

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Майбороди Романа Ігоровича
«Забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» з галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Актуальність вибраної теми дослідження.

Визначено, що внаслідок бойових дій зруйновано та пошкоджено в Україні близько 169 тисяч об'єктів інфраструктури, 6 400 об'єктів життєзабезпечення, понад 3 тисяч закладів освіти, майже 1 300 закладів охорони здоров'я, більше 150 тисяч житлових будівель.

Проведений аналіз свідчить про необхідність проведення досліджень, пов'язаних з відновленням, реконструкцією та відбудовою об'єктів з урахуванням забезпечення безпеки в подальшій їх експлуатації.

Визначено, що втрата стійкості об'єктів в значній мірі пов'язана з впливом вибухів та пожеж. При цьому особливо важливо врахувати просторову взаємодію елементів конструктивної системи – перекриттів, колон, вузлів з'єднання, які в умовах складних впливів працюють спільно. Конструктивна схема будь-якої будівлі повинна забезпечувати її міцність і стійкість у випадку локального руйнування несучих конструкцій, спричинених в тому числі пожежами та вибухами, як мінімум на час, необхідний для повної евакуації людей та роботи рятувальних підрозділів.

Дослідження прямо пов'язані із виконанням вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»: для будинків, що мають клас наслідків (відповідальності) СС3 та СС2 (значні та середні наслідки), передбачається обов'язковий розрахунок на стійкість до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі. Згідно з вимогами EN 1990 та EN 1991-1-7 конструкції потрібно проектувати так, щоб

виключити можливість прогресуючого обвалення внаслідок вибуху всередині приміщень.

Вирішення цього завдання неможливе без розроблення математичних моделей для прогнозування та забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель в умовах пожежі та дефлаграційного вибуху та методики оцінки і забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення, яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструктивної системи під впливом пожежі та вибуху, визначення зруйнованих елементів, вжиття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів з метою попередження прогресуючого обвалення будівель, програмну реалізацію методики.

Таким чином, дисертаційна робота здобувача Майбороди Романа Ігоровича «Забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху» є актуальною і своєчасною.

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 розроблення математичних моделей для прогнозування та забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель в умовах пожежі та дефлаграційного вибуху та методики оцінки і забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення.

Сформульовані та вирішені наступні завдання дослідження:

1. Проаналізовані результати досліджень в області розрахунку та забезпечення стійкості до прогресуючого обвалення залізобетонних будівель та

споруд внаслідок пожежі та вибуху;

2. Розроблені математичні моделі для прогнозування та забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель в умовах пожежі та дефлаграційного вибуху;

3. Розроблена методика забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху, яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструктивної системи під впливом пожежі та вибуху для подальшого прийняття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів з метою попередження прогресуючого обвалення будівель, виконано програмну реалізацію методики;

4. Проведено перевірку достовірності розроблених математичних моделей шляхом порівняння результатів комп'ютерного моделювання з експериментальними даними випробувань на вогнестійкість залізобетонних конструкцій та оцінена ефективність запропонованої методики.

Об'єктом дослідження є вплив пожежі та дефлаграційного вибуху на стійкість до прогресуючого обвалення монолітних залізобетонних будівель.

Для отримання, аналізу та обґрунтування результатів були цілком послідовно, закономірно та коректно використані методи експериментального дослідження поведінки зразків при нагріванні, 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 були застосовані методи математичної статистики.

Наукова новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених досліджень.

Серед найбільш значущих наукових результатів, що мають наукову новизну, в роботі можна визначити наступні:

1. Вперше розроблено математичну модель прогнозування поведінки монолітних залізобетонних конструкцій в умовах пожежі та дефлаграційного вибуху, яка на відміну від існуючих враховує нелінійні теплофізичні характеристики матеріалів, температурні режими пожеж, нелінійність законів деформування матеріалів конструкцій, вплив навантаження від дефлаграційного вибуху;

2. Вперше розроблено математичну модель розподілу температурних полів у системі «залізобетонна колона–перекриття» при пожежі, яка побудована на базі рівнянь нестационарної теплопровідності, теплового випромінювання, конвективного теплообміну, враховує просторову сумісну теплову взаємодію конструктивних елементів, тепловий контакт у зоні вузла та механізм взаємного опромінювання поверхонь;

3. Вперше розроблено методику забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху, яка базується на розроблених математичних моделях та передбачає визначення напружено-деформованого стану конструктивної системи під впливом пожежі та вибуху, визначення зруйнованих елементів, вжиття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів з метою недопущення прогресуючого обвалення будівель.

4. Удосконалено комп'ютерну модель стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення, яка забезпечує програмну реалізацію розробленої методики.

Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання результатів роботи під час розробки проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, для забезпечення стійкості конструктивних систем будівель в умовах впливу пожежі та дефлаграційного вибуху та у разі необхідності розробляти відповідні конструктивні рішення або інженерно–технічні заходи з метою

недопущення прогресуючого обвалення.

Розроблена методика забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху, яка базується на розроблених математичних моделях, є новим підходом, який дозволяє реалізовувати стратегії проєктування, приймати обґрунтовані рішення щодо вибору конструктивних і інженерно-технічних заходів для забезпечення структурної цілісності будівель в умовах комбінованих аварійних навантажень.

Використання удосконаленої комп'ютерної моделі дозволяє автоматизувати процес оцінювання стійкості конструктивної системи, здійснювати поетапне дослідження напружено-деформованого стану конструктивної системи та визначати критичні зони руйнування як на стадії проєктування нових об'єктів, так і при обстеженні та реконструкції існуючих споруд, в системах підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій.

Особистий внесок здобувача.

Всі результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, є результатом самостійної праці автора. Робота є завершеним науковим дослідженням, відповідає поставленій меті та завданням. Основний внесок автора полягає в наступному: проведення аналізу наукових джерел і літератури, що стосуються обраної теми; розробка математичних моделей для оцінки та забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель під впливом пожежі та дефлаграційного вибуху; створення методики для забезпечення їх стійкості до прогресуючого обвалення в умовах цих впливів, а також розробка програмної реалізації цієї методики; верифікація розроблених математичних моделей через порівняння результатів комп'ютерного моделювання з експериментальними даними випробувань на вогнестійкість залізобетонних конструкцій.

Апробація результатів дисертації та публікації.

Основні результати та положення дисертаційного дослідження були успішно апробовані здобувачем протягом усіх років навчання на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних і науково-технічних конференціях.

За темою дослідження опубліковано 16 наукових праць: 5 статей у фахових виданнях України, 1 публікація у закордонному фаховому виданні, 2 статті у журналах, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus, а також 8 тез доповідей на конференціях.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається із анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації складає 233 сторінки, з яких 175 сторінки основного тексту, містить 69 рисунків та 26 таблиць. Список використаних джерел складається з 118 найменувань.

Вступ відображає теоретичне та практичне значення роботи, основний внесок здобувача, відомості про публікації та апробацію дисертаційного дослідження.

В першому розділі проведено аналіз наукових джерел і нормативних документів щодо дослідження проблеми прогресуючого обвалення монолітних залізобетонних будівель внаслідок аварійних ситуацій. Виявлено, що існуючі дослідження обмежуються спрощеними розрахунковими методами та не охоплюють комбіновану дію пожежі та внутрішнього дефлаграційного вибуху. Встановлено, що вимоги сучасних методик і нормативних документів не враховують особливості поведінки конструктивної системи монолітних залізобетонних будівель за умов комбінованого впливу пожежі та дефлаграційного вибуху. Виявлено основні недоліки існуючих підходів, що підтверджує необхідність розроблення методики для прогнозування та забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого

обвалення в умовах комбінованих аварійних ситуацій.

На основі проведеного аналізу сформульовано мету та задачі дослідження.

В другому розділі розроблено математичну модель прогнозування поведінки монолітних залізобетонних конструкцій в умовах пожежі та дефлаграційного вибуху, яка на відміну від існуючих враховує нелінійні теплофізичні характеристики матеріалів, температурні режими пожеж, нелінійність законів деформування матеріалів конструкцій, вплив навантаження від дефлаграційного вибуху. Розроблено математичну модель розподілу температурних полів у системі «залізобетонна колона–перекриття» при пожежі, яка побудована на базі рівнянь нестационарної теплопровідності, теплового випромінювання, конвективного теплообміну, враховує просторову сумісну теплову взаємодію конструктивних елементів, тепловий контакт у зоні вузла та механізм взаємного опромінювання поверхонь.

В третьому розділі розроблено методику, яка ґрунтується на запропонованих математичних моделях, дозволяє проводити розрахунки й прогнозувати стійкість монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення за умов високотемпературного впливу пожежі та динамічного навантаження, зумовленого внутрішнім дефлаграційним вибухом. Виконано комп'ютерну реалізацію запропонованої методики в програмному комплексі ЛІРА-САПР для забезпечення стійкості монолітної залізобетонної будівлі на прикладі шести поверхової виробничої споруди. Визначено, що поєднаний вплив температурного та вибухового навантажень суттєво знижує несучу здатність конструктивної системи будівлі.

В четвертому розділі проведена перевірка достовірності розроблених математичних моделей шляхом порівняння результатів чисельного розрахунку з експериментальними даними випробувань на вогнестійкість монолітних залізобетонних конструкцій. Відносна похибка не перевищила 10 %. Виконаний розрахунок кошторису доцільності застосування розробленої методики забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до

прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху (на прикладі виробничої будівлі). Прямі витрати у разі впровадження додаткових конструктивних або інженерно-технічних заходів, визначених за методикою, у 6 разів менші, ніж витрати, пов'язані з відновленням зруйнованої будівлі після розвитку прогресуючого обвалення.

Загальні висновки цілком відповідають сформульованим задачам дослідження та є стислим висвітленням одержаних здобувачем результатів. Текст не містить запозичень, щодо яких не було б зроблено посилань на першоджерела.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення.

Дисертаційне дослідження проведене на високому науковому рівні та є завершеною науковою роботою, яка повною мірою відповідає поставленим меті та завданням. У ньому розв'язано важливе науково-технічне завдання в галузі пожежної безпеки – забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок впливу пожежі та дефлаграційного вибуху. Це досягнуто завдяки застосуванню розробленої методики, яка дозволяє оцінити напружено-деформований стан конструкцій при діях пожежі та вибуху, визначити зруйновані елементи, розробити конструктивні рішення та інженерно-технічні заходи для запобігання прогресуючому обваленню. Оформлення дисертаційної роботи відповідає всім затвердженим вимогам.

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

Дисертаційна робота виконана державною мовою. Розділи роботи містять достатній обсяг матеріалу, що підтверджує вирішення поставлених завдань, і завершуються відповідними висновками. Вважаю, що здобувач Майборода Роман Ігорович продемонстрував високий рівень володіння необхідними для здобуття наукового ступеня доктора філософії компетенціями та 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.

Зауваження до розділу 2:

1. Чи враховано в розроблених математичних моделях попереднє напруження робочої арматури будівельних конструкцій? Чи враховано це при моделюванні роботи будівельних конструкцій та яким чином?

Зауваження до розділу 3:

2. Для покращення сприйняття результатів дисертаційних досліджень доцільно було б навести результати розрахунків у вигляді мозаїк напружень та епюри моментів для візуалізації процесу, який відбувається.

3. На мій погляд, доцільно було б розглянути моделювання стійкості будівель з застосуванням вогнезахисту основних несучих конструкцій та вузлів з подальшою оцінкою ефективності.

4. В дисертаційній роботі не наведені результати моделювання за другою групою граничного стану розрахунку будівельних конструкцій (утворення та розвиток тріщин), однак, руйнування конструкцій починається з досягнення саме цих критеріїв.

Зауваження до розділу 4:

5. Не достатньо повно висвітлена процедура проведення експериментальних досліджень.

6. На окремих рисунках (рис. 4.16, 4.17, 4.18, 4.21, 4.22) дуже малі літери та цифри. Бажано було б збільшити масштаб рисунків для покращення сприйняття матеріалу.

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 повністю відповідає вимогам до наукових робіт

освітньо-кваліфікаційного рівня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Загальний висновок.

Таким чином, з огляду на актуальність, наукову новизну, достовірність та обґрунтованість отриманих результатів, відповідність науковому рівню та вірогідність висновків, дисертаційна робота Майбороди Романа Ігоровича «Забезпечення стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та дефлаграційного вибуху» відповідає встановленим вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (зі змінами) та постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Майборода Роман Ігорович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри охорони праці,
цивільної та техногенної безпеки
факультету цивільної інженерії та екології
ННІ «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури» Українського
державного університету науки і технологій,
доктор технічних наук, професор
заслужений діяч науки і техніки України



Анатолій БЕЛІКОВ

Підпис Анатолія Бєлікова
Провідний працівник



Підпис
Кравцова