

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, начальника кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України Отроша Юрія Анатолійовича на дисертаційну роботу Ковалишина Богдана Михайловича за темою «Підвищення ефективності запобігання поширенню пожежі ззовні будівель протипожежними карнизами», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Актуальність роботи.

Сучасна архітектурна парадигма розвитку мегаполісів характеризується стрімкою урбанізацією та домінуванням висотних багатофункціональних будівель, що, у свою чергу, ставить перед науковою спільнотою у сфері цивільної безпеки виклики безпрецедентної складності. Питання забезпечення пожежної безпеки фасадних систем перейшло з розряду суто інженерних завдань у площину стратегічної національної безпеки, оскільки зовнішні огорожувальні конструкції є найбільш вразливим елементом будівлі у контексті неконтрольованого вертикального поширення вогню. Аналіз світової пожежної статистики за останні два десятиліття (2000–2024 роки) свідчить про те, що хоча внутрішні системи пожежогасіння ефективно локалізують до 79 % пожеж у межах одного-двох поверхів, фасадні пожежі демонструють кардинально іншу динаміку: у 28 % випадків вогонь охоплює від 3 до 5 поверхів, а 2 % пожеж супроводжуються поширенням на 6–100 поверхів, що практично унеможливлює ефективне гасіння традиційними методами.

Трагічні випадки пожеж наочно ілюструють фізичне явище, відоме як «ефект стіни над полум'ям» або «ефект Коанда», коли турбулентний факел полум'я через різницю тисків притискається до поверхні фасаду, спричиняючи каскадне руйнування скління на вище розташованих поверхах. В умовах України, де активно впроваджуються багатошарові системи з горючими компонентами (пінополістирол, поліуретан, алюмінієві композитні панелі з полімерним наповнювачем), потреба розробки надійних методів конструктивного обмеження поширення вогню значною мірою актуалізується.

Дисертація Ковалишина Б.М. спрямована на вирішення актуального протиріччя між сучасними архітектурними вимогами до фасадів та необхідністю забезпечення високого рівня пожежної безпеки будівель. Автор звертається до дослідження ефективності застосування протипожежних карнизів – автономних пасивних засобів захисту, які, на відміну від активних систем, не залежать від електроживлення чи справності автоматики. Актуальність роботи підтверджується також необхідністю реформування чинної нормативної бази (ДБНВ.1.1-7, ДБН В.1.2-7), яка наразі пропонує лише жорсткі нормативні вимоги щодо ширини протипожежних поясів, не

враховуючи аеродинамічні властивості різних геометричних форм карнизів. Робота виконана у межах державних науково-дослідних тем ДСНС України та програм національної стандартизації на 2025–2026 роки, що підкреслює її значущість.

Новизна наукових положень.

Дисертація містить низку важливих наукових результатів, які вперше розкривають фізико-математичну природу взаємодії конвективного теплового потоку з горизонтальними перешкодами складної форми. Теоретична значущість роботи полягає у переході від суто геометричного підходу в нормуванні протипожежних бар'єрів до аеродинамічного та термодинамічного обґрунтування їхньої ефективності. Найбільш вагомими науковими положеннями дисертації є:

1. Вперше розроблено математичну модель руху полум'я та розігрітих газів, утворених під час пожежі при взаємодії з протипожежним карнизом з багатогранними виступами, відмінністю якої є врахування впливу геометрії карнизу на параметри конвективного потоку, що забезпечує зниження його тиску та швидкості до 60 % і унеможлиблює повторне приєднання полум'я до фасаду будівлі.

2. Вперше встановлено залежності впливу фасадних протипожежних перешкод заокругленої форми шириною 0,3–0,75 м на параметри висхідного конвективного потоку під час пожежі з питомим тепловим навантаженням 300–780 МДж/м², відмінністю яких є врахування формування зони підвищеного тиску та швидкості потоку, що забезпечує зниження температури на зовнішній поверхні стіни у 2,2–2,5 рази на висоті до 1,7 м.

3. Вперше розроблено експериментальну установку для дослідження процесів поширення пожежі по фасаді будівлі, відмінністю якої є відтворення фрагменту фасадної системи з імітацією вогневого осередку реальної пожежі та можливістю встановлення протипожежних карнизів різних конструктивних типів, що забезпечує визначення температурних режимів, параметрів висхідного конвективного потоку та оцінювання ефективності обмеження поширення пожежі.

4. Набула подальшого розвитку методика прогнозування поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель та її обмеження фасадними протипожежними перешкодами різних типів конструктивного виконання.

Практичне значення дисертаційних досліджень.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у створенні конкретного механізму для підвищення вогнестійкості сучасних будівель. Отримані результати мають безпосереднє застосування в діяльності

Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України, а також організацій і установ у сфері цивільного захисту.

Найважливішими практичними результатами є:

1. Методологія підбору типу протипожежного карнизу. Розроблено чіткий алгоритм вибору конструкції карниза залежно від функціональної зони будівлі (наприклад, для захисту стилізованої частини від висотної, або для відокремлення вертикальних протипожежних відсіків).

2. Удосконалення нормативної бази. Матеріали дисертації використані при підготовці змін до ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» та ДБН В.2.6-33 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування». Автор пропонує карнизи як науково обґрунтовану альтернативу суцільним протипожежним поясам, що значно розширює можливості проєктантів.

3. Економічний ефект. Шляхом впровадження параметричного методу оцінки та вибору найбільш ефективної форми карниза (зокрема форми «вінґлет»), вдалося довести можливість зменшення потенційних прямих збитків від руйнування фасадних систем під час пожежі на 29 %. Це досягається за рахунок локалізації вогню в межах одного поверху та захисту дорогих світлопрозорих конструкцій.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.

Достовірність отриманих у дисертації наукових положень та висновків не викликає сумнівів, оскільки вони базуються на методологічно системному підході та суворому дотриманні принципів наукової верифікації. Обґрунтованість результатів підкріплена використанням сучасного математичного апарату та передового програмного забезпечення для моделювання пожеж. Зокрема, автор застосував:

1. Метод великих вихорів (LES). У межах програмного комплексу Fire Dynamics Simulator (FDS) було проведено низку експериментів, де варіювалися потужність джерела та швидкість висхідних газів. Використання сітки дискретизації з кроком 0,1 м дозволило адекватно відтворити турбулентні процеси в зоні карниза.

2. Експериментальну верифікацію. Результати комп'ютерного моделювання порівнювалися з даними натурних вогневих випробувань на спеціально створеній установці. Збіжність результатів за показником площі критичного прогріву (середня похибка 14%) свідчить про високу адекватність розроблених моделей.

3. Фізико-хімічні параметри матеріалів, закладені в моделі, відповідають реальним характеристикам: клінкерна цегла (1890 кг/м³), скло (2570 кг/м³),

полімерні рами (1230 кг/м^3). Такий детальний облік теплофізичних властивостей дозволив автору отримати точні карти температурних розподілів.

Повнота викладення основних результатів в опублікованих наукових працях.

Результати дисертації автора відображені у 13 наукових працях, що повністю відповідає нормативним вимогам Міністерства освіти і науки України для здобувачів ступеня доктора філософії. З-поміж опублікованих результатів: публікації у фахових виданнях України (4 статті), у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами Scopus та Web of Science (2 статті), матеріали апробаційного характеру (7 тез доповідей). Особистий внесок здобувача у всіх роботах є визначальним і полягає у проведенні моделювання, розробці методик та аналізі експериментальних даних.

Коротка характеристика роботи.

У першому розділі проведено критичний огляд світового досвіду (нормативи NFPA, DIN, Eurocodes). Автор виявив системні розбіжності в методах випробувань фасадів і робить критичне зауваження, що чинна в Україні нормативна ширина $0,75 \text{ м}$ не має під собою достатнього аеродинамічного обґрунтування і часто є надлишковою або, навпаки, недостатньою при певних конфігураціях фасадів.

У другому розділі розроблено програму-методику експериментів. Здобувач детально розписує математичну модель траєкторії полум'я, використовуючи низьке число Маха для рівнянь Нав'є-Стокса. Автор вивів рівняння балансу імпульсу в горизонтальній проекції LE та довів, що критичною умовою відриву полум'я є досягнення точки балансу, де горизонтальна швидкість від імпульсу теплового потоку наближається до нуля за межами площини фасаду. Це дозволило автору коректно перенести результати лабораторних досліджень на реальні об'єкти.

У третьому розділі представлено результати чисельного експерименту. Здобувач створив базову модель фрагмента фасаду та дослідив вплив 6 типів карнизів при ширині від $0,3$ до $1,5 \text{ м}$. Обґрунтовані в роботі дані переконливо свідчать, що «вінглет» при ширині лише $0,3 \text{ м}$ працює ефективніше за прямий карниз шириною $0,75 \text{ м}$, що дозволяє суттєво економити матеріали при будівництві.

У четвертому розділі наведено результати натурних вогневих випробувань. Автор детально описує конструкцію установки та методику проведення досліджень із використанням тепловізорів та мережі термодатчиків. Експериментально доведено, що форма «вінглет» створює зону підвищеного тиску ($14,5\text{--}15,5 \text{ Па}$) та стабільний висхідний потік ($3\text{--}5 \text{ м/с}$), що забезпечує «відштотування» полум'я від стіни. Середня похибка між моделюванням та

експериментом склала 14 %, що підтверджує надійність запропонованих моделей.

У п'ятому розділі автор синтезує отримані знання у практичну методологію. Запропоновано алгоритм підбору фасадних перешкод для різних зон: стилобату, покрівлі та міжповерхових відсіків. Оцінка економічного ефекту для висотної громадської будівлі показала можливість зниження прямих збитків на 29 % за рахунок локалізації пожежі та збереження фасадних конструкцій.

Оцінка оформлення дисертації.

Дисертація оформлена на високому професійному рівні відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 (зі змінами). Робота має чітку логічну структуру, виклад матеріалу в ній послідовний. Дисертація містить анотацію, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Текст супроводжується необхідною кількістю таблиць та ілюстрацій, що полегшують сприйняття матеріалу. Дисертація за змістом відповідає спеціальності 261 – пожежна безпека. Перелік опублікованих праць за темою дослідження в повному обсязі відображає зміст дисертаційної роботи.

Відсутність порушення академічної доброчесності.

На основі аналізу тексту дисертації та опублікованих праць автора порушень принципів академічної доброчесності не виявлено. Усі використані ідеї та результати інших дослідників мають відповідні посилання. Факти маніпулювання даними або фабрикації результатів відсутні.

Зауваження та дискусійні положення:

Позитивно оцінюючи основні результати дисертаційної роботи в цілому, слід зробити певні зауваження, які полягають у такому:

1. У Розділі 3 автор розглядає фрагмент фасаду лише в межах двох поверхів. У реальних умовах розвиненої пожежі у висотній будівлі часто виникає потужний турбулентний тепловий потік для декількох поверхів одночасно. Було б доцільно обговорити, як змінюється ефективність карнизів при охопленні вогнем більше ніж одного поверху.

2. Автор зазначає, що заокруглені карнизи можуть провокувати повторне приєднання полум'я через ламінарне обтікання, проте в розділі 5 вони рекомендовані для захисту покрівлі. Необхідно чіткіше визначити межі застосування заокруглених профілів, щоб уникнути ефекту притискання вогню до скатних дахів.

3. Розрахунок зниження збитків на 29 % базується на прямих втратах від руйнування фасаду. Однак не враховано непрямі збитки (перерва у робочих

процесах, витрати на тимчасове розселення мешканців). Додавання цих факторів могло б ще більше зміцнити аргументацію на користь запропонованих рішень.

4. Дослідження проводилося для негорючих фасадів. Було б корисно почути думку автора щодо вогнестійкості вузлів кріплення самих карнизів до стіни під час тривалого (понад 30 хв) впливу турбулентного полум'я, оскільки їхнє обвалення зробить захист неможливим.

Зазначені зауваження мають переважно дискусійний характер і не применшують наукової та практичної цінності дисертації.

Висновки.

Дисертаційна робота Ковалишина Богдана Михайловича «Підвищення ефективності запобігання поширенню пожежі ззовні будівель протипожежними карнизами» є завершеною кваліфікаційною працею, що має вагоме значення для галузі знань 26 «Цивільна безпека». Робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 (зі змінами) та Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 (зі змінами). Автор дисертації, Ковалишин Богдан Михайлович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Рецензент:

начальник кафедри державного нагляду
у сфері пожежної та техногенної безпеки
навчально-наукового інституту пожежної
та техногенної безпеки Національного університету
цивільного захисту України,
доктор технічних наук, професор



Юрій ОТРОШ

«10» червня 2026 р.

Підпис <u>Юрій Отрош</u>	<u>Державна служба України з надзвичайних ситуацій</u>
ЗАСВІДЧУЮ	
<u>Григорук</u>	відділу персоналу
“ ”	20__ р.

