

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Башинського Олексія Володимировича** на тему:
«Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом», представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Башинського Олексія Володимировича на тему «Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом» та розгляд його наукових публікацій дозволяє сформулювати такі висновки, а також надати загальну оцінку виконаного дослідження.

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Башинського Олексія Володимировича спрямована на розвиток розрахункових чисельних методів оцінки межі вогнестійкості сталевих конструкцій із улаштуванням вогнезахисту та без нього шляхом врахування нерівномірного температурного розподілу по висоті перерізу, нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів та вогнезахисних облицювань. Застосування таких методів оцінки здатне підвищити надійність та безпеку при експлуатації будівель і споруд, особливо в умовах ризиків воєнного стану.

Тема дисертації відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України та переліку пріоритетних тематичних напрямків наукових досліджень та наукових розробок. Актуальність вибору теми дослідження підтверджується також її зв'язком із науково-дослідною роботою, що виконується на кафедрі металевих та дерев'яних конструкцій КНУБА, на тему: «Розвиток теорії вибору раціональних ресурсозберігаючих конструкцій сталевих рам з використанням ефективних двотаврових профілів енергоекономічних будівель» (номер державної

реєстрації: 0121U111715), що виконується на підставі наказу КНУБА від 03.06.2021 № 243.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, а також достовірність отриманих теоретичних результатів забезпечується строгістю використання основних положень механіки твердого деформівного тіла, застосуванням фізико-математичних моделей сталевих конструкцій, які відображають їх дійсну роботи у разі вогневого впливу пожежі, логічною відповідністю методів дослідження стосовно сформульованої мети та задач дослідження, а також використанням сертифікованих скінчено-елементних програмних комплексів та верифікованих розрахункових моделей досліджуваного класу конструкцій і перевіркою збіжності результатів розрахунків.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому:

– вперше встановлено закономірність розподілення температур по перерізу сталевих балок в залежності від різних конструктивних особливостей та вогнезахисних матеріалів;

– вперше встановлено закономірність розподілу температур по висоті перерізу сталевих балок з врахуванням нелінійної зміни теплофізичних характеристик;

– вперше виявлено закономірності деформування сталевих балок в залежності від типу та товщини вогнезахисних матеріалів під час пожежі;

– вперше розроблено методологічний підхід врахування нерівномірного розподілу температур по висоті перерізу за допомогою удосконаленої розрахункової схеми з уточненими характеристиками перерізу через розділення перерізу на ділянки;

– вперше запропоновано методику ітераційного зниження жорсткостей елементів. Дана методика дозволяє в одній задачі оцінити деформації конструкції на різних часових відмітках пожежі;

– удосконалено чисельні та аналітичні методи оцінки вогнестійкості сталевих конструкцій;

– отримало подальший розвиток застосування чисельних методів розрахунку будівельних конструкцій для оцінювання ступеню вогнестійкості сталевих конструкцій.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена здобувачем методика оцінки межі вогнестійкості може бути використана у розробці проектів вогнезахисту сталевих конструкцій, а також при розрахунках сталевих конструкцій на міцність, стійкість та гнучкість з врахуванням теплотехнічних критеріїв. Результати дисертаційної роботи Башинського О.В. були впроваджені у програмному комплексі ЛІРА-САПР для розрахунку і проектування будівельних конструкцій, у тому числі і вогнезахисених.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях. Наукові результати дисертації висвітлені у 7 друкованих роботах: одна стаття у науковому виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science, дві статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б», чотири роботи представлені як тези доповідей у всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях.

Таким чином, наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається

з переліку прийнятих скорочень та позначень, анотації, вступу, чотирьох розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел і одного додатку. Загальний обсяг дисертації складає 149 сторінок, в тому числі 140 сторінок основного тексту, список використаних джерел на 7 сторінках.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мета та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також наукова та практична новизна отриманих результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертаційних досліджень та публікацій.

У **першому розділі «Сучасний стан методів оцінки та розрахунку сталевих будівельних конструкцій на температурні впливи»** автором було проаналізовано статистичні дані про кількість, причини та наслідки виникнення пожеж в Україні за 2023 р. Особливу увагу автор приділив пожежам, що сталися на об'єктах критичної інфраструктури України, а також пожежам, що виникали внаслідок терористичних дій, вчинених військами Російської федерації.

Аналітичний огляд актуальності проблеми, методів оцінки вогнестійкості, показав, що чисельні методи розрахунку на вогнестійкість дозволяють перекрити недоліки експериментальних і аналітичних методів, проте потребують адаптації для вирішення задач цього дослідження та підтвердження експериментами.

Основні задачі дослідження полягають в удосконаленні чисельних методів за допомогою адаптації вирішення задачі нестационарної теплопровідності, врахуванні нерівномірного розподілу температури по висоті перерізу, нелінійної зміни теплофізичних характеристик матеріалів конструкції і її вогнезахисту та створенні методик і алгоритму розрахунку сталевих балок перекриття з реалізацією запропонованих методик у програмному комплексі ЛІРА-САПР.

У **другому розділі «Оцінка ступеню вогнестійкості сталевих балок перекриття на основі адаптації нестационарної теплопровідності. Чисельний експеримент впливу пожежі на сталеві балки перекриття без вогнезахисту»**

висвітлено результати чисельного експерименту для дослідження вогневого впливу пожежі на сталеві балки перекриття без вогнезахисту.

Для порівняння напружено-деформовано стану сталевих балок до та після впливу високих температур на 15-й і 60-й хвилини пожежі було виконано статичний розрахунок тестової моделі у вигляді просторового одноповерхового сталевого каркасу будівлі. Міцнісні та деформаційні характеристики сталі були прийняті зниженими для середньої температури в перерізі балки 694 °C після 15-ти хвилин вогневого впливу та 946 °C після 60-ти хвилин вогневого впливу відповідно.

За результатами статичного розрахунку тестової моделі просторового сталевого каркасу було визначено параметри напружено-деформованого стану сталевих балок за нормальних температур і після 15-и та 60-и хвилин вогневого впливу відповідно. Було обчислено переміщення балок і максимальний відсоток використання їх поперечного перерізу.

У третьому розділі «Удосконалення чисельного методологічного підходу та алгоритмів розрахунку вогнезахисених сталевих балок через врахування нелінійних теплофізичних властивості сталі і залізобетонних плит перекриття» містяться результати розрахунку на вогнестійкість сталевих балок із різними видами вогнезахисту. Розрахунки були виконані із урахуванням як лінійної, так і нелінійної залежності теплофізичних і міцнісних та деформаційних характеристик сталі від підвищеної температури пожежі.

Теплофізичний розрахунок сталевої балки перекриття було виконано для різних вогнезахисних матеріалів (штукатурка, фарба, що спучується, вогнезахисні плити) із врахуванням нелінійної зміни теплофізичних властивостей як конструкційних матеріалів, так і вогнезахисних. Автором було встановлено закономірності нерівномірного розподілу температурних полів по висоті перерізу балки для різних вогнезахисних матеріалів. Вдосконалення чисельної моделі перерізу, яка враховує уточнені характеристики жорсткості перерізу через нерівномірну зміну модуля пружності відповідно до нерівномірного розподілення

температур по висоті перерізу, сприяє отриманню більш точного результату розрахунку сталеві балки.

Порівняння результатів чисельних досліджень із врахуванням лінійної і нелінійної роботи матеріалів показало, що врахування нелінійних властивостей матеріалів (сталі і бетону) відкриває додаткові резерви несучої спроможності сталевих балок у разі впливу на них високих температур.

У четвертому розділі «Розробка методології та удосконаленого алгоритму розрахунку сталевих балок перекриття з вогнезахистом при реалізації в програмному комплексі» представлені результати розрахунку сталеві балки перекриття за методикою ітераційного зниження жорсткості на часових відмітках пожежі, удосконалено алгоритм визначення межі вогнестійкості сталеві балки перекриття.

Нерівномірний розподіл температур по висоті перерізу балки було враховано за допомогою удосконаленої розрахункової схеми з уточненими характеристиками перерізу через розділення перерізу на ділянки по висоті. Порівняння результатів чисельного дослідження за методикою поділених частин перерізу із результатами натурного вогневого випробування сталеві балки показало високу точність розрахунків і їх незначну розбіжність з експериментом (всього 3%).

Розроблена автором методика ітераційного зниження жорсткості через зменшення модуля пружності залежно від середньої температури перерізу балки дає змогу в рамках однієї задачі оцінити переміщення сталеві балки для різних проміжків часу тривалості пожежі.

У загальних висновках сформульовано основні наукові результати дослідження відповідно до поставлених завдань.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі. У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження змістовного характеру:

1. Переклад анотації англійською мовою є більше дослівним, аніж технічним. Деякі терміни в перекладі англійською не відображають суті поняття або явища, яке вони позначають. При написанні анотації англійською мовою доцільно було б скористатися усталеною термінологією Єврокоду.

2. У роботі не відзначено внесок і відсутні посилання на публікації таких українських вчених, як Новак С.В., Ніжник В.В. і Круковський П.Г., які є знаними дослідниками у сфері пожежної безпеки, вогнестійкості і вирішення задач нестационарної теплопровідності.

3. У назві розділу 2 доцільно було б використати термін «межа вогнестійкості» замість «ступінь вогнестійкості», зважаючи на контекст у якому вжито цей термін.

4. Із пункту 2.1 не зрозуміло, яким чином при вирішенні задачі теплопровідності методом скінченних елементів для оцінки вогнестійкості сталевих конструкцій було враховано зміну температури пожежі в часі.

5. У роботі вогнестійкість сталевих балок не було перевірено за критеріями настання граничного стану з вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (R), які визначені в ДСТУ Б В.1.1-4-98 і ДСТУ Б В.1.1-13:2007, а саме: граничне значення прогину та граничне значення швидкості наростання деформації.

Висловлені зауваження не знижують позитивної оцінки роботи і можуть розглядатись як рекомендації для подальшої роботи в даному напрямку досліджень. Вважаю, що наведені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Оцінка відповідності освітньо-науковій програмі підготовки. Протягом виконання дисертаційних досліджень Башинський Олексій Володимирович провів власне наукове дослідження, оформлене у вигляді дисертації, та опублікував основні його наукові результати. Аналіз змісту дисертації та підсумків впровадження її результатів засвідчив, що кваліфікаційна наукова робота

здобувача Башинського Олексія Володимировича повністю відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня підготовки фахівців за спеціальністю 192 – Будівництво і цивільна інженерія.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...». Дисертація Башинського Олексія Володимировича «Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом» відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Башинського Олексія Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Загальний висновок про дисертаційну роботу

У підсумку до викладеного вище можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця «Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати та відповідає вимогам пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, а її автор,

Башинський Олексій Володимирович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Рецензент:

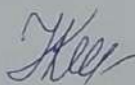
Доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури кандидат технічних наук, доцент



Олег ФЕСЕНКО

«Підпис О.А. Фесенка засвідчую»

Вчений секретар Вченої ради КНУБА кандидат технічних наук, доцент



Микола КЛИМЕНКО

Перший проректор Київського національного університету будівництва і архітектури доктор технічних наук, професор



Денис ЧЕРНИШЕВ