

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Даурова Михайла Костянтиновича

на тему: «**РОБОТА СТАЛЕВИХ КАРКАСІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ
ПРИ ПОЖЕЖІ ІЗ ПОСИЛЕННЯМ ЖИВУЧОСТІ**»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

192 – будівництво та цивільна інженерія,

галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Детальний аналіз дисертації Даурова Михайла Костянтиновича «Робота сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі із посиленням живучості» дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Застосування сталевих каркасів є перспективним напрямом у багатоповерховому будівництві. Для України, в умовах післявоєнної відбудови, внаслідок таких переваг як час зведення, гнучкість планування, оборотність життєвого циклу застосування таких систем може стати вкрай доцільним. Сталеві каркаси можливо використовувати як несучі конструкції для реконструкції існуючих будівель, зокрема для надбудови.

Наукові дослідження у напрямі моделювання впливу пожежі на несучі конструкції багатоповерхових будівель та посилення живучості їхніх сталевих каркасів є актуальними, тим більше, що для об'єктів класу наслідків ССЗ, до яких саме і відносяться такі будівлі, існує вимога щодо розрахунку на живучість а самої методики таких розрахунків для сталевих конструкцій наразі не існує.

Доцільність вибору теми дослідження та її актуальність підтверджується тим, що вона відповідає науковому напрямку кафедри в межах науково-дослідної теми: «Розвиток теорії вибору раціональних ресурсозберігаючих конструкцій сталевих рам з використанням ефективних двотаврових профілів енергоекономічних будівель» (номер держреєстрації: 0121U111715).

Наукова новизна одержаних результатів

Як наукову новизну слід відзначити:

- створення залежності коефіцієнтів використання несучої здатності (КВНЗ) в елементах сталевих каркасів багатоповерхових будівель (СКББ) для посилення живучості від геометричних розмірів каркасу;

- встановлення залежності живучості СКББ при пожежі від форми перерізів балок і колон;

- визначення рішень вузлів кріплення аутригерних систем в СКББ для посилення живучості.

Наукова новизна підтверджується основними завданнями дослідження, а саме:

- визначенням заходів посилення живучості СКББ при пожежі та узгодженням їх із діючим нормативними документами;

- визначенням залежності роботи елементів СКББ при пожежі від розташування джерел пожежі, типу вузлів з'єднання балок з колонами;

- визначенням найбільш безпечного механізму руйнування каркасів;

- розроблено методикою посилення живучості сталевих каркасів багатопверхових будівель, за якого при пожежі механізм руйнування каркасу буде довший та безпечніший, яку апробовано на прикладі існуючого об'єкту.

Практичне значення результатів досліджень

Практичне значення результатів досліджень полягає у тому, що розроблена методика розрахунків живучості СКББ при пожежі та розроблені практичні рекомендації з її використання. Ця методика та рекомендації можуть бути застосовані у практиці проектування СКББ.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень і достовірність теоретичних результатів, висновків і рекомендацій полягає в тому, що вони сформульовані здобувачем на основі теоретичних розрахунків на основі сучасних програмних комплексів. Отримані дані підтверджуються їх взаємоузгодженням та кореляцією основних закономірностей досліджених процесів з даними інших дослідників, окремо можна відзначити ретельні розрахунки за Єврокодами.

Автором виконано достатньо широкий аналіз літературних джерел із досліджуваної тематики.

Дисертація вміщує достатню кількість розрахункових моделей, графічного пояснювального матеріалу, таблиць. Це свідчить про ґрунтовний підхід до отриманих теоретичних результатів, достатню обумовленість висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Аналіз змісту та завершеності дисертації

Дисертація, підготовлена Дауровим М.К. складається зі вступу, п'ятих розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (96 найменувань). Загальний обсяг роботи становить 216 сторінок.

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним і повною мірою відображає зміст дисертації та достатньо висвітлює її основні результати та висновки.

У *вступі* ґрунтовно викладено актуальність теми, показаний в'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, науково сформульовано мету, яка відповідає обраній темі, та розкрито у завданнях, викладено об'єкт та предмет дослідження, публікації та апробацію наукових розробок.

У *першому розділі* автор виконав огляд існуючих підходів до розрахунків живучості сталевих каркасів багатопверхових будівель при пожежі. На підставі огляду і аналізу наукової і нормативної літератури визначені особливості існуючої практики розрахунків конструкцій на живучість від вибухів та пожежі. Систематизовано та проаналізовано найвідоміші випадки прогресуючого руйнування будівель, в тому числі і для умов сучасного стану руйнувань в Україні внаслідок бойових дій. Проаналізовані сучасні рішення каркасів та вузлів каркасів багатопверхових будівель. Проаналізовані коефіцієнти зниження для вуглецевої сталі за підвищеної температури та на підставі цього альтернативні діаграми «напруження-деформація» для сталі; проаналізовано температурні режими при пожежі із систематизацією графіків температурного режиму, графіків стандартної пожежі для номінального та параметричного температурного режимів. Досконало виконано огляд вимог нормативних документів щодо забезпечення живучості та прогресуючого руйнування. Аналіз виконано для вітчизняних, імплементованих європейських та інших закордонних норм в залежності від класів наслідків

будівельних об'єктів, виконано відповідне порівняння вимог норм щодо урахування та розрахунків живучості. На основі виконаного огляду сформульовані висновки, які підтверджують визначені цілі та завдання дисертаційної роботи.

У *другому розділі* розглянута робота сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі. На основі прийнятої моделі дослідження - рамного ортогонального сталевих каркасу багатоповерхової будівлі розглянуті різні стратегії посилення живучості. Дослідження виконані за розробленим алгоритмом з урахуванням різних сценаріїв пожежі, вогнезахисту, параметричних температуро-часових залежностей для пожежі, розрахунків каркасу на дію температурних навантажень. Виконані розрахунки за шістьма сценаріями із різними температурними режимами для визначення залежності температури в протипожежному відсіку, графіків параметричної температурно-часової залежності, визначення зусиль для прийняття матеріалів вогнезахисту і температурних навантажень.

У *третьому розділі* виконані дослідження роботи елементів сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі. Під час порівняння роботи елементів сталевих каркасів багатоповерхових будівель за різного розташування джерела пожежі на прийнятій моделі на дію пожежі, проаналізовано зміну навантаженості в часі різних елементів каркасу при: різному розташуванні джерела пожежі; різних вузлах примикання балки до колони; різних початкових коефіцієнтах використання несучої здатності елементів; допущення або недопущення пластичних деформацій в балках. Розглянуто чотири сценарії пожежі, жорсткі та шарнірні вузли примикання балок до колон, визначені припущення та розроблена послідовність виконання розрахунків на живучість. Графіки зміни та приросту коефіцієнту використання несучої здатності (КВНЗ) надані для кожного з сценаріїв, так само, як і графіки зміни зусиль. Зроблено порівняння роботи елементів сталевих каркасів багатоповерхових будівель залежно від допущення/недопущення обмежених пластичних деформацій в балкових елементах. На підставі розрахунків надані висновки за розділом.

У *четвертому розділі* виконані розрахунки живучості сталевих каркасів багатоповерхових будівель з різними типами вузлів примикання балок до колон для розроблення методики посилення живучості сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі. Було проведено дослідження роботи моделі сталевих каркасів багатоповерхової будівлі до першого руйнування, під час самого руйнування, після першого руйнування до прогресуючого руйнування. Для прийнятої моделі були прийняті критерії руйнування елемента каркасу із настанням в ньому шарніру пластичності. Характеристикою пластичного шарніра для стиснуто-зігнутого елемента прийняті відповідні залежності поздовжньої сили та згинального моменту в площині каркасу. Змодельовані процеси руйнування елементів, встановлений критерії живучості – час живучості та час втрати живучості. Всі розрахунки виконані на підставі запропонованого алгоритму. В якості заходу посилення живучості каркасу при пожежі було досліджено Х-подібні аутригерні системи на верхньому поверсі. Для обмеження вертикальних переміщень запропоновано варіант вузла кріплення аутригерів. Розглянуті схеми руйнування моделі та визначені причини руйнувань. Для різних типів вузлів – жорстких та шарнірних – розрахована їхня робота при пожежі за аналізом розподілу переміщень і напружень.

У *п'ятому розділі* на основі розрахунку на живучість каркасу семиповерхової будівлі при можливій пожежі, надано приклад практичного застосування методики посилення живучості сталевих каркасів багатоповерхових будівель. Були досліджені варіанти посилення живучості даного каркасу при пожежі зі зміною конструктивної схеми, із введенням аутригерів та без введення аутригерів. Виконані порівняльні розрахунки та відповідні запропоновані конструктивні заходи, дозволили суттєво – у 48 разів, збільшити час живучості конструкцій будівлі. Розділ проілюстрований великою кількістю розрахункових схем, результати розрахунків

зведені у відповідні таблиці. Розрахунки прикладу підтверджують запропоновану автором методику розрахунків на живучість при пожежі.

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

У дисертаційній роботі відсутні ознаки порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів має посилання на відповідне джерело.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено у 9 працях (з яких 4 – одноосібні), 2 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science, 3 статті опубліковані в наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії «Б» та 4 тези міжнародних конференцій.

Наукові публікації Даурова М.К відповідають вимогам п. 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Наведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях міжнародного рівня, де доповідалися основні положення та результати досліджень.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації

Загальні зауваження щодо **оформлення** дисертації.

1. Сторінки 23/24, 50-52, 61/62, 66/67, 70/71, 77/78, 79/80, 82/83, 83/84, 85/86, 96/97, 102-104, 112/113, 118/119, 154/155, 165/166, 187/189, 198-200 - розрив (перенесення) таблиць та рисунків під час перенесення зі сторінки на сторінку виконано не за правилами.
2. Масштаб деяких рисунків (рис. 1.1, 1.3, 1.8, 2.3, 2.6, 3.12, 3.21, 4.4, 4.42, 5.3, 5.6, 5.7...), потрібно було б визначати таким, щоб це не призводило до наявності незаповнених текстом просторів.
3. Стр.11, Наукова праця 7 – помилка у написі посилання.
4. Стр. 17 – Практичне значення одержаних результатів - незрозуміло вислів стосовно методики - «рекомендації з її посилання».
5. Стр. 56 – немає номеру Єврокоду.
6. Рис. 3.1. Стержнева скінчено-елементна модель поперечника сталевого каркасу із 3-х прольотів та 3-х поверхів – відсутній.
7. На графіках розділу 3.1 - рис. 3.4, рис. 3.5, (стор. 98), рис. 3.8 (стор. 101), рис. 3.10, (стор. 102), рис. 3.13, рис. 3.14 (стор. 105), рис 3.19, рис. 3.20 (стор. 109), рис. 3.22 (стор. 111), рис 3.25, рис. 3.26 (стор. 114) немає розмірності по осі ординат. Аналогічні помилки для рисунків розділів 3.2, 3.3 та 3.4.
8. Стр. 127. Другий рядок – пропущене слово «стан».
9. Стр. 141, помилка у назві рис. 4.3.
10. Стр. 212, назва літератури п. 69 – помилка у назві.

Зауваження стосовно **змісту** роботи.

1. Стр. 14. У переліку скорочень різні скорочення КВНЗ_б та КВНЗ_к відповідають однаковому коефіцієнту використання несучої здатності.

2. Застосування та пояснення поняття «живучість» яке є основним в даній роботі зроблено не вдало. Спочатку йде посилання на існуючий ДБН (стор. 20), а вже потім, на сторінках 23, 48, 54 та 143 (розділ 4) йде остаточне пояснення сенсу цього визначення і введення базового поняття для цього дослідження - «час живучості» (стор. 143).

3. У тексті дисертації немає чітко визначеного поняття «аутригерні системи». На стор. 54 йде посилання на «різні типи аутригерних систем» та «хрестові аутригери», але відповідних схем та пояснень немає. У подальшому (розділ 4), так само ці системи, як «X-подібні аутригерні системи» введені без достатнього пояснення, тільки із посиланням на літературу «як найбільш ефективні».

4. Було б доречно у таблицю 1.1. вставити як приклад прогресуючого руйнування аварію на Вуглегірській ТЕС у 2013 році.

5. Фраза «Існуючі багатоповерхові будівлі зі сталевим каркасом знаходяться під загрозою» (стор. 25) є зайвою.

6. Є недоречним застосування термінів «економічно» «економічні заходи», «економічні рішення» (стор. 58, стор. 61). Якщо під час досліджень відповідні показники не були розраховані у економічному сенсі (гривні, години, люд. години тощо) застосовувати термін «економічний» не є правильно. В наявних в дисертації економічних розрахунках – табл. 2.18 (стор. 88) та табл. 5.4, розділ 5.1 (стор. 200), розрахунок додаткових грошових витрат та вартість «в ділі» зроблені в дуже узагальненому спрощеному вигляді, що не може рахуватися як повний економічний аналіз.

7. Прийнятий вогнезахист на підставі розрахунків -цементно-вермікулітові плити типу «Ендотерм 210104» як «єдині на момент проведення дослідження (2018 рік) матеріали вогнезахисту сталевих конструкцій в Україні, що забезпечують межу вогнестійкості R180» викликає сумнів. Для забезпечення межі вогнестійкості R180 вже достатньо давно застосовують звичайні гіпсокартонні системи, наприклад KNAUF та інші матеріали на основі мінеральної вати із близькими фізико-механічними властивостями щодо прийнятих плит для вогнезахисту (стор. 82).

8. Розділ 2 було б доцільно розбити на дві частини: опис сценаріїв пожежі і їх пояснення – стадії нагрівання та охолодження, конструктивні особливості моделі та параграф із розрахунками пожежі та відповідними отриманими залежностями за результатами розрахунків.

9. Неприпустимо використання фрази «... граничний стан настає раніше/пізніше...» (глава 3). Потрібно чітко вказувати або час, або температуру, або приведені коефіцієнти щодо настання граничного стану.

10. У розділі 3 розглядається у розрахунках аналізується виключно перший граничний стан. Але, введення шарнірів пластичності призводить до можливого виникнення руйнування саме за другою групою граничних станів. І взагалі, розрахунок за другим граничним станом є так само необхідний, як і за першим. Якщо автор вважає пріоритетним руйнування за першим граничним станом, це потрібно чітко визначити і обґрунтувати в передумовах розрахунків.

11. Сторінка 158, розділ 4.1. Не зрозуміло термінологію «нагріта колона не витримує динамічного ефекту».

12. Особливо важливою складовою роботи можна рахувати розроблену автором методику посилення (розрахунків) живучості сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі, надану у розділі 4. Нажаль, для її цілісного розуміння потрібно скласти декілька різних частин з різних розділів. Можна було б запропонувати автору або розпочати розділ 4 з систематизації загальних теоретичних передумов методики та потім додати розроблені алгоритми розрахунків для різних припущень, умов та нормативних документів, або завершити розділ методикою, що ґрунтується на передумовах та підтверджена розрахунками. А потім, у розділі 5 крок за кроком, базуючись на реальному прикладі, показати цілісність та практичну значущість запропонованої методики.

13. Епюри зусиль (розділ 4) можна було б зробити окремо, наприклад у додатку, а у розділі надати підсумовуючи результати у вигляді таблиць або графіків.

14. Словосполучення «національна методика» (п.11, загальні висновки, стор. 204) є дуже помпезним для даної роботи. Національною методика стає після проходження спеціальної нормованої процедури, чого наразі немає.

Загальний висновок

Результати аналізу дисертації, анотацій українською та англійською мовами, опублікованих праць дають підстави для висновку про те, що дослідження Даурова Михайла Костянтиновича «Робота сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі із посиленням живучості», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 – Архітектура та будівництво є завершеним самостійним науковим дослідженням.

За рівнем наукової новизни отриманих результатів та їхнього практичного значення дисертація «Робота сталевих каркасів багатоповерхових будівель при пожежі із посиленням живучості» містить наукову новизну, має теоретичне та практичне значення, розв'язані в роботі задачі мають практичне значення для будівельної галузі знань.

Дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...» (із змінами), затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор – Дауров Михайло Костянтинович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри «Будівельні конструкції,
будівлі та споруди» Донбаської національної
академії будівництва і архітектури
Міністерства освіти і науки України

Сергій Колесніченко

Підпис Сергія Колесніченка засвідчую
Ректор Донбаської національної
академії будівництва і архітектури



Василь Кравець