

ВІДГУК

опонента доктора технічних наук, професора

ДАНЧЕНКО Юлії Михайлівни

на докторську дисертацію **КОВАЛЬОВА Андрія Івановича**

«Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність теми. Актуальність вибору теми дисертації зумовлена невтішною статистикою пожеж в Україні, при цьому в 83% випадків руйнуються будівлі та споруди різного функціонального призначення. Це пов'язано з тим, що одним з факторів, на якому ґрунтується пожежна безпека під час проєктування, будівництва та експлуатації будівель та споруд є забезпечення вогнестійкості конструкцій комплексом заходів, які передбачаються як технологією виконання, так і застосуванням вогнезахисних покриттів. Автором було встановлено, що сучасний стан цього наукового напрямку характеризується деякими протиріччями як на практиці, так і в теоретичному плані. Виявлені протиріччя дозволили автору актуалізувати наукову проблему в сфері пожежної безпеки, яка полягає у вирішенні недосконалостей методів оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій шляхом розробки і реалізації розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації вогнезахисних покриттів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2011-2015 роки та у рамках 3-х науково-дослідних робіт Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України та НУЦЗУ, в яких автор був відповідальним виконавцем або виконавцем: «Розрахунково-експериментальний метод визначення характеристик вогнестійкості будівельних конструкцій, обладнання і вогнезахисних покриттів» (ДР № 0113U001473, 2013-2014 рр.), «Визначення довговічності вогнезахисних покриттів металевих конструкцій, що спучуються» (ДР № 0115U000978, 2015-2016 рр.), «Прогнозування залишкового ресурсу будівельних конструкцій після силових, деформаційних і високотемпературних впливів» (ДР № 0119U001003, 2019-2023 рр.).

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації підтверджено вирішенням поставлених завдань з використанням результатів експериментальних досліджень достатньо великого необхідного об'єму, отриманого з використанням метрологічно атестованого обладнання та повірених засобів вимірювання; використанням під час теоретичних досліджень

загально визнаних принципів та припущень теорії теплообміну, фундаментальних закономірностей будівельної механіки, методів розрахунку будівельних конструкцій з використанням сучасних розрахункових комплексів; використанням апробованих чисельних методів інтегрування математичних моделей теплообміну і розв'язання обернених задач теплопровідності; співставленням отриманих даних з експериментальними результатами як власними, так і інших дослідників, зокрема закордонних, даними чисельного моделювання роботи конструкцій, а також статистичною обробкою отриманих результатів; задовільним збігом розрахункових та експериментальних температур в випробуваних вогнезахисних залізобетонних конструкціях; верифікацією та валідацією побудованих комп'ютерних моделей; практичним впровадженням отриманих результатів; апробацією наукових результатів, моделей, рекомендацій на наукових конференціях та семінарах.

Результати досліджень мають гармонійне поєднання теоретичних і експериментальних даних, апробовані в публікаціях автора й у доповідях на науково-практичних конференціях різного роду представництва. Виходячи з вищезазначеного, очевидним є те, що наукові положення в повній мірі обґрунтовані, а висновки, рекомендації та практична реалізація, що зроблені на основі наукових положень, достовірні, мають логічну основу й обґрунтування.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень полягає у розвитку наукових основ оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій, будівель та споруд при сумісному високотемпературному та силовому впливах, які враховують вплив товщини вогнезахисного покриття, теплофізичних характеристик, механічних властивостей будівельної конструкції, режиму пожежі, кліматичних факторів на ефективність процесу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій.

Уперше:

1. Розроблено математичну модель для оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій, яка дозволяє враховувати теплофізичні характеристики залізобетонних конструкцій та вогнезахисних покриттів, особливості режимів пожежі, механічні властивості матеріалів за високих температур, нелінійність законів деформування матеріалів конструкції та оцінювати вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій у граничних станах за ознакою втрати несучої та/або теплоізолювальної здатності.

2. Розроблено розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій на основі використання експериментальних та розрахункових процедур, який відрізняється від наявних ідентифікацією теплофізичних характеристик моделі на основі розв'язання обернених задач теплопровідності за даними випробувань на вогнестійкість, визначенням мінімальної товщини вогнезахисного покриття за результатами випробувань на вогнестійкість

вогнезахищених залізобетонних конструкцій за різних умов випробувань та значеннях чинників впливу.

3. Розроблено методологічну базу для оцінювання вогнестійкості будівель із вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій шляхом побудови моделей теплового та напружено-деформованого стану будівлі, що відрізняються від тих, що існують, врахуванням наявності та властивостей вогнезахисних покриттів, високотемпературних, силових та кліматичних впливів, сумісної роботи будівельних конструкцій всієї будівлі та дозволяють оцінити вогнестійкість вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій, конструктивної системи чи її частини та рівень пожежної безпеки об'єкта в частині забезпечення вогнестійкості і прийняти ефективні рішення щодо підвищення вогнестійкості конструкцій.

Удосконалено:

4. Експериментальні та методичні підходи щодо оцінювання вогнестійкості та підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки об'єктів, що відрізняються застосуванням розробленого розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних конструкцій в частині додаткового врахування найбільш значущих параметрів впливу вогнезахисних властивостей покриттів в системі «будівельна конструкція–вогнезахисне покриття».

Набули подальшого розвитку:

5. Уявлення про засади забезпечення рівня пожежної безпеки будівель та споруд різного призначення із залізобетонних несучих будівельних конструкцій у частині обґрунтування необхідності оцінювання вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій при різних режимах пожежі та інших впливах з урахуванням специфіки завдань забезпечення рівня пожежної безпеки об'єктів.

Загальнонаціональне значення отриманих результатів. Автором розроблено методологічну базу для оцінювання вогнестійкості будівель із вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій. Розроблені комп'ютерні моделі теплового та напружено-деформованого стану будівлі, які дозволяють враховувати наявність та властивості вогнезахисних покриттів, високотемпературні, силові та кліматичні впливи, сумісну роботу будівельних конструкцій всієї будівлі та дозволяють оцінити вогнестійкість вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій, конструктивної системи чи її частини та рівень пожежної безпеки об'єкта в частині забезпечення вогнестійкості для прийняття ефективних рішень щодо підвищення вогнестійкості.

Результати дисертаційної роботи використані в процесі розроблення та впровадження двох державних стандартів України:

– ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд»;

– ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 «Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість» (акт впровадження ДП «Державний

науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» від 08.04.2019 р. № 100-582).

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості реалізації та впровадженні результатів роботи на об'єктах різного призначення під час будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту, зміни функціонального призначення, а також на об'єктах, що експлуатуються при оцінюванні та забезпеченні вогнестійкості вогнезахищених залізобетонних будівельних конструкцій.

Отримані від вітчизняних підприємств, установ та організацій акти впровадження результатів дослідження засвідчують їх прикладну актуальність.

Теоретичні, технологічні та методологічні положення роботи використані в освітньому процесі Національного університету цивільного захисту України для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) та другим (магістерським) рівнями вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» зі спеціальностей 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільна безпека» та в освітній процес Черкаського державного технологічного університету для підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) та другим (магістерським) рівнями вищої освіти в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Повнота викладу наукових положень, висновків та рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою докторської дисертації. Докторська дисертація є закінченою кваліфікаційною науковою працею. Основні положення й наукові результати дисертації викладено в 66 наукових працях, з яких: 1 монографія, проіндексована у базі даних Scopus; 2 статті у періодичних виданнях України, включених до категорії «А»; 19 статей у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз; 12 статей у наукових фахових виданнях України; 2 статті наукових періодичних виданнях інших держав; 7 статей у закордонних виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus; 1 стаття, яка додатково відображає наукові результати дисертації; 6 патентів на корисну модель; 1 авторське свідоцтво на твір; 15 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Кількість та науковий рівень опублікованих наукових праць повністю відповідає вимогам до докторських дисертацій.

У докторській дисертації та наукових працях, які розкривають її результати, відсутні академічний плагіат, фабрикації, фальсифікації.

Характеристика змісту докторської дисертації.

Дисертація має наукову новизну та практичну цінність, написана грамотною, літературною українською мовою, оформлена відповідно до вимог. Реферат повністю відтворює зміст дисертації.

Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг – 325 сторінок друкованого тексту, з них 249 сторінок основної частини

дисертації. Робота містить 113 рисунків, 19 таблиць, 265 найменувань використаних джерел, 10 додатків на 41-ій сторінці.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, мету, об'єкт, предмет та основні завдання дослідження, наведено наукову новизну, наукові положення і практичне значення отриманих результатів, дані про впровадження та апробацію результатів дослідження.

В першому розділі «Сучасний стан забезпечення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій та методів оцінювання» проаналізований сучасний стан забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд різного призначення, на підставі якого встановлено, що забезпечення нормованого значення межі вогнестійкості несучих елементів залізобетонних будівельних конструкцій є важливою і досить складною проблемою, розв'язання якої дозволить на стадії проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд об'єктів різного призначення застосовувати будівельні конструкції, які здатні забезпечити будівлям чи спорудам стійкість при високотемпературному впливі або при руйнуванні внаслідок порушення нормальних умов функціонування об'єкту.

Проведено аналіз надзвичайних ситуацій та пожеж, в результаті якого встановлено, що велика кількість надзвичайних ситуацій, в тому числі внаслідок пожеж, відбувається через нехтування або неврахування під час проєктування вимог пожежної безпеки щодо вогнестійкості будівельних конструкцій, в тому числі і вогнезахисених. Зроблено висновок, що одним із пріоритетних напрямків забезпечення вогнестійкості будівель та споруд є використання вогнезахисених будівельних конструкцій з вогнезахисними покриттями з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації. Проаналізовані переваги та недоліки методів оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій.

Виконаний аналіз дозволив сформулювати мету та завдання дослідження.

У другому розділі «Розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій» розроблено математичну модель та на її основі розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій. Розглянуто алгоритм застосування запропонованого методу, надано опис процедур його реалізації. Перевірено працездатність запропонованого методу при виявленні взаємозв'язку між параметрами пасивного вогнезахисного штукатурного покриття та вогнестійкістю вогнезахисеного багатопустотного залізобетонного перекриття. Описано основні складові розрахунково-експериментального методу.

У третьому розділі «Перевірка достовірності розроблених математичної моделі та розрахунково-експериментального методу» перевірено достовірність розроблених математичної моделі та розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних конструкцій використовуючи аналіз чутливості параметрів математичної моделі на вихідний

результат та обчислювальний експеримент. Проведено аналіз похибок у вимірюванні температури на точність визначення параметрів вогнезахисного покриття. Досліджено вплив температурних режимів пожежі на точність методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій.

У четвертому розділі «Розробка методологічної бази для оцінювання та прогнозування вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій» запропоновано алгоритм та процедуру реалізації розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій, що включає тепловий аналіз конструкцій, математичне моделювання конструкцій методом скінчених елементів, визначення зусиль і деформацій в конструкціях, порівняння характеру деформацій реального об'єкту і математичної моделі й подальше уточнення, у разі потреби, характеристик жорсткості матеріалів елементів моделі; розрахунок уточненої моделі, визначення зусиль і переміщень; перевірка дотримання умов, які забезпечують несучу здатність і деформативність залізобетонних конструкцій, будівель та споруд. Розроблено скінчено-елементні моделі для теплотехнічного та статичного розрахунків вогнезахисних залізобетонних конструкцій (на прикладі багатопустотного перекриття і колони) в програмному комплексі ANSYS та ЛІРА-САПР. За допомогою розроблених моделей було проведено моделювання нестационарного прогріву та розрахунок напружено-деформованого стану вказаних конструкцій.

У п'ятому розділі «Впровадження розробленого розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій» розроблено математичну модель будівлі, що дозволяє оцінити рівень пожежної безпеки об'єкта в частині забезпечення вогнестійкості та прийняти ефективні рішення щодо підвищення вогнестійкості конструкцій з використанням вогнезахисних покриттів з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації. Розроблено комп'ютерні моделі теплового та напружено-деформованого стану будівлі триповерхового паркінга для автомобілів, яка складається із вогнезахисних конструкцій, які враховують: теплофізичні характеристики вогнезахисних покриттів, теплофізичні та механічні властивості матеріалів, з яких складається конструкція, нелінійні закони деформування матеріалів моделі, механічні властивості матеріалів при високотемпературних та силових впливах.

У шостому розділі «Економічна ефективність застосування розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій» визначено економічну ефективність застосування розрахунково-експериментального методу. Проведено техніко-економічне обґрунтування застосування вогнезахисних залізобетонних конструкцій з науково обґрунтованими товщинами вогнезахисних покриттів. Проведені розрахунки економічного ефекту від

впровадження розробленого методу оцінювання на прикладі паркінга для автомобілів.

Загальні висновки засвідчують виконання всіх поставлених завдань дослідження та характеризуються єдністю змісту, повністю відображають отримані у роботі результати.

У додатках представлено список публікацій здобувача за темою дисертації, відомості про апробацію результатів дисертації, документи про впровадження, листи підтримки, ліцензія ЛІРА-САІР та локальні кошториси.

Зауваження та дискусійні питання стосовно положень докторської дисертації.

1. В дисертації наведені методи підвищення вогнестійкості залізобетонних конструкцій шляхом використання вогнезахисних покриттів; було б доцільно провести порівняльний аналіз щодо ефективності різних покриттів за природою та вогнезахисними, технологічними і експлуатаційними властивостями.
2. В роботі недостатньо висвітлені технологічні та експлуатаційні питання використання вогнезахисних покриттів для залізобетонних поверхонь, що захищаються: спосіб приготування та нанесення на поверхню, час, необхідний для формування покриття з максимальними вогнезахисними та фізико-механічними властивостями, ступінь адгезії покриття до поверхні, довговічність та тривалість зберігання основних властивостей під час експлуатації тощо. Також було б доцільно врахувати технологічні та фізико-механічні властивості вогнезахисних покриттів у методах оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій.
3. При розробці розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій автором запропонований механізм зміни коефіцієнта теплопровідності вогнезахисного штукатурного покриття без врахування компонентного складу та природи компонентів. Очевидно, що запропонований механізм не є універсальним для всіх існуючих штукатурних покриттів та істотно залежить від вищеозначених факторів.
4. В роботі не приділено увагу екологічному ефекту, який, безперечно, є внаслідок впровадження розробленого розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій.
5. З тексту дисертації незрозуміло, чи можливо використовувати розроблений розрахунково-експериментальний метод для будівель та конструкцій, які збереглись або частково зруйновані внаслідок пожежі.

Загальний висновок та оцінка дисертації.

Відмічені зауваження та пропозиції не знижують наукового значення отриманих у дисертації результатів, які дозволяють оцінювати вогнестійкість залізобетонних будівельних конструкцій за допомогою розробленого розрахунково-експериментального методу оцінювання.

Викладені у дисертації результати науково обґрунтовані та в сукупності вирішують науково-практичну проблему у сфері пожежної безпеки, що полягає у недосконалості методів оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій, шляхом розробки і реалізації розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних будівельних конструкцій з обґрунтованими параметрами та умовами експлуатації вогнезахисних покриттів.

Дисертація Ковальова Андрія Івановича за темою: «Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості вогнезахисених залізобетонних будівельних конструкцій» є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, містить наукові положення та нові науково обґрунтовані результати, одержані здобувачем особисто, які мають практичну та теоретичну цінність, та які підтверджено відповідними документами. Дисертація за змістом, структурою та оформленням відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека та вимогам п. 6, 7, 8, 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор, Ковальов Андрій Іванович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Опонент:

професор кафедри фундаментальних дисциплін Національної академії Національної гвардії України МВС України, доктор технічних наук, професор



Юлія ДАНЧЕНКО

Підпис професора Юлії ДАНЧЕНКО засвідчую.

Завідувач
фундаментальних дисциплін
Начальник відділу кадрів
підполковник



Людмила АЛФІМОВА



Костянтин СЕРДЮК