

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Національний університет цивільного захисту України
Slovak University of Technology (Словаччина)
RWTH Aachen University (Німеччина)
University of Sannio (Італія)
Polytechnic University of Valencia (Іспанія)
Warsaw University of Technology (Польща)

XI Міжнародна конференція
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ
МЕХАНІКИ

XI International Conference
ACTUAL PROBLEMS OF ENGINEERING
MECHANICS



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
ABSTRACTS OF REPORTS

Одеса, 21-23 травня 2025 року



- А 43** **Актуальні проблеми інженерної механіки** : тези доп. XI Міжнар. наук.-техн. конф. / за заг. ред. М. Г. Сур'янінова. — Одеса : ОДАБА, 2025. — 240 с. **ISBN 978-617-8365-20-2**

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Ковров А.В., к.т.н., проф., заслужений діяч науки і техніки України, ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, член президії Академії будівництва України, віце-президент Академії енергетики України, академік Української Академії архітектури, **голова оргкомітету**;

Сур'янінов М.Г., д.т.н., проф., зав. каф. будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, **заступник голови**;

Кровяков С.О., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи Одеської державної академії будівництва та архітектури, **заступник голови**;

Вировой В.М., д.т.н., проф. кафедри виробництва будівельних виробів та конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури;

Горик О.В., д.т.н., проф., завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін Полтавської державної аграрної академії;

Клименко Є.В., д.т.н., проф., заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри залізобетонних конструкцій та транспортних споруд Одеської державної академії будівництва та архітектури;

Кононов Ю.М., д.ф.-м.н., проф., завідувач відділу теорії керуючих систем інституту прикладної математики та механіки НАН України;

Крутий Ю.С., д.т.н., проф. в.о. завідувача кафедри інформаційних технологій та прикладної математики Одеської державної академії будівництва та архітектури;

Лесечко О.В., к.ф.-м.н., доц., завідувач кафедри вищої математики Одеської державної академії будівництва та архітектури;

Мікулич О.А., д.т.н., проф. Луцького Національного технічного університету;

Отрош Ю.А. д.т.н., проф., начальник кафедри пожежної профілактики у населених пунктах Національного університету цивільної захисту України;

Суханов В.Г., д.т.н., проф., директор Архітектурно-художнього інституту Одеської державної академії будівництва та архітектури, науковий керівник НВЦ «Екострой»;

Bernd Markert, Prof. Dr.Ing., RWTH Aachen University (Germany);

Jerzy Roslon, Prof., Warsaw University of Technology (Poland);

Roman Rabenseifer, PhD, Assoc. Prof. Slovak University of Technology (Slovakia);

Fernando Jose Cos-Gayon Lopez, Prof., Polytechnic University of Valencia (Spain);

Francesco Pepe, Prof., University of Sannio (Italy).

РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ТРИВИМІРНИХ ШАРУВАТИХ В'ЯЗКОЕЛЕКТРОПРУЖНИХ КОНІЧНИХ ПАНЕЛЕЙ З ЗАЛЕЖНИМИ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ПРИ МЕХАНІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ	111
Сур'янінов М.Г., Неутов С.П., Корнеева І.Б. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИПРОБУВАНИХ ПЛИТАХ З ЗАЛІЗОБЕТОНУ ТА СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ	115
Krivenko O.P., Lizunov P.P., Kalashnikov O.B. UNIVERSAL THREE- DIMENSIONAL FINITE ELEMENT FOR MODELING DEFORMATION AND BUCKLING OF ELASTIC SHELL STRUCTURES UNDER THERMOMECHANICAL LOADING	120
Крутий Ю.С., Перпері А.О., Теорло Н.А. АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ БАЛКИ НА НЕОДНОРІДНИЙ ПРУЖНИЙ ОСНОВІ	124
Крутий Ю.С., Сур'янінов М.Г., Перпері А.О., Вакуленко В.В. ТОЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ЗГИНУ БАЛКИ НА ПРУЖНИЙ ОСНОВІ	126
Лук'янченко О.О., Герашенко О.В., Костіна О.В. ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЖИВУЧОСТІ ОБОЛОНКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОШКОДЖЕННЯМИ ВІД ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ	128
Майборода Р.І., Отрош Ю.А. ОЦІНКА СТІЙКОСТІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ ТА ВИБУХУ	131
Макаренко О.В. СУХІ БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ В РЕМОНТІ ТА ОЗДОБЛЕННІ: ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ	134
Краюшкіна К.В., Осовський І.М. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ З АРМУВАННЯМ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ	138
Мартинюк Н.О., Мікуліч О.А. МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДЕФОРМАЦІЙ СТРУКТУРНО НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ	140
Мікуліч О.А., Сад О.В. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВІБРОПОГЛИНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІНИСТИХ ТА ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ	142
Мікуліч О.А., Крадінова Т.А., Гуда О.В., Коменда Н.В. МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОВТОРНО-ЗМІННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ПІНИСТИХ МАТЕРІАЛАХ ЗА НАЯВНОСТІ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ	144
Пурденко Р.Р., Ковальов А.І., Дращніков Д.С. РОЗРАХУНКОВО- ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ	

УДК 614.84

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ ТА ВИБУХУ

Майборода Р.І., Отрош Ю.А., д.т.н., проф.

Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

Прогресуюче обвалення є однією з найнебезпечніших форм руйнування будівель, коли локальне пошкодження окремого несучого елемента, як правило, вертикальної колони, спричиняє втрату здатності всієї системи чинити опір перерозподіленім навантаженням. У таких випадках спостерігається ланцюгове руйнування суміжних елементів, що може охопити значну частину будівлі або призвести до її повного обвалення.

Подібні явища, підтверджені низкою трагічних прикладів – зокрема обвалення секції будинку Ronan Point у Лондоні в 1968 році, руйнування федеральної будівлі в Оклахома-Сіті в 1995 році та катастрофа Всесвітнього торгового центру в 2001 році – виявили уразливість будівель перед комбінацією локальних пошкоджень. Ці події стали каталізатором для оновлення нормативних документів і формування підходів до конструктивного забезпечення стійкості до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі та вибуху. Однак у багатьох випадках чинні методики залишаються спрощеними, часто заснованими на припущенні миттєвого видалення окремих критичних елементів, без належного врахування реального сценарію послідовного впливу пожежі та вибухового навантаження [1].

Особливої актуальності ця проблема набуває для залізобетонних конструкцій, з огляду на складну фізико-механічну поведінку бетону та арматури при високих температурах і подальшому впливі динамічного навантаження. Тривала дія пожежі призводить до значного ослаблення конструкції: знижується міцність бетону, арматура втрачає несучу здатність у розтягнених зонах, порушується зчеплення між арматурою та бетоном, формується система тріщин, виникають пластичні деформації та знижується жорсткість елементів.

За наявності локальних пошкоджень у зонах стику «колона–перекриття», температурний вплив пожежі формує передумови до втрати просторової роботи конструкції. Утворення шарнірів або зменшення опорних жорсткостей порушує загальну стійкість системи, що сприяє розвитку механізму прогресуючого обвалення. У цьому ослабленому стані навіть

відносно короточасний вибуховий імпульс, що накладається після пожежі, може спричинити руйнування елементів, порушення вузлів, зсув плит і втрату геометричної цілісності.

Таким чином, вибух, що діє як вторинне навантаження після пожежі, прискорює руйнування конструкції. Комбінація зміни властивостей матеріалів під дією температури і додаткова дія миттєвого динамічного імпульсу збільшує пошкодження у часі, підсилює нестабільність, порушує контактні зв'язки та спричиняє каскадну втрату несучої здатності відповідальних елементів будівлі.

Найбільш вразливими в цьому сценарії є вузлові зони стику вертикальних і горизонтальних елементів – «колона–перекриття». Втрата цілісності таких вузлів, навіть локального масштабу, може призвести до виведення з роботи значної частини перекриття або фрагмента просторового каркаса.

Незважаючи на численні теоретичні дослідження прогресуючого обвалення, більшість з них зосереджені на сталевих конструкціях. Водночас залізобетонні будівлі мають інші принципи руйнування та складнішу теплову поведінку, що вимагає окремих дослідницьких підходів. У сучасній літературі спостерігається брак комплексних моделей, які б охоплювали механічну, термічну та динамічну реакцію залізобетонних систем у разі вибуху з подальшою пожежею чи навпаки.

У зв'язку з цим стає критично необхідною розробка методики оцінювання стійкості монолітних залізобетонних будівель до прогресуючого обвалення, яка б враховувала фазову послідовність дії навантаження, пошкодження вузлів, втрату жорсткості, пластичні деформації та зміну властивостей матеріалів за підвищених температур. Методика повинна базуватись на врахуванні просторової взаємодії конструкцій, враховувати контактні умови в зоні вузлів, зміну властивостей матеріалів у часі, механізми втрати стійкості при тепловому впливі, а також реальні критерії відмови конструкцій [2].

Після реалізація такої методики необхідна побудова деталізованої комп'ютерної моделі, яка б забезпечувала точне відображення просторової структури будівлі, геометрію конструктивних елементів, типів з'єднань, фізико-механічних характеристик матеріалів та температурного впливу. Така модель має включати алгоритми визначення локального руйнування та можливість відслідковування послідовності обвалення у часі. У моделі повинні бути реалізовані умови зміни міцності бетону й арматури, вплив радіаційного та конвективного теплообміну, контактна передача тепла та сил у зоні колона–перекриття, а також критерії втрати несучої здатності на основі граничних деформацій і температур.

Завдяки такому підходу стане можливим вперше комплексно оцінити поведінку залізобетонної системи в умовах комбінованого навантаження, виявити критичні вузли, оптимізувати проєктні рішення та сформулювати технічні рекомендації щодо підвищення стійкості до прогресуючого обвалення. Це дозволить не лише розширити наукове уявлення про механізми руйнування конструкцій, а й забезпечити реальні інженерні заходи для підвищення надійності та безпеки об'єктів різного призначення.

[1] Майборода Р.І. Аналіз можливості проведення розрахунків на стійкість будівель та споруд до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі. Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 23 лютого 2023. – С.112

[2] Майборода Р.І., Отрош Ю.А. Необхідність дослідження несучих залізобетонних конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд в умовах вибуху та післявибухової пожежі. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 29 лютого 2024. С. 34-35

ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BUILDINGS TO PROGRESSIVE COLLAPSE UNDER THE EFFECT OF FIRE AND EXPLOSION

The paper notes the resistance of reinforced concrete buildings to progressive collapse under the influence of fire and explosion. It is shown that the combination of high temperatures and dynamic impulse causes internal stiffness of the “column-slab” type nodes and triggers a cascade of destruction. The lack of methods that take into account the phase sequence of loading and changes in material properties is noted. The creation of a comprehensive method and computer model is proposed, which allows for an accurate assessment of the behavior of the structure and an increase in its stability.

Наукове видання

**XI Міжнародна конференція
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ
МЕХАНІКИ**

**XI International Conference
ACTUAL PROBLEMS OF ENGINEERING
MECHANICS**

Тези доповідей

Одеса, 21-23 травня 2025 року

(українською та англійською мовами)

Підписано до друку 22.05.2025 р.

Формат 60×84/16 Папір офісний Гарнітура Times

Цифровий друк. Ум.-друк. арк. 13,95.

Наклад 50 прим. Зам. №25-10

Видавець і виготовлювач:

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Свідectво ДК № 4515 від 01.04.2013 р.

Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.

тел.: (048) 729-85-34, e-mail: rio@odaba.edu.ua

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА