

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Пурденка Романа Руслановича «Оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею»**, подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» з галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Актуальність вибраної теми дослідження.

Послідовна дія зовнішнього вибуху та пожежі є аварійним сценарієм, за якого несуча система будівлі зазнає динамічного і температурного впливу. Вибухове навантаження формує короткочасний імпульсний вплив, що може спричинити локальне пошкодження сталевих колон, балок, вузлів з'єднання, перекриттів і вогнезахисного покриття.

Після вибуху пожежа розвивається в умовах зміненого напружено-деформованого стану конструктивної системи. Пошкодження або відшарування вогнезахисного шару змінює умови прогріву сталевих елементів, унаслідок чого зменшується час досягнення температур, за яких відбувається істотне зниження міцності та жорсткості сталі.

Актуальність роботи в тому, що проведені, наряду з іншими науковцями одними із перших, аналітично-експериментальні дослідження для обґрунтування нового типу граничного стану будівельних елементів (сталевих балок і залізобетонних плит), які відповідають можливості будівельного несучого елемента зберігати обмежену несучу здатність, мати певний рівень живучості, зберігати працездатність після аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею. Розроблений в дисертації підхід попереднє дає можливість виконати оцінювання та прогнозування, розробити нові конструктивні рішення та запобігти у важливих випадках прогресуючому руйнуванню несучих конструкцій, зберегти життя людей і зберегти матеріальні ресурси.

Тому виконання дослідження, спрямованого на розроблення моделей і методики оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, є актуальним науково-прикладним завданням.

Формулювання наукової задачі, нове вирішення якої одержано в дисертації.

Метою роботи є розробка методики оцінювання до впливу аварійних навантажень, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, тим самим живучості окремого елемента, оцінити його спроможність зберігати працездатність і відповідати вимогам несучих сталевих вогнезахищених конструкцій.

Сформульовані та вирішені наступні завдання дослідження:

1. Проаналізовано сучасний стан досліджень щодо оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до надлишкового тиску вибуху та високотемпературних впливів пожежі, поведінки вогнезахисного покриття будівельних конструкцій.

2. Розроблено моделі, що дозволяють прогнозувати напружено-деформований стан будівельних конструкцій та відшарування вогнезахисного покриття в умовах зовнішнього вибуху.

3. Розроблено методику оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, виконано програмну реалізацію методики.

4. Розроблено підходи щодо забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу зовнішнього вибуху та пожежі й оцінка ефективності запропонованої методики.

Об'єктом дослідження є вплив вибуху та високотемпературний вплив пожежі на стійкість несучих сталевих вогнезахисних конструкцій.

Для отримання аналізу та обґрунтування результатів були цілком послідовно використані методи експериментального дослідження поведінки зразків при нагріванні та впливу вибуху, метод скінченних елементів; математичне та комп'ютерне моделювання процесів нестационарного теплообміну між факелом пожежі та будівельними конструкціями шляхом використання методу нестационарної теплопровідності; для обробки експериментальних даних та верифікації результатів теоретичних досліджень застосовано методи математичної статистики.

Наукова новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених досліджень.

Наукова обґрунтованість дисертаційного дослідження визначається логічним зв'язком між теоретичними положеннями, розробленими моделями, методикою оцінювання та її програмною реалізацією. У роботі враховано послідовність розвитку аварійного впливу: зовнішній вибух, пошкодження конструктивної системи та вогнезахисного покриття, подальший температурний вплив пожежі, зміна фізико-механічних характеристик сталі та оцінювання залишкової стійкості будівлі.

Наукова новизна дисертації полягає у наступних результатах.

Вперше розроблено математичну модель прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахисних конструкцій та динаміки відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху. Модель відрізняється від існуючих тим, що враховує сумісну роботу сталевих конструкцій та вогнезахисного покриття під час вибухового впливу і дозволяє визначати зони втрати зчеплення захисного шару зі сталевією основою.

Вперше розроблено методику оцінювання залишкового ресурсу несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до аварійних навантажень, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею. Методика базується на розробленій математичній моделі, враховує можливе відшарування вогнезахисного покриття, подальший прогрів сталевих елементів та зміну напружено-деформованого стану конструктивної системи.

Удосконалено комп'ютерну модель поведінки несучих сталевих вогнезахисних конструкцій за дії зовнішнього вибуху та пожежі, що забезпечує реалізацію методики у вигляді розрахункового інструменту.

Подальшого розвитку набули підходи до забезпечення живучості конструкцій шляхом визначення уразливих елементів, оцінювання стану вогнезахисту та обґрунтування інженерно-технічних заходів.

Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення дисертаційної роботи визначається прикладною спрямованістю розробленої методики та математичної моделі. Запропоновані результати дозволяють оцінювати роботу несучих сталевих вогнезахисних конструкцій після зовнішнього вибухового впливу з урахуванням можливого пошкодження вогнезахисного покриття та подальшого температурного впливу пожежі.

Розроблена методика може бути використана для аналізу напружено-деформованого стану конструктивної системи будівлі, визначення зон відшарування вогнезахисного покриття, оцінювання залишкової несучої здатності сталевих елементів, встановлення найбільш уразливих конструкцій та вибору інженерно-технічних заходів для зменшення наслідків аварійного впливу.

Результати роботи мають підтверджене практичне впровадження. Методика оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до аварійних навантажень, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, застосовується практичними підрозділами ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області, що підтверджено актом впровадження від 11.05.2026. Методика та математична модель прогнозування напружено-деформованого стану і динаміки відшарування вогнезахисного покриття використовуються ТОВ «КОВЛАР ГРУП» при оцінюванні та розробленні заходів з підвищення стійкості вогнезахисних покриттів до відшарування від сталевих конструкцій в умовах вибуху. Теоретичні положення дисертації використано в навчальному процесі для підготовки магістрів за спеціальністю К8 «Пожежна безпека», що підтверджено актом впровадження від 04.05.2026.

Особистий внесок здобувача.

Особистий внесок здобувача полягає в самостійному одержанні основних наукових результатів, викладених у дисертаційній роботі та опублікованих наукових працях, наведених у додатку. Здобувачем виконано аналіз сучасного стану досліджень щодо роботи сталевих вогнезахисних конструкцій за дії вибухових навантажень і пожежі, сформульовано наукові завдання, обґрунтовано розрахункові підходи та визначено напрями подальшого моделювання.

Автором розроблено та удосконалено чисельні й комп'ютерні моделі для оцінювання напружено-деформованого стану будівельних конструкцій за дії вибухових і високотемпературних впливів, виконано розрахунки конструктивних систем та окремих елементів, проаналізовано зони концентрації напружень, деформацій і можливого зниження стійкості. Окрему увагу здобувач приділив моделюванню роботи вогнезахисного покриття, оцінюванню його впливу на температурний стан сталевих конструкцій та обґрунтуванню передумов прогнозування відшарування вогнезахисного шару під дією вибухового навантаження.

Здобувачем також виконано порівняння результатів чисельного моделювання з експериментальними даними, здійснено апробацію запропонованих підходів під час оцінювання вогнестійкості та стійкості будівельних конструкцій, сформульовано висновки й практичні рекомендації щодо забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею.

Апробація результатів дисертації та публікації.

Апробація результатів дисертаційної роботи здійснювалася шляхом представлення основних положень дослідження на всеукраїнських і міжнародних науково-практичних конференціях, науково-технічних конференціях, тематичних заходах і наукових обговореннях. Тематика доповідей відповідає основним напрямкам дисертації.

Результати дисертаційного дослідження також розглядалися на засіданнях кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України у 2023–2025 роках.

Результати дисертації опубліковано у наукових статтях і тезах доповідей. Кількість та характер публікацій відповідають змісту дисертаційного дослідження і підтверджують оприлюднення основних наукових результатів роботи.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Побудова роботи є послідовною та відповідає змісту дослідження, спрямованого на оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею.

У вступі наведено загальну характеристику дисертації, визначено актуальність, мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів. Також подано інформацію щодо апробації, публікацій і структури роботи.

Перший розділ присвячено аналізу стану наукових досліджень і нормативних підходів у сфері оцінювання сталевих конструкцій за вибухових і пожежних впливів. У розділі обґрунтовано, що окремого розгляду потребує питання роботи вогнезахисного покриття після вибухового навантаження та його впливу на фактичну вогнестійкість сталевих конструкцій.

У другому розділі розроблено математичну модель прогнозування напружено-деформованого стану сталевих вогнезахищених конструкцій і відшарування вогнезахисного покриття. Наведено результати чисельного моделювання, перевірки моделей і зіставлення з експериментальними даними.

Третій розділ містить методику оцінювання несучої здатності конструкцій за послідовної дії зовнішнього вибуху та пожежі. Методика охоплює формування розрахункової моделі, визначення аварійного навантаження, оцінювання після вибухового стану конструкцій, урахування пошкодження вогнезахисту та подальший аналіз роботи будівлі за умов пожежі.

У четвертому розділі наведено рекомендації щодо забезпечення несучої здатності несучих елементів з метою запобігання руйнування і обвалення після аварійних навантажень і впливів сталевих вогнезахищених конструкцій і виконано оцінювання ефективності запропонованих рішень.

Загальний обсяг дисертації становить 232 сторінки, зокрема 167 сторінок основного тексту. Робота містить 74 рисунки, 22 таблиці та список використаних джерел із 164 найменувань.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення.

Зміст дисертації відповідає її темі та спрямований на розв'язання науково-прикладного завдання щодо оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею. У роботі розкрито основні складові дослідження: аналіз наукових і нормативних підходів, моделювання напружено-деформованого стану сталевих конструкцій, урахування можливого відшарування вогнезахисного покриття, оцінювання температурного впливу пожежі та розроблення рекомендацій щодо забезпечення стійкості конструктивної системи.

Дисертація має завершений характер. Матеріал викладено у науково-технічному стилі, термінологія загалом відповідає предметній області дослідження. Таблиці, рисунки та додатки використано для представлення розрахункових результатів, моделей і практичних положень. За змістом, структурою та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам до завершеного наукового дослідження.

Рівень виконання поставленого наукового завдання, оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Дисертаційна робота виконана державною мовою. Її розділи містять достатній за обсягом і змістом матеріал, що підтверджує вирішення поставлених наукових завдань, та завершуються відповідними висновками.

Зміст дисертації свідчить про здатність здобувача Пурденка Романа Руслановича самостійно визначати мету й завдання дослідження, обирати та застосовувати відповідні методи, аналізувати отримані результати й формулювати обґрунтовані висновки.

Вважаю, що здобувач продемонстрував належний рівень володіння компетентностями, необхідними для здобуття ступеня доктора філософії, а також методологією проведення наукових досліджень.

Дотримання академічної доброчесності.

Перевірка дисертаційної роботи та публікацій автора не виявила порушень академічної доброчесності.

Зауваження та дискусійні питання стосовно положень дисертації.

1. Під час моделювання нестационарного прогріву використано стандартний температурний режим пожежі. Дискусійним є питання, наскільки цей режим відповідає реальним пожежам після вибуху в залежності від типу і складу вибухової речовини.

2. У роботі доцільно було б чіткіше пояснити, як у методиці враховується послідовність дії у часі аварійних чинників: спочатку вибуху, а потім пожежі.

3. Для опису вибухового навантаження використано функцію Фрідлендера. Необхідно було порівняти час діє активної фази і відбитого тиску, отриманого в експерименті, із теоретичним або експериментальними даними інших авторів. Самі експериментальні дані дисертації містять дуже важливі результати.

4. Під час моделювання поведінки сталевих двотавра за вибухового навантаження враховано лише три варіанти випробувань. Підтвердження такого підходу виконується за статистичними критеріями, та із визначенням довірчого інтервалу.

5. У розрахунковому прикладі використано матеріал вогнезахисту «Ammokote GP-240». Доцільно уточнити можливість застосування методики для інших матеріалів.

6. Чому в математичній моделі відшарування сталевих конструкцій та вогнезахисний шар розглядаються як окремі середовища? Чи впливає на динаміку сталевих конструкцій відшарування вогнезахисного шару.

Проте вказані зауваження та дискусійні питання не знижують загальної позитивної оцінки проведеного дослідження і не впливають на наукове та практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи.

Вважаю, що робота відповідає вимогам до наукових робіт такого рівня.

Загальний висновок.

Таким чином, з огляду на актуальність, наукову новизну, достовірність та обґрунтованість отриманих результатів, науковий рівень і вірогідність сформульованих висновків, дисертаційна робота Пурденка Романа Руслановича на тему «Оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до аварійних впливів пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею» відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (зі змінами), а також вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами).

Автор дисертації, Пурденко Роман Русланович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

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

Сергій БІЛИК

« _____ » 2026 р.
Підпис завідувача кафедри металевих і дерев'яних конструкцій
Київського національного університету будівництва і архітектури,
доктор технічних наук, професор С.І. БІЛИК підтверджую

Секретар



[Handwritten signature of Serhiy Bilik]

[Handwritten signature of the Secretary]