

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Башинського Олексія  
Володимировича**

на тему «Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом» представлена 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 наступні висновки, а також надати загальну оцінку виконаного дослідження.

**Актуальність теми дисертації.** Дисертаційна робота Башинського Олексія Володимировича присвячена вирішенню наукової задачі зі створення чисельно-математичних моделей сталевих балок для розрахунку їх на вогнестійкість, а також алгоритму визначення межі вогнестійкості з подальшою оцінкою напружено-деформованого стану конструкцій, що є важливим етапом проектування, оскільки від нього залежить надійність та безпека при експлуатації конструкцій.

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

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, а також достовірність отриманих теоретичних результатів підтверджується** точністю та достовірністю вихідних даних; застосуванням фізико-математичних моделей сталевих балок перекриття без врахування вогнезахисних матеріалів, та з врахуванням вогнезахисних матеріалів різного типу, які відображають дійсні та особливі умови їх роботи, враховують важливі для оцінки міцності особливості геометрії та топології конструкції, а також нерівномірне розподілення температури по висоті перерізу, врахування фізичної нелінійності матеріалів в контексті нестационарної теплопровідності.

Рівень збіжності при порівнянні отриманих чисельних результатів свідчить про обґрунтованість прийнятих автором передумов і методів.

На основі проведених досліджень розроблено та науково обґрунтовано методiku вибору оптимальних варіантів вогнезахисту для несучих сталевих конструкцій перекриття, з урахуванням нелінійних змін теплофізичних властивостей матеріалів. Встановлено закономірності деформації сталевих балок залежно від типу та товщини вогнезахисних матеріалів під час пожежі.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційного дослідження автора є аргументованими та змістовними і свідчать про високий рівень наукової підготовки дисертанта.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у такому:

– *вперше* визначено закономірності деформування сталевих балок в залежності від типу та товщини вогнезахисних матеріалів під час стандартного режиму пожежі;

– *вперше* встановлено закономірності зміни напружено-деформованого стану сталевих балок перекриття із врахуванням нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів;

– *вперше* встановлено закономірності нерівномірного розподілу температур по висоті перерізу балки;

– *удосконалено* методiku ітераційного зниження жорсткості, яка дозволяє в одній задачі оцінити деформації конструкції на декількох часових відмітках пожежі одночасно (в одній моделі);

– *удосконалено* чисельну модель перерізу, яка враховує уточнення жорсткісних характеристик перерізу через нерівномірну зміну модуля пружності;

– *отримав подальший розвиток* чисельний метод скінченних елементів для вирішення задачі нестационарної теплопровідності для проведення теплотехнічного розрахунку поперечного перерізу сталевої балки перекриття.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в тому, що розроблені здобувачем методики визначення межі вогнестійкості сталевих конструкцій перекриття та розрахунку на вогнестійкість можуть бути використані науково-дослідними, проектними та конструкторськими організаціями. Результати дисертаційної роботи Башинського О. В. апробовані та впроваджені при обстеженнях будівель, що постраждали від пожежі, в тому числі внаслідок бойових дій.

**Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях.** Наукові результати дисертації висвітлені

у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у періодичному науковому виданні, включеного до наукових фахових видань України категорії «А» та проіндексованого у базі даних Web of Science; 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії «Б»; 4 роботи представлені як тези доповідей у національних 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 скорочень та позначень, вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації складає 149 сторінок, у тому числі основна частина складає 140 сторінок, список використаних джерел викладений на 7 сторінках, додатки викладені на 2 сторінках.

У вступі обґрунтовується 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 проаналізовано та описано сучасний стан пожежної безпеки в країні. Описано способи вогнезахисту будівельних конструкцій та наведено низку найбільш поширених вогнезахисних матеріалів. Проаналізовано сучасні експериментальні, аналітичні та чисельні методи оцінки межі вогнестійкості будівельних конструкцій, а саме сталевих балок перекриття. Автором зроблено висновок щодо ефективності експериментальних методів, а також проаналізовано аналітичні методи. Автором виявлено, що експериментальні та аналітичні методи мають певні недоліки і також не враховують ключових критеріїв роботи теплонавантажених конструкцій, тому на базі аналітичних та чисельних методів запропоновано побудувати універсальну методику оцінки межі вогнестійкості сталевих конструкцій.

На основі виконаного огляду розкрита суть проблеми та сформульовані висновки, які підтверджують визначені цілі та завдання дисертаційної роботи.

**У другому розділі «Оцінка ступеню вогнестійкості сталевих балок перекриття на основі адаптації нестационарної теплопровідності. Чисельний експеримент впливу пожежі на сталеві балки перекриття без вогнезахисту»** розглянуто вирішення задачі нестационарної теплопровідності за допомогою чисельного методу скінченних елементів. В програмному комплексі ЛІРА-САПР проведено чисельний експеримент шляхом виконання розрахунку конструкції перекриття, що складається зі сталеві балки та залізобетонної плити, на вогнестійкість. Виконано два типи розрахунків: теплотехнічний, в якому було визначено розподіл температурних полів в кожній точці перерізу балки в кожен хвилину часу пожежі; та статичний, в якому було попередньо знижено міцнісні характеристики перерізу та пружно-деформаційні характеристики сталі відповідно до середньої температури в поперечному перерізі балки у фіксований момент часу. Результати теплотехнічного розрахунку порівняно з результатами аналогічного розрахунку, який представлено в чинному нормативному документі.

**У третьому розділі «Удосконалення чисельного методологічного підходу та алгоритмів розрахунку вогнезахисних сталевих балок через врахування нелінійних теплофізичних властивостей сталі і залізобетонних плит перекриття»** автором удосконалено чисельний алгоритм шляхом врахування фізичної нелінійності матеріалів сталеві балки та залізобетонної плити перекриття. Також наведено алгоритм визначення теплофізичних властивостей вогнезахисних матеріалів, що дозволило наблизити результати чисельного експерименту до результатів натурального експерименту. Було виконано теплотехнічний розрахунок сталеві балки перекриття з використанням різних вогнезахисних матеріалів та з урахуванням нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів. Встановлено закономірність нерівномірного розподілу температурних полів по висоті перерізу балки в залежності від використовуваних вогнезахисних матеріалів. Встановлено, що при нерівномірному розподілі температур по висоті перерізу більш точні результати можна отримати, вдосконалюючи чисельну модель перерізу, яка враховує зміни жорсткісних характеристик через нерівномірну зміну модуля пружності.

Також автором було встановлено що прогини в балках без вогнезахисту без врахування та з врахуванням нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів при впливі пожежі суттєво відрізняються. Це доводить тезу, що виконання розрахунку з врахуванням нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів відкриває додаткові резерви несучої здатності сталевих конструкцій.

**У четвертому розділі «Розробка методології та удосконаленого алгоритму розрахунку сталевих балок перекриття з вогнезахистом при**

реалізації в програмному комплексі» автором запропоновано методику врахування нерівномірного розподілу температури по висоті перерізу шляхом розділення перерізу на умовні частини і відповідне зниження жорсткісних характеристик в кожній частині.

Автором також запропоновано методику ітераційного зниження жорсткості. Ця методика дозволяє оцінювати деформації конструкції в різні моменти часу під час пожежі в межах однієї задачі. Порівняння чисельних результатів дослідження з даними натурного експерименту показало високе співпадіння з похибкою до 3%. Виконані дослідження дозволили створити удосконалену чисельно-аналітичну методику, яка полягає в покроковому зниженні жорсткісних характеристик перерізу відповідно до середньої температури по висоті перерізу на обраних часових відмітках температурного впливу.

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. В розділі 1 було б доцільно більш детально розкрити дослідження вітчизняних та закордонних вчених з питань вогнестійкості конструкцій. Також автор не надто детально описує аналітичні методики оцінки ступеню вогнестійкості згідно з актуальними нормативними документами.

2. Використання здобувачем терміну «ступінь вогнестійкості» не є коректним. При розгляді вогнестійкості окремої конструкції вживають термін «межа вогнестійкості», або «границя вогнестійкості».

3. На ст. 23 автор зазначає, що незахищені сталеві балки втрачають свою несучу здатність через 15 хвилин пожежі, проте судячи з результатів натурного експерименту, показаних на рис.2.8 критична температура балки 500°C, при якій настає втрата несучої спроможності балки, досягається на 9-й хвилині.

4. На жаль автором не представлено порівняльний аналіз результатів розрахунку на вогнестійкість за допомогою аналітичної методики Єврокоду та представленими чисельними методиками.

5. В розділі 4 в пункті 4.1.2 автор уточнював жорсткісні характеристики

двотаврового перерізу шляхом зниження модуля пружності, проте також було б доцільно зменшувати момент інерції перерізу у зв'язку з виключенням з роботи нижньої полицки двотавру.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки роботи, і можуть розглядатись як рекомендації для подальшої роботи в даному напрямку досліджень. Вважаю, що висловлені 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 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 р. №44, а її автор, Башинський Олексій Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

### Рецензент:

Професор кафедри  
металевих та дерев'яних конструкцій  
Київського національного університету  
будівництва та архітектури,  
доктор технічних наук, професор

  
Віталіна ЮРЧЕНКО

«Підпис В.В. Юрченко засвідчує»  
Вчений секретар Вченої ради КНУБА  
к.т.н., доцент



Микола КЛИМЕНКО