

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

**Проблеми
надзвичайних
ситуацій**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Черкаси
14 травня 2025 року

Редакційна колегія

Ігор ТОЛОК, кандидат педагогічних наук, доцент, лауреат Державної премії України в галузі освіти, Заслужений працівник освіти України, ректор Національного університету цивільного захисту України (Україна).

Євгеній РИБКА, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

Володимир АНДРОНОВ, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національна академія Національної гвардії України (Україна);

Віктор БАНАХ, доктор технічних наук, професор, Запорізький національний університет (Україна);

Андрій БАМБУРА, доктор технічних наук, професор, ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (Україна);

Василь ГОЛІНЬКО, доктор технічних наук, професор, НТУ «Дніпровська політехніка» (Україна);

Олександр ГОЛОДНОВ, доктор технічних наук, професор, ТОВ «Стальпроектконструкція ім. В.М. Шимановського» (Україна);

Юлія ДАНЧЕНКО, доктор технічних наук, професор, Національна академія Національної гвардії України (Україна);

Олександр ДЖУЛАЙ, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

Оксана КИРИЧЕНКО, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

Андрій КОНДРАТЬЄВ, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (Україна);

Олександр ЛАПЕНКО, доктор технічних наук, професор, Навчально-науковий інститут аеропортів Національного авіаційного університету (Україна);

Вадим НІЖНИК, доктор технічних наук, професор, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

Юрій ОТРОШ, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

Василь ПЕТРУК, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет (Україна);

Валентин МЕЛЬНИК, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

Микола СУР'ЯНИНОВ, доктор технічних наук, професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна);

Laura COCHRANE, Emergent Countermeasures International Limited Company (UK);

Jenq-Renn CHEN, PhD, Professor, National Kaohsiung University of Science and Technology (Taiwan);

Andy DUNCAN, International Committee of the Red Cross (Switzerland);

Augusto GEROLIN, PhD, University of Ottawa (Canada);

Wolfgang Karl-Heinz REICH, Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Centre of Excellence (Czech Republic);

Luca ROMANO, Avvocato dell'Atomo (Italy);

Dieter ROTHBACHER, CBRN Protection GmbH (Austria);

Leonid SKATKOV, PhD, Ben Gurion University of Negev (Israel);

Erika SUZUKI, Gamma Reality Inc. (USA);

Oksana TELAK, DSc, Main School of Fire Service (Poland);

Oleh TURUTANOV, PhD, Comenius University (Slovakia);

Rajnai ZOLTÁN, DSc, Professor, Óbuda University (Hungary).

Відповідальний секретар: Ніна РАШКЕВИЧ, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна).

Національний університет цивільного захисту України, 2025. 474 с.

У збірнику включено матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; моніторинг та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту пожежної безпеки (протокол № 4 від 25.04.2025 р.).

© Національний університет цивільного захисту України

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРАХУНКУ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ПРИ ПОЖЕЖІ ТА ВИБУХУ

Майборода Р.І.

Національний університет цивільного захисту України

Необхідність розрахунку стійкості будівель до прогресуючого обвалення при пожежі та вибуху є актуальною проблемою сучасного будівництва та проектування. У зв'язку з підвищеними ризиками надзвичайних ситуацій, спричинених як природними, так і антропогенними факторами, важливо передбачити відповідні заходи, щоб мінімізувати можливі жертви та матеріальні збитки [1].

Прогресуюче обвалення – це явище, при якому локальне руйнування одного або декількох елементів конструкції призводить до лавиноподібного обвалення всієї споруди або її значної частини. Такий процес є особливо небезпечним при пожежах і вибухах, оскільки неконтрольоване поширення вогню чи ударна хвиля можуть миттєво спричинити втрату стабільності всієї будівлі.

Під час пожежі високі температури призводять до втрати міцності матеріалів, теплового розширення елементів конструкції та значного збільшення навантажень, що діють на несучі елементи [2,3]. Це може спричинити поступову або раптову втрату несучої здатності окремих елементів та їх подальше руйнування. У разі вибуху діє миттєве імпульсне навантаження, що спричиняє руйнування несучих конструкцій та створює додатковий ризик розвитку прогресуючого обвалення.

Комбіноване навантаження на конструкції від пожежі та вибуху є одним з найскладніших для аналізу, оскільки поєднує дві руйнівні дії, що розвиваються у різних часових масштабах. Спочатку пожежа поступово нагріває конструктивні елементи, що зменшує їхню міцність, спричиняє теплове розширення та може призвести до локальних деформацій. Під впливом високих температур окремі елементи конструкції можуть втратити несучу здатність, що робить будівлю вразливішою до подальших навантажень. Якщо після цього відбувається вибух, ударна хвиля впливає на вже ослаблені конструктивні елементи, що може спричинити миттєве руйнування та прогресуюче обвалення будівлі.

Загальну стійкість будівлі до прогресуючого обвалення під впливом комбінованої дії пожежі та вибуху забезпечується, якщо для будь-яких елементів і їхніх з'єднань забезпечення виконання наступної умови:

$$E_{d.fire} + E_{d.blast} \leq R_d \quad (1)$$

де, $E_{d.fire}$ – розрахункова величина результату дій для прийнятої розрахункової ситуації – пожежа; $E_{d.blast}$ – розрахункова величина результату дій для прийнятої розрахункової ситуації – вибух; R_d – розрахункова величина несучої здатності для прийнятої розрахункової ситуації.

Основний критерій стійкості до прогресуючого обвалення полягає в здатності конструкції зберігати свою несучу здатність навіть у разі локального руйнування одного або кількох несучих елементів. Це означає, що будівля має бути здатною перерозподіляти навантаження між іншими елементами без виникнення прогресуючого обвалення [4]. Для цього застосовуються концепції альтернативних шляхів передачі навантаження, підвищеної міцності критичних зон конструкцій та використання матеріалів з високою вогне- та вибухостійкістю.

Основними підходами до запобігання прогресуючому обваленню є:

- надмірна резервна міцність конструкцій, що дозволяє витримати руйнування окремих елементів;
- використання альтернативних шляхів навантаження, що запобігає прогресуючому обваленню;
- вогнезахист конструкцій шляхом використання термостійких матеріалів та спеціальних покриттів;
- застосування відповідних конструктивних рішень та технічних засобів, які зменшують вплив вибухового навантаження;
- ретельне проєктування та застосування сучасних методів оцінки ризиків;
- використання сучасних технологій моніторингу стану конструкцій, що дозволяє виявляти потенційні загрози на ранніх стадіях та оперативно реагувати на них;
- запровадження нових нормативів та стандартів, які враховують сучасні ризики та вимоги до стійкості будівельних об'єктів;
- проведення регулярних тренувань і навчань для персоналу та рятувальних служб з метою оперативного реагування у разі аварійних ситуацій.

Крім того, важливо враховувати людський фактор та можливі помилки при будівництві та експлуатації споруд. Дослідження показують, що значна частина аварійних ситуацій виникає через недоліки в проєктуванні, порушення технологічних регламентів або неналежне технічне обслуговування конструкцій.

Таким чином, розрахунок прогресуючого обвалення при пожежі та вибуху є важливим аспектом забезпечення безпеки об'єктів. Його виконання сприяє підвищенню надійності конструкцій, зниженню ризиків втрати людських життів та мінімізації економічних збитків.

Врахування сучасних методів аналізу, впровадження інноваційних підходів до проєктування та вдосконалення будівельних норм дозволяє значно знизити ймовірність катастрофічних наслідків та підвищити загальний рівень безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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: НУЦЗ України, 29 лютого 2024. С. 34–35.
2. Отрош Ю.А., Майборода Р.І., Ромін А.В. Дослідження методик розрахунку прогресуючого обвалення. Механіка та математичні методи : науковий журнал. Одеса : ОДАБА, 2023. Вип. 2. С. 25-40. URL: <https://doi.org/10.31650/2618-0650-2023-5-2-25-40>
3. Майборода Р.І. Аналіз можливості проведення розрахунків на стійкість будівель та споруд до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі: Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу (вебінару). Харків: НУЦЗ України, 23 лютого 2023. С.112–113.
4. Майборода Р.І., Отрош Ю.А. Огляд методів розрахунку прогресуючого обвалення при виникненні пожежі. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України. С. 135–136.