

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **ОТРОША Юрія Анатолійовича**
на дисертаційну роботу **БАШИНСЬКОГО Олексія Володимировича**
«СТВОРЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ РОБОТИ КОНСТРУКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ
СТАЛЕВИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСТОМ»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 – Архітектура та будівництво,
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Дисертаційна робота О. В. Башинського присвячена вирішенню актуальної наукової задачі – розвиток чисельно-розрахункових методик оцінки межі вогнестійкості сталевих конструкцій, шляхом врахування нерівномірного температурного розподілу по висоті перерізу, нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів та вогнезахисних облицювань.

Ступінь актуальності обраної теми.

З врахуванням умов сьогодення велика кількість пожеж виникала внаслідок вибухів та обстрілів, в тому числі об'єктів критичної інфраструктури. В умовах пожежі незахищені навантажені сталеві балки втрачають свою несучу здатність на відмітці часу до 15-ти хвилин пожежі без зміни діючого на них навантаження. Руйнування будівель зі сталевим каркасом ще раз вказує на проблему прогнозування вогнестійкості несучих сталевих конструкцій із вогнезахистом в умовах техногенних катастроф, а також на актуальності теми розвитку протипожежного проектування об'єктів будівництва на основі розроблення наукових методик та методів оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій. Наразі в основу проектування будівель та споруд покладені прогнози розрахунки пожежної небезпеки будівель. Заходи по протипожежному захисту, які включають в себе обробку несучих конструкцій вогнезахисними матеріалами, можуть суттєво знизити ризики виникнення небезпечних чинників пожежі. Ризик обвалення сталевих конструкцій при високотемпературному впливі можна знизити до мінімуму, якщо розробити належний регламент, який містить в собі проект вогнезахисту будівлі.

Принцип розрахунково-аналітичного підходу в проектуванні вогнезахисту металоконструкцій має ґрунтуватися на сучасних розрахункових методах, що враховують специфіку роботи несучих сталевих елементів під час пожежі.

З огляду на викладене вище, зростає актуальність розроблення та вдосконалення нових методик розрахунку вогнестійкості сталевих конструкцій із вогнезахистом. Отже, дослідження в цьому напрямку є **актуальними**.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів досліджень, висновків та рекомендацій обумовлена: використанням методів комп'ютерного моделювання та скінчено-елементного аналізу у двох програмних комплексах з

наступним порівнянням результатів; порівнянням результатів чисельного експерименту на фізико-математичних моделях роботи сталевих балок при високотемпературних впливах і результатами проведених натурних експериментів, що виконані іншими авторами; задовільним збігом результатів експериментальних випробувань та комп'ютерного моделювання.

Представлені результати не мають ознак академічного плагіату та узгоджуються з відомими роботами іноземних та вітчизняних вчених.

Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертації одержані нові науково обґрунтовані результати, які дозволили вирішити актуальну науково-прикладну задачу у сфері будівництва та цивільної інженерії, яка полягає в удосконаленні та розвитку методики оцінки ступеню вогнестійкості сталевих конструкцій з врахуванням вогнезахисних матеріалів.

Вперше

- встановлено закономірність розподілення температур по перерізу сталевих балок в залежності від різних конструктивних особливостей та вогнезахисних матеріалів;
- встановлено закономірність розподілу температур по висоті перерізу сталевих балок з врахуванням нелінійної зміни теплофізичних характеристик;
- виявлено закономірності деформування сталевих балок в залежності від типу та товщини вогнезахисних матеріалів під час пожежі;
- розроблено методологічний підхід врахування нерівномірного розподілу температур по висоті перерізу за допомогою удосконаленої розрахункової схеми з уточненими характеристиками перерізу через розділення перерізу на ділянки;
- запропоновано методику ітераційного зниження жорсткостей елементів.

Удосконалено:

- чисельні та аналітичні методи оцінки вогнестійкості сталевих конструкцій.

Отримали подальший розвиток:

- застосування чисельних методів розрахунку будівельних конструкцій для оцінювання ступеню вогнестійкості сталевих конструкцій.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати дослідження використані для проведення науково-технічних обстежень будівель, що постраждали від пожеж в 2023-2024 роках. Також результати дослідження використані для розробки функціоналу ПК ЛІРА-САПР 2024.

Методика оцінки межі вогнестійкості, яка запропонована в цьому дисертаційному дослідженні може бути використана у розробці проектів вогнезахисту сталевих конструкцій. Результати дослідження можуть бути

використані при розрахунках сталевих конструкцій на міцність, стійкість та гнучкість з врахуванням теплотехнічних критеріїв.

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

Робота має наукову новизну та практичну цінність, написана грамотною українською мовою. Дисертація оформлені відповідно до встановлених вимог. Матеріал дисертації представлений послідовно, стиль викладу доказовий. Висновки до кожного розділу і дисертації в цілому тісно пов'язані з їхнім змістом і відображають суть виконаних досліджень.

Дисертаційна робота складається із переліку скорочень та позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 149 сторінок, у тому числі основна частина складає 140 сторінок, список використаних джерел – 7 сторінок, додатки – 2 сторінки. Основна частина, крім тексту, включає таблиці, рисунки та формули.

У першому розділі роботи проаналізовано сучасний стан методів оцінки та розрахунку сталевих будівельних конструкцій на температурні впливи. Наведені статистичні дані по пожежам, які виникли в будівлях, що були побудовані з використанням незахищених сталевих конструкцій. Описано способи вогнезахисту будівельних конструкцій та наведено низку найбільш поширених вогнезахисних матеріалів.

Проаналізовано сучасні експериментальні, аналітичні та чисельні методи оцінки межі вогнестійкості сталевих конструкцій, а саме сталевих балок перекриття. Обґрунтовано вибір методів оцінки вогнестійкості сталевих конструктивних елементів.

В другому розділі детально описано вирішення задачі нестационарної теплопровідності за допомогою чисельного методу скінченних елементів. В програмному комплексі ЛІРА-САПР проведено чисельний експеримент впливу пожежі на сталеву балку перекриття, на яку спирається залізобетонна плита перекриття.

Виконано два типи розрахунків: теплотехнічний, в якому було визначено розподіл температурних полів в кожній точці перерізу балки в кожну 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.

В третьому розділі описано алгоритм визначення нелінійних властивостей матеріалів конструкції та вогнезахисних облицювань. Проведений теплотехнічний розрахунок сталеві балки перекриття з врахуванням вогнезахисного матеріалу. Результати розрахунку порівняні з результатами експериментального дослідження.

Також проведені теплотехнічні розрахунки моделей сталевих балок з різними варіантами вогнезахисних матеріалів. Виявлені закономірності розподілу температури по перерізу в залежності від типу та товщини вогнезахисного матеріалу. Було проведено порівняльний теплотехнічний розрахунок моделі сталеві балки перекриття з вогнезахистом з врахуванням та

без врахування нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів. Встановлено, що теплотехнічний розрахунок сталеві балки перекриття з врахуванням нелінійної зміни теплофізичних характеристик матеріалів відкриває додаткові резерви несучої спроможності сталевих балок при дії високих температур.

В четвертому розділі представлено методологічний підхід врахування нерівномірного розподілу по висоті перерізу за допомогою удосконалення математичної моделі сталевого перерізу балки перекриття уточненням приведених жорсткісних характеристик перерізу через розділення його на ділянки. Також запропоновано методику ітераційного зниження жорсткостей. Дана методика дозволяє в одній задачі оцінити деформації конструкції на різних часових відмітках пожежі.

Виконані дослідження дозволили створити удосконалену чисельно-аналітичну методику розрахунку сталевих конструкцій на вогнестійкість з урахуванням нерівномірного розподілу температур по конструкції, вогнезахисних матеріалів та нелінійної зміни теплофізичних властивостей матеріалів.

Загальні висновки відповідають поставленим завданням дослідження і повністю відображають суть виконаної роботи.

Повнота викладу наукових положень, висновків та рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.

За темою дисертації опубліковано 7 робіт. Основні результати викладені в 1-й статті у науковому виданні, включеного до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of science, 2 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б». 4 роботи представлені як тези доповідей у національних та міжнародних науково-технічних конференціях.

Кількість та науковий рівень опублікованих наукових праць повністю відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Зауваження та дискусійні питання стосовно положень дисертації.

Зауваження до розділу 1:

1. Потрібно було б більше уваги приділити аналізу існуючих нормативних документів відповідно до завдань дослідження.
2. Потрібно було більше уваги надати критичному аналізу іноземних праць, в яких мова йде про оцінку вогнестійкості сталевих конструктивних елементів.
3. Доцільно було б розглянути сучасні вогнезахисні матеріали сталевих конструкцій, які представлені на ринку в теперішній час.

Зауваження до розділу 2:

4. Доцільно було б приділити більше уваги опису виконаних автором досліджень чисельного експерименту та алгоритмів, які, на наш погляд, є найбільш сильною стороною виконаної роботи.

5. В роботі використовуються різні позначення механічних та теплофізичних характеристик матеріалів, а також одиниці вимірювань доцільно було б використовувати відповідно до системи СІ.

6. В роботі зустрічаються помилки при написанні загальноприйнятих математичних операторів, символів та степенів числових значень.

7. При порівнянні результатів чисельного експерименту проведеного в ПК ЛІРА-САПР та ПК ANSYS FLUENT для верифікації розроблених моделей доцільно б було в табличному вигляді навести результати моделювання та їх похибки.

Зауваження до розділу 3:

8. При порівнянні результатів чисельного експерименту та натурального експерименту для вогнезахищеної сталюї балки доцільно б було в табличному вигляді навести порівняння результатів та їх похибки для підтвердження достовірності.

9. Чи враховувалося в оцінювання вогнестійкості сталюїх вогнезахищених балок при застосування мінеральних плит чи штукатурки збільшення навантаження на сталюї балки перекриття і в подальшому перерахунок від збільшення власної ваги конструкції?

Зауваження до розділу 4:

10. Як і в попередньому розділі, тут при порівнянні результатів чисельного експерименту та натурального експерименту для вогнезахищеної сталюї балки доцільно б було в табличному вигляді навести порівняння результатів та їх похибки для підтвердження достовірності.

11. Доцільно було б розрахувати економічний ефект від впровадження розробленої методології та алгоритму розрахунку сталевих балок перекриття з вогнезахистом та реалізацією в програмному комплексі ЛІРА-САПР.

Зауваження до загальних висновків:

12. Доцільно було б об'єднати висновки 1 та 2; 3, 4 та 5; 7, 8, 9 та 10; 11,12 та 13; 16 та 18, відповідно кількість висновків відповідала б кількості поставлених завдань.

Проте, зазначені зауваження не зменшують загального позитивного враження від представленої дисертації, вони мають переважно дискусійний характер. Отримані здобувачем результати не викликають сумніву, є науково обґрунтованими, мають наукову новизну і практичне значення. В цілому, робота заслуговує позитивної оцінки.

Загальний висновок та оцінка дисертації

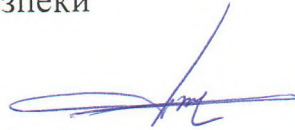
Дисертаційна робота БАШИНСЬКОГО Олексія Володимировича «Створення та критерії роботи конструктивних моделей сталевих балок із вогнезахистом», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, за актуальністю, за обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням, повнотою викладу результатів досліджень у фахових наукових виданнях є завершеною, самостійно виконаною

науковою працею, а також відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44.

Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи вважаю, що її автор **БАШИНСЬКИЙ Олексій Володимирович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія в галузі знань 19 – Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
начальник кафедри пожежної профілактики в
населених пунктах факультету пожежної безпеки
Національного університету
цивільного захисту України



Ю.А. Отрош

Особистий підпис *Отрош Ю.А.* за свідчення:
Начальник ВП *Шульченко*
24.07.2024



Шульченко