

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Степаненка Віталія Олександровича за темою  
«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.

У сучасному будівництві широко застосовуються сталезалізобетонні плити з гофрованим профілем, які поєднують конструктивні переваги сталі та залізобетону. Водночас, оцінювання їхньої вогнестійкості переважно здійснюється розрахунковими методами, що через композитну природу плит і значну різноманітність їх складу не завжди забезпечує достатню точність результатів. Це ускладнює дотримання нормативних вимог пожежної безпеки будівель та ефективність дій рятувальних служб у надзвичайних ситуаціях.

Актуальності ця задача набуває за обмеженого доступу до великогабаритних вогневих печей, необхідних для експериментального визначення вогнестійкості конструкцій у різних регіонах України. У зв'язку з цим постає задача у розробленні методик, пристосованих до використання малогабаритних вогневих установок, що дозволяють проводити експериментальні дослідження без транспортування зразків на великі відстані.

Проведений здобувачем аналіз наукових праць провідних дослідників у сфері вогнестійкості будівельних конструкцій свідчить про прогрес у розробленні підходів до визначення межі вогнестійкості залізобетонних і сталезалізобетонних елементів. Водночас, існуючі методики не завжди забезпечують високий рівень достовірності результатів, що зумовлено анізотропністю процесів у залізобетоні та обмеженнями спрощених розрахункових моделей.

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

**Ступінь наукової обґрунтованості результатів, сформульованих в роботі, їх наукова новизна.**

Дисертація Степаненка В.О. містить нові науково обґрунтовані результати, зокрема:

– уперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що в діапазоні висоти ребер сталевого профілю до 52 мм рівномірність прогріву арматури сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем за стандартним температурним режимом пожежі не залежить від глибини та кроку гофрованої частини;

– уперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що положення плити (горизонтальне чи вертикальне) під час теплового впливу у малогабаритній вогневій печі не впливає на рівномірність температурного поля на поверхні гофрованого сталевого профілю та результати теплотехнічних випробувань, максимальне відхилення при цьому не перевищує 5 %;

– удосконалено експериментально-розрахунковий метод оцінювання межі

вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, який враховує особливості теплопередачі у сталевому профілі та залізобетоні, геометрію поверхні гофрованого профілю та процеси теплопередачі у композитних матеріалах, що реалізується із застосуванням малогабаритних вогневих установок для нагрівання фрагментів та подальшою екстраполяцією результатів на реальні конструкції;

– удосконалено підхід до моделювання температурного поля в поперечному перерізі плити шляхом інтерполяції експериментальних даних, що дозволяє зменшити кількість контрольних точок до 9 у конструкції та 2 у камері печі з урахуванням геометрії профілю та параметрів армування;

– удосконалено конструкцію малогабаритної вогневої установки шляхом введення додаткових елементів контролю температурного режиму та енергоефективності, що підвищує якість нагрівання плит, зменшує трудомісткість випробувань та покращує економічність і екологічність процесу.

– набуло подальшого розвитку застосування експериментально-розрахункових методів оцінювання межі вогнестійкості для сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, з урахуванням просторової структури гофрованої основи, що забезпечує підвищення точності та достовірності визначення межі вогнестійкості.

Достовірність отриманих результатів обґруntовується:

- проведеним автором низки експериментальних досліджень;
- публікацією статей у провідних фахових виданнях України, зокрема тих, що індексуються у базі Scopus;
- апробацією наукових результатів на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях;
- впровадженням результатів досліджень у діяльність ТОВ «Інженерно-проектно-виробнича компанія «Спецзахист», у роботу З Спеціалізованого центру швидкого реагування ДСНС України, а також в освітній процес Національного університету цивільного захисту України.

Теоретичні дослідження виконано на основі систем диференціальних рівнянь неперервних середовищ, зокрема рівнянь Нав'є–Стокса, рівнянь теплопровідності та рівнянь напруженно-деформованого стану залізобетону під дією температури пожежі, а також рівнянь теплопровідності Фур'є. Розв'язання цих рівнянь здійснювалося методами кінцевих або граничних елементів, оптимізаційними алгоритмами та методами статистичної обробки експериментальних і розрахункових даних. Експериментальні дослідження проведено із застосуванням малогабаритної вогневої установки.

Всі отримані автором результати є новими, достовірними та належно обґруntованими.

**Практичне значення результатів дисертації** полягає у розробленні ефективної експериментально-розрахункової методики оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, яка:

- дозволяє зменшити обсяги повномасштабних випробувань за рахунок використання малогабаритних вогневих установок без втрати точності;
- адаптована до різних типів плит із ребрами до 52 мм з урахуванням реального армування, геометрії та умов теплового навантаження;
- підвищує точність розрахунку температурних полів і несучої здатності

елементів конструкції під час пожежі;

– інтегрується у практику інженерних розрахунків із використанням ПЗ Mathcad та ANSYS, що сприяє автоматизації процесу оцінювання межі вогнестійкості;

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

### **Структура і зміст дисертації.**

Дисертація складається з анотації, змісту, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 186 сторінок, з яких 162 сторінки займає основний текст. У роботі наведено 9 таблиць та 44 рисунки. Список використаних джерел містить 105 найменувань і займає 13 сторінок, а також додані 2 додатки загальним обсягом 9 сторінок.

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

У першому розділі виконано аналіз сучасних експериментальних і розрахункових підходів до оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем в Україні та за кордоном. Виявлено основні недоліки наявних методик і обґрунтовано необхідність удосконалення підходів з урахуванням реальних конструктивних та теплових умов, що дозволило сформулювати мету і завдання дослідження.

У другому розділі досліджено теплові процеси в сталезалізобетонних плитах під час пожежі з використанням CFD-моделювання. Проаналізовано вплив параметрів обчислювальних моделей і сценаріїв нагріву та визначено закономірності розподілу температур у перерізах плит.

У третьому розділі розроблено експериментальну методику вогневих випробувань фрагментів плит у малогабаритній вогневій установці, визначено вимоги до обладнання та схеми випробувань, а також отримано експериментальні температурні дані, що підтвердили доцільність спрощеного підходу.

У четвертому розділі запропоновано вдосконалену методику оцінювання вогнестійкості на основі точкових температурних вимірювань, яка дозволяє відмовитися від повномасштабних випробувань. Визначено межу вогнестійкості за критерієм несучої здатності та підтверджено узгодженість результатів з чисельним аналізом і даними літератури.

У п'ятому розділі розроблено покроковий алгоритм оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит, що поєднує експериментальні та чисельні методи, обґрунтовано параметри випробувань і підтверджено ефективність запропонованого підходу.

Завдяки виконаним дослідженням було встановлено закономірності нагрівання та зниження міцності сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем під впливом пожежі, що становить наукову основу для вдосконалення експериментально-розрахункового методу оцінювання їх вогнестійкості.

## **Повнота викладу основних результатів дисертації у наукових публікаціях.**

Результати досліджень, що висвітлені у дисертації, були опубліковані у 16 наукових працях: 4 статті у фахових періодичних виданнях України, 2 публікації, що індексуються в базі Scopus, 1 патент на корисну модель та 9 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях. Це підтверджує значний обсяг виконаної роботи, високий професійний рівень здобувача та глибокі знання у галузі цивільної безпеки.

### **Зауваження та дискусійні положення:**

1. Не повністю розкритим залишилось питання яким чином особливості застосованих, для виготовлення будівельних конструкцій, матеріалів можуть впливати на отримані результати оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем.

2. Під час експериментів у малогабаритній вогневій печі був використаний природній газ (пропан-бутан) у якості палива для створення температурного режиму пожежі. Відкритим залишилось питання як вплине на результати дослідження використання рідкого палива.

3. Не розкритим залишилось питання чому було проведено саме 3 експерименти з нагрівання фрагментів плит у малогабаритній вогневій установці.

Всі наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

### **Оцінка мови і стилю дисертації.**

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Текст викладений на достатньому науковому рівні і забезпечує доступність сприйняття. Композиція розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються. Основні теоретичні положення не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені висновками роботи.

### **Відомості про дотримання академічної добросесності.**

За результатами аналізу дисертації та публікацій автора порушень академічної добросесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

### **Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.**

Зміст дисертації відповідає чинним вимогам до оформлення дисертації, встановленим освітньо-науковою програмою «Пожежна безпека» в галузі знань 26 – цивільна безпека, за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

### **Висновки.**

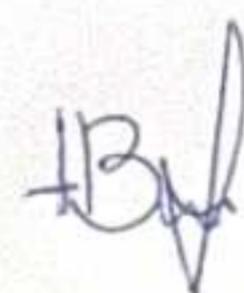
Загалом, дисертація Степаненка Віталія Олександровича на тему «Удосконалення методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її високу наукову цінність та практичну значущість у сфері пожежної безпеки. Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (зі змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової

спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 та рекомендована мною для захисту в разовій спеціалізованій вченій раді.

Автор дисертації Степаненко Віталій Олександрович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань 26 – цивільна безпека, за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Рецензент:

доцент кафедри державного нагляду  
у сфері пожежної та техногенної безпеки  
навчально-наукового інституту  
пожежної та техногенної безпеки  
Національного університету  
цивільного захисту України, PhD



Ніна РАШКЕВИЧ

