

УДК

Розенберг А.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ З ВРАХУВАННЯМ ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ

У статті наведено класифікацію можливих типів прогресуючого обвалення, проаналізовано ознаки прогресуючого обвалення, виконано аналіз розрахунку конструкцій за граничними станами.

Ключові слова: надійність, прогресуюче руйнування, втрата стійкості, ймовірність, ризик обвалення, живучість конструкції.

Під прогресуючим руйнуванням розуміють розповсюдження початкового локального пошкодження у вигляді ланцюгової реакції від елемента до елемента, що в кінцевому рахунку призводить до обвалення всієї будівлі або більшої її частини. Причиною руйнування може бути будь-яка аварійна ситуація, що зазвичай не розглядається у проектуванні. В той самий час землетруси, пожежі, сильні вітри, на які проводиться розрахунок у відповідності з будівельними нормами, також не повинні призводити до прогресуючого обвалення.

В останні роки в закордонні та вітчизняні норми [1,2] введено поняття ризику, пропонуються підходи для визначення рівня ризику та наслідків, оцінки проектних заходів щодо попередження прогресуючого обвалення, які враховують цінність та вразливість споруди. Ніякими економічно виправданими заходами неможливо повністю виключити ризик відмови будь-якого несучого елемента. Кожна споруда має деяку ймовірність руйнування. Спроба наблизити цю ймовірність до нуля супроводжується стрімким зростанням вартості споруди. Крім цього, споруди не можуть бути зовсім вільними від ризику обвалення через невизначеність вимог до системи, діапазон технічних властивостей будівельних матеріалів, труднощі адекватного моделювання поведінки системи навіть з використанням сучасних програмних комплексів. Розглядаються варіанти, коли захист будівель в аварійних ситуаціях в першу чергу має бути зорієнтована не на недопущення руйнувань, а на забезпечення безпеки людей та можливості їх евакуації, на реалізацію необхідного для цього запасу часу та ін.

Усі розрахункові вимоги норм формулюються для граничних станів, які визначають межу між допустимими і недопустимими (позаграничними) станами конструкцій. Перехід через граничний стан відповідає одному з видів відмови, самі граничні стани вважаються при цьому допустимими.

Граничні стани можуть бути віднесені до конструкції в цілому, до її окремих елементів, з'єднань або поперечних перерізів.

Під граничним розуміють такий стан конструкції, після досягнення якого подальша експлуатація стає неможливою через втрату здатності чинити опір зовнішнім навантаженням або отримання недопустимих переміщень чи місцевих пошкоджень.

У відповідності з цим встановлено дві групи граничних станів.

Перша група містить граничні стани, перехід через які призводить до повної непридатності будівельного об'єкта (конструкції, елемента, основи) до експлуатації і для яких позаграничними станами можуть бути:

- руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, в результаті втомлюваності);
- втрата стійкості форми;
- втрата стійкості положення;
- перехід у змінну систему;
- якісна зміна конфігурації;
- інші явища, за яких виникає потреба у припиненні експлуатації (наприклад, виникнення перфорації стінки ємкості з токсичними речовинами або надмірні переміщення основи при просадках чи спучуванні ґрунтів).

Друга група містить граничні стани, які ускладнюють нормальну експлуатацію будівельного об'єкта або зменшують його довговічність порівняно зі встановленим терміном експлуатації і для яких позаграничними станами є:

- надмірні переміщення або повороти деяких точок конструкції;
- недопустимі коливання (надмірні значення амплітуди, частоти, швидкості, прискорення);
- утворення та розкриття тріщин, досягнення ними граничнодопустимих значень розкриття чи довжини;
- втрата стійкості форми у вигляді локального деформування;
- пошкодження від корозії чи інших видів фізичного зношення, які призводять до необхідності обмеження експлуатації внаслідок зменшення терміну експлуатації об'єкта.

Розрахунок за першою групою граничних станів виконується з метою попередження руйнування конструкцій (розрахунок за міцністю), втрати стійкості форми конструкції (розрахунок на поздовжній згин) або її стану (розрахунок на перекидання та ковзання), втомного руйнування (розрахунок на витривалість).

Розрахунок за другою групою граничних станів має за мету не допустити розвиток надмірних деформацій (прогинів), виключити можливість утворення тріщин у бетоні або обмежити ширину їх розкриття, а також забезпечити в необхідних випадках закриття тріщин після зняття

частини навантаження.

Прогресивність теорії та методу граничних станів у наш час є очевидною, так як практичні інженерні висновки переконливі підтвердження. Але виявлені також і недоліки, тобто область нерозв'язаних задач, що визначають перспективу подальшого розвитку та вдосконалення теорії і методу граничних станів.

В теорії граничних станів та нормах проектування відсутній параметр часу, що з формалізованої точки зору означає постійність механічних властивостей конструкцій у часі, тобто настання розрахункових граничних станів визначається тільки екстремальним значенням навантажень та впливів.

В дійсності екстремальне значення потенціальної енергії конструкції до моменту руйнування визначається їх віком та зменшується в часі. Що являється наслідком процесів старіння та накопичення пошкоджень. Прогнозувати цей процес в кожному конкретному випадку складно, бо для цього необхідні не тільки апарат теорії, але й багато вихідних даних, які можуть бути отримані лише шляхом постановки та проведення експериментальних дослідів роботи конструкцій будівель та споруд в період їх експлуатації.

Методика розрахунку експлуатаційного ресурсу в нормах відсутня. Тривалість експлуатації конструкцій будівель та споруд має бути одним з основних параметрів розрахунку, ігнорування якого є однією з основних прогалин сучасних норм. В зв'язку з вдосконаленням технології виробництва та застосування нових конструкційних матеріалів, актуальність подальшого теоретичного та експериментального розвитку цієї області теорії граничних станів постійно зростає. Задача зводиться до дослідження процесів деформування та руйнування матеріалів в конструкціях будівель та споруд.

В залежності від характеру роботи елемента конструкції, після досягнення ним граничного стану, можливі наступні ситуації:

- після розвитку значних пластичних деформацій, обумовлених досягненням напружень в арматурі, що відповідають площадці текучості, присутній деякий запас по несучій спроможності. Характерно для згинальних елементів, діючі моменти в яких переважили допустимі;
- розвиток пластичних деформацій з наступним руйнуванням елемента;
- крихке руйнування елемента. Характерно для позацентрово стиснутих елементів з малими ексцентриситетами та при руйнуванні від дії поперечної сили.

Для вищеназваних станів можна сформулювати наступну класифікацію елементів за здатністю чинити опір руйнуванню при досягненні граничного стану (див.рис. 1)

- елементи додатного опору руйнуванню;
- елементи нульового опору руйнуванню;
- елементи від'ємного опору руйнуванню.

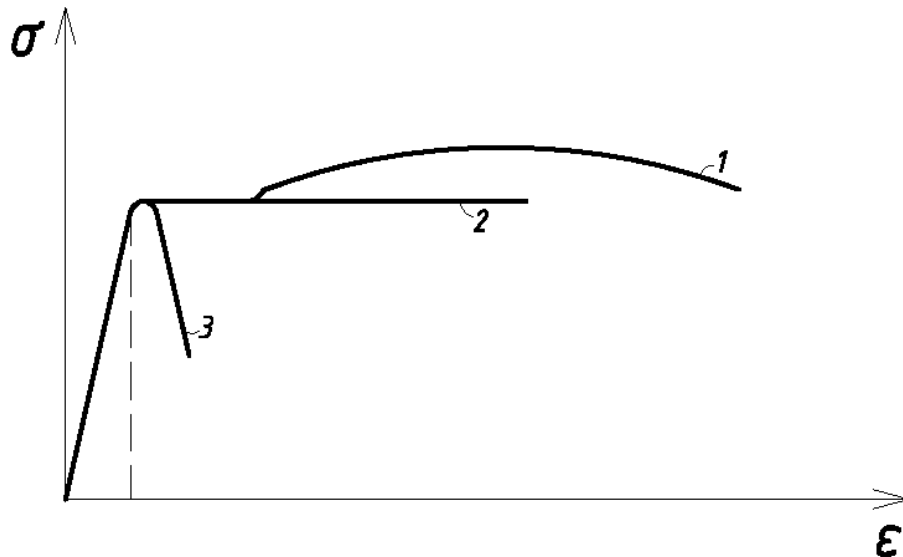


Рис.1. Класифікація елементів за здатністю чинити опір руйнуванню, де: 1 - елементи додатного опору руйнуванню, 2 - елементи нульового опору руйнуванню, 3 - елементи від'ємного опору руйнуванню.

Врахування характеру роботи елемента в позаграничному стані дозволяє повніше використовувати запаси несучої спроможності конструкції при виникненні надзвичайної ситуації.

Властивість об'єкта зберігати роботоздатність під впливами, що не передбачені умовами експлуатації, за наявності деяких дефектів і пошкоджень, а також за відмови деяких компонентів об'єкта, не допускаючи при цьому прогресуючого руйнування, називають живучістю.

Висновок. Для забезпечення живучості головні несучі конструкції повинні бути запроектовані так, щоб в аварійній ситуації ймовірність виникнення лавиноподібних (прогресуючих) руйнувань, незрівнянно більших ніж початкові пошкодження конструкції, була досить малою.

Цю вимогу слід реалізовувати за рахунок:

- виключення або попередження можливості появи початкових руйнувань (наприклад, за допомогою використання спеціальних заходів захисту);

- зменшення можливості руйнування відповідальних елементів об'єкта (наприклад, шляхом їх підсилення, дублювання, проектування їх здатними до сприйняття аварійних впливів);
- резервування несучої здатності головних несучих конструкцій, створення суцільності та безперервності конструкцій, підвищення пластичних властивостей в'язей між конструкціями, включення до роботи просторової системи не несучих конструкцій;
- проектування об'єкта в цілому так, щоб у випадку руйнування будь-якого окремого елемента весь об'єкт або його найвідповідальніша частина зберігала працездатність певний період часу, достатній для вжиття термінових заходів (наприклад, евакуації людей при пожежі).

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». – К.: Мінбуд України, 2009
2. ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків». – К.: Мінбуд України, 2009
3. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. – М.: АСВ, 1998.
4. Крылов Н.А., Воеводин А.А., Глуховский К.А., Хлутков Д.П. Оптимизация расчетных параметров строительных конструкций. Стройиздат Ленинград, 1989.
5. Барабаш М.С., Гензерський Ю.В., Покотило Я.В. Методи мінімізації ймовірності прогресуючого руйнування висотної будівлі при дії сейсмічних навантажень. Науково-технічний журнал: Нові технології в будівництві.- 2011. - №1(21) - С.17 – 23.

Аннотація

В статті приведена класифікація можливих типів прогресуючого обрушення, проаналізовані ознаки прогресуючого обрушення, проведено аналіз розрахунку конструкцій по межовим умовам.

Ключевые слова: Надежность, прогрессирующее разрушение, потеря устойчивости, вероятность, риск обрушения, живучесть конструкции

Annotation

The article gives a classification of possible types of progressive collapse, analyzed sign of progressive collapse, and performed the analysis of calculation of structures under the boundary conditions.

Keywords: Reliability, progressive collapse, loss of stability, probability, risk of the failure, survivability of the system