

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» галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Актуальність обраної теми дослідження.

Оцінювання післяаварійного стану будівель зі сталевими вогнезахищеними конструкціями потребує врахування не лише дії пожежі, а й можливих попередніх пошкоджень, спричинених зовнішнім вибухом. До таких пошкоджень належать локальні переміщення, пластичні деформації, зміна роботи вузлів, часткове руйнування або відшарування вогнезахисного покриття.

Пожежа після вибуху призводить до формування температурного поля в перерізах сталевих елементів і зниження модуля пружності, межі текучості та несучої здатності сталі. За наявності пошкодженого вогнезахисту ці процеси відбуваються за інших умов теплопередачі, що має бути враховано під час розрахункового оцінювання стійкості конструктивної системи.

Саме цим зумовлена актуальність дисертаційної роботи, у якій розглянуто оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій за комбінованого аварійного впливу зовнішнього вибуху та пожежі.

Основні наукові результати є складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України № ДР 0123U100665 «Підвищення надійності захисних споруд цивільного захисту», в якій автор брав участь як виконавець.

Формулювання наукової задачі, нове вирішення якої одержано в дисертації.

Метою роботи є розробка методики оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею.

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

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

4. Розроблені підходи щодо забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу зовнішнього вибуху та пожежі й оцінено ефективність запропонованої методики.

Об'єкт дослідження. Вплив вибуху та високотемпературний вплив пожежі на стійкість несучих сталевих вогнезахищених конструкцій.

Предмет дослідження. Параметри напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій та вогнезахисного покриття в умовах динамічного навантаження від вибуху та високотемпературного впливу пожежі.

Для отримання, аналізу та обґрунтування результатів були цілком послідовно, закономірно та коректно 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.

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є обґрунтованими, оскільки базуються на поєднанні аналітичних залежностей, математичного моделювання, скінченно-елементного аналізу та перевірки розрахункових моделей. У роботі послідовно враховано основні чинники аварійного сценарію: дію зовнішнього вибухового навантаження, можливе пошкодження вогнезахисного покриття, зниження міцнісних властивостей матеріалів в умовах пожежі, спричиненої вибухом.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленій *вперше* математичної моделі прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій та динаміки відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху, яка на відміну від існуючих, враховує сумісну роботу сталевих конструкцій й вогнезахисного покриття в умовах впливу вибуху та дозволяє визначати зони відшарування вогнезахисного покриття.

Окремим результатом є розроблена *вперше* методика оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструктивної системи будівлі в умовах зовнішнього вибухового навантаження з урахуванням можливого відшарування вогнезахисного покриття несучих сталевих конструкцій, яка базується на розробленій математичній моделі

прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахисних конструкцій та відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху та подальшого температурного впливу від пожежі, виявлення найбільш уразливих несучих конструкцій будівлі, вжиття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів задля недопущення руйнувань.

Удосконалена комп'ютерна модель поведінки несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу зовнішніх вибухів та пожеж, яка забезпечує програмну реалізацію розробленої методики.

Подальшого розвитку набули підходи до забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до зовнішнього вибуху та пожежі.

Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення результатів дисертаційних досліджень полягає у можливості їх застосування під час оцінювання стійкості будівель зі сталевими вогнезахисними конструкціями до зовнішнього вибуху та пожежі. Розроблена методика забезпечує послідовне врахування вибухового навантаження, післявибухового пошкодження вогнезахисного покриття, температурного впливу пожежі та зміни напружено-деформованого стану конструктивної системи.

Практичне використання одержаних результатів дає змогу визначати уразливі несучі елементи, оцінювати вплив відшарування вогнезахисного покриття на прогрів сталі, прогнозувати можливі зони локального руйнування та обґрунтовувати заходи щодо підвищення стійкості будівель. До таких заходів належать зменшення інтенсивності вибухового впливу, підвищення стійкості вогнезахисного шару до відшарування, підсилення окремих елементів та забезпечення резервування конструктивної системи.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у практичну діяльність і освітній процес. Методика застосовується практичними підрозділами ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області в межах їх повноважень. Методика та математична модель використовуються ТОВ «КОВЛАР ГРУП» для оцінювання й розроблення заходів щодо підвищення стійкості вогнезахисних покриттів до відшарування від сталевих конструкцій в умовах вибуху. Теоретичні положення роботи використовуються в освітньому процесі підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань К «Безпека та оборона», спеціальності К8 «Пожежна безпека».

Особистий внесок здобувача.

Особистий внесок здобувача полягає у виконанні основної частини теоретичних, розрахункових і прикладних досліджень, результати яких наведено в дисертації та наукових публікаціях. Автором здійснено постановку наукових завдань, проведено аналіз літературних джерел, узагальнено підходи до оцінювання стійкості будівельних конструкцій за дії

вибуху та пожежі, а також обґрунтовано необхідність урахування пошкодження вогнезахисного покриття після вибухового впливу.

Здобувачем розроблено розрахункові та комп'ютерні моделі для визначення напружено-деформованого стану сталевих і залізобетонних конструкцій, змодельовано роботу окремих елементів і конструктивних систем будівель, досліджено вплив вибухових навантажень, пожежі та взаємодії конструкцій з основою. Автор брав участь у розробленні й удосконаленні моделей оцінювання вогнестійкості вогнезахисних конструкцій, аналізував температурний стан елементів, зони можливих пошкоджень і умови втрати несучої здатності.

У межах виконаних досліджень здобувачем обґрунтовано критерії оцінювання стійкості сталевих конструкцій, визначено передумови моделювання відшарування вогнезахисного покриття, проведено чисельні розрахунки та узагальнено їх результати. На основі отриманих даних сформовано наукові положення, висновки та рекомендації щодо оцінювання і забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій за умов зовнішнього вибуху та подальшої пожежі.

Апробація результатів дисертації та публікації.

Апробація результатів дисертаційної роботи є достатньою. Основні положення та результати дослідження були представлені й обговорені на науково-практичних конференціях різного рівня, зокрема на Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення» (м. Львів, 2022 р.), міжнародних конференціях серії «Проблеми пожежної безпеки» / «Fire Safety Issues» (м. Харків, 2024 р.), Всеукраїнських науково-практичних конференціях з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (м. Черкаси, 2024 р.), Міжнародних науково-практичних конференціях «Problems of Emergency Situations» (м. Харків, 2023 р.; м. Черкаси, 2026 р.), круглому столі (вебінарі) «Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків» (м. Харків, 2023 р.), XI Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми інженерної механіки» (м. Одеса, 2025 р.) та I Міжнародній науково-практичній конференції «Технології безпеки: сучасні виклики та перспективи» (м. Черкаси, 2026 р.).

За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з них 7 статей у фахових виданнях України, 1 публікація в іноземному виданні та 6 тез доповідей на конференціях. Наведені відомості свідчать про належний рівень апробації результатів дисертаційної роботи та їх висвітлення у наукових публікаціях.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається із титульної сторінки, анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 232 сторінок, з яких 163

сторінок основного тексту, містить 74 рисунків та 22 таблиці. Список використаних джерел налічує 164 найменувань.

У вступі визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, методи, наукову новизну та практичне значення результатів. Наведено відомості про зв'язок роботи з науковими програмами, особистий внесок здобувача, апробацію, публікації та структуру дисертації.

Перший розділ містить аналіз наукових джерел, нормативних документів і практичних випадків руйнування сталевих каркасних конструкцій під впливом вибуху та пожежі. На основі проведеного аналізу визначено передумови для подальшого дослідження стійкості несучих вогнезахищених сталевих конструкцій з урахуванням можливого пошкодження вогнезахисного шару.

У другому розділі розроблено математичну модель та здійснено комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій і процесу відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху. Також наведено результати перевірки моделей і підтверджено можливість їх застосування для подальшого оцінювання конструкцій за умов пожежі після вибухового впливу, можливості відшарування вогнезахисного покриття.

У третьому розділі представлено методику оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних навантажень, пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею. Методика дозволяє визначати напружено-деформований стан будівлі, зони пошкодження вогнезахисного покриття, уразливі елементи та потребу в інженерно-технічних заходах.

У четвертому розділі запропоновано підходи до забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій, проведено оцінювання ефективності методики та наведено рекомендації щодо зменшення наслідків комбінованого аварійного впливу.

Висновки цілком відповідають сформульованим задачам дослідження та є стислим висвітленням одержаних здобувачем результатів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, зміст якого відповідає заявленій темі, меті та поставленим завданням. У роботі послідовно розглянуто сучасний стан досліджень щодо оцінювання стійкості сталевих вогнезахищених конструкцій за дії вибухових і температурних впливів, розроблено математичну модель прогнозування напружено-деформованого стану конструкцій та відшарування вогнезахисного покриття, запропоновано методику оцінювання стійкості конструктивної системи за умов зовнішнього вибуху та подальшої пожежі, а також наведено підходи до забезпечення стійкості таких конструкцій.

Зміст розділів пов'язаний між собою та відображає логіку виконання дослідження: від аналізу проблеми – до розроблення моделей, методики, її програмної реалізації та оцінювання ефективності запропонованих рішень.

Висновки дисертації узгоджуються з поставленими завданнями та випливають із результатів виконаних розрахункових і теоретичних досліджень.

Оформлення дисертації загалом відповідає вимогам до наукових кваліфікаційних праць. Робота має необхідну структуру, містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і додатки. Рисунки, таблиці та розрахункові матеріали доповнюють основний текст і сприяють розкриттю отриманих результатів. Дисертаційна робота є цілісною, завершеною та придатною для подання до захисту.

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

Дисертаційна робота виконана державною мовою, має логічну структуру та відповідає поставленій меті й завданням дослідження. Розділи роботи містять достатній за обсягом і змістом матеріал, у якому послідовно розкрито основні етапи дослідження, наведено результати теоретичного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, а також практичні рекомендації. Кожен розділ завершується висновками, що узагальнюють отримані результати та пов'язані із загальними висновками дисертації.

Рівень виконання поставленого наукового завдання свідчить про здатність здобувача самостійно формулювати наукову проблему, визначати мету й завдання дослідження, обирати відповідні методи, виконувати розрахункове моделювання, аналізувати отримані результати та формулювати науково обґрунтовані висновки.

Вважаю, що здобувач оволодів необхідними для рівня доктора філософії компетентностями та методологією проведення наукових досліджень, що підтверджується змістом дисертаційної роботи, отриманими науковими результатами та їх практичною спрямованістю.

Дотримання академічної доброчесності.

Аналіз дисертаційної роботи та публікацій автора не виявив порушень академічної доброчесності, елементів фальсифікації результатів дослідження.

Зауваження стосовно положень дисертації.

1. У роботі доцільно було б розглянути не лише стандартний температурний режим пожежі, а й інші температурні режими, наприклад, температурний режим вуглеводневої пожежі або параметричний.

2. У розділі 2 розглянуто декілька різних моделей: прогрів балки, прогрів колони, відшарування покриття, роботу сталевого двотавра та залізобетонної плити. Через це виникає питання щодо їх взаємозв'язку в межах єдиної логіки дослідження.

3. На мій погляд, необхідно було порівняти розрахункові результати, отримані з використанням запропонованих моделей, із результатами, що

отримані з використанням інших програмних комплексів, наприклад, ANSYS.

4. У моделях прогріву сталеві балки та колони конструкції розглядаються без прикладеного механічного навантаження, що певною мірою спрощує реальні умови експлуатації.

5. Мають місце окремі стилістичні неточності.

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.

Вважаю, що робота повністю відповідає вимогам, установленим до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Загальний висновок.

Таким чином, за актуальністю, науковою новизною, ступенем обґрунтованості та достовірності отриманих результатів, науковим рівнем і практичним значенням дисертаційна робота Пурденка Романа Руслановича на тему «Оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених 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 «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, Пурденко Роман Русланович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри геодезії, землеустрою,
будівельних конструкцій та безпеки життєдіяльності
Черкаського державного
технологічного університету,
кандидат технічних наук, доцент

«08» 07 2026 р.

Ігор МАЛАДИКА

Підпис: Маладіка
засвідчує
Відділ кадрів