

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВЕРТИКАЛЬНИХ НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено аналітичний огляд розвитку методів оцінки надійності залізобетонних конструкцій. Представлено відповідні концепції розрахунку такої оцінки, виведеної у ймовірнісних показниках безвідмовної роботи.

Ключові слова: надійність, ймовірність безвідмовної роботи, залізобетонні конструкції

Abstract

Provides an analytical overview of methods for the evaluation of the reliability of reinforced concrete structures. Presented appropriate concepts of calculating such estimates, derived in probabilistic indicators of uptime performance.

Keywords: reliability, probability of uptime performance, RC structures

Вступ

У зв'язку із продовженням роботи по адаптації (гармонізації) в Україні нормативних документів в галузі будівництва - Єврокодів, проблема оцінки надійності будівельних конструкцій набула все більшого значення. Враховуючи, що фундаментальні засадничі фактори безпеки, експлуатаційної придатності і довговічності лежать в основі поняття «надійності» будівель і споруд (згідно Єврокоду EN 1990:2002 [1, 2]), дане питання слід розглядати ширше й детальніше при проектуванні конструкцій у нашій країні (тоді як на сьогоднішній день у нинішніх нормах проектування країн ЄС, Північної Америки, Австралії, Нової Зеландії, Японії та Китаю – ця проблема є ключовою). Сучасне й найбільш поширене на сьогодні визначення надійності (згідно стандарту ISO 2394 [3]) наступне: «Надійність – здатність споруди чи її елемента виконувати задані функції протягом всього проектного строку експлуатації». В ДБН В.1.2-14-2009 [4] цей термін не значно відрізняється: «Надійність будівельного об'єкта – це властивість об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу». У вже згаданому EN 1990:2002 також додають наступне: «Надійність зазвичай представляється в ймовірнісних показниках». Останнє пояснюється дуже просто, адже визначення точного й адекватного показника ймовірності відмови, або ж безвідмовної роботи, тієї чи іншої конструктивної частини чи будівлі загалом, дає можливість значно зменшити вартість (фактор економічності), без зниження міцнісних й деформативних характеристик, а також діапазон розходження істинних таких характеристик на етапі виготовлення згаданих вище частин.

Результати дослідження

Створюючи будівлю чи споруду, передбачають певний (теоретичний) рівень надійності її конструкцій та вузлів. Залежно від якості і характеристик окремих конструктивних елементів та їх монтажу початкова надійність трохи менша, ніж теоретична. З першого дня існування будівлі чи споруди в їх вузлах та конструкціях відбуваються зміни, які призводять до погіршення закладених у проекті характеристик і показників. Залежно від значущості та інтенсивності ці зміни бувають різні: одні спричиняють погіршення комфорту приміщень, інші – руйнування всієї споруди чи аварії; одні можна швидко усунути, інші взагалі неусувні; одні в часі перебігають повільно й безперервно, інші –

випадково й безсистемно. Проте всі ці зміни через певний час порушують загальну роботоздатність системи. Таким чином, протягом усього терміну нормального функціонування будівлі чи споруди є ймовірність (можливість) виходу з ладу всієї будівлі або окремих її елементів. Чим така ймовірність менша, тим надійніша сама споруда. Особливої уваги заслуговують залізобетонні конструкції (відповідно й правильне визначення їх надійності), оскільки залізобетон є одним з найбільш поширених конструктивних матеріалів для будівництва не лише в 284 Україні, а й у цілому світі. На українських теренах зведено багато будівель та споруд (більшість з них – збудовані понад 40 років тому) з даного матеріалу, і як наслідок, вони часто вже фізично й морально застаріли. Тому актуальним і раціональним вирішенням проблеми вартості нового будівництва є ефективне використання існуючих об'єктів або ж їх елементів після їх відновлення, підсилення або ж повної реконструкції.

Тенденції розвитку проблеми оцінки надійності залізобетонних конструкцій та аналіз досліджень. тановлення і розвиток базових основ забезпечення надійності та сучасне загальноприйняте трактування самого цього поняття в сфері будівництва пов'язується, в першу чергу, з роботами М.С. Стрелецького [7] й А.Р. Ржаніцина [8] (кінець сорокових років ХХ століття). У цих роботах був закладений «фундамент» сучасної теорії надійності будівель і споруд, а саме показана статистична природа міцності конструкцій і параметрів їх навантаження та доведено необхідність ймовірнісної оцінки робото здатності будівлі чи споруди. Власне, самі ж ідеї статистичного підходу до оцінки міцності конструкцій були викладені в роботах М. Майєра [5] та М.Ф.Хоціалова [6] наприкінці двадцятих років минулого століття. Саме А.Р. Ржаніциним були сформульовані принципові положення концепції безпеки споруди, що представляють собою базові засади усієї теорії надійності, як ймовірнісне вирішення наступної проблеми:

$$Z = \frac{R}{E} \geq 1 \quad (1)$$

в припущенні, що узагальнені опір окремого елемента R , навантаження E і резерв міцності Z є змінними випадкового характеру, мають нормальний розподіл і взаємно не корелюють (незалежні). Вирішенням цієї проблеми стала формула для визначення коефіцієнта запасу, названого А.Р. Ржаніциним «характеристикою безпеки»:

$$\gamma = \frac{\xi - 1}{\sqrt{A_s^2 \xi^2 + A_q^2}} \quad (2)$$

де ξ – коефіцієнт запасу, який являє собою відношення середньої очікуваної несучої здатності до середнього очікуваного ефекту від навантаження (робочих напружень); A_q – коефіцієнт мінливості навантаження (відношення стандарту навантаження до його середнього значення); A_s – коефіцієнт мінливості несучої здатності; γ – характеристика безпеки (інша назва – індекс надійності, коефіцієнт, що залежить від ймовірності руйнування (відмови) конструкції й призначається в залежності від наслідків такого можливого руйнування). Пізніше цей підхід в науковій літературі отримав назву «метод другого моменту» («second-moment method») (ще одна назва – «метод двох моментів») і став основою проектування залізобетонних (й загалом будівельних) конструкцій заданої надійності. Перевагою такого підходу є його простота. Єдиним ж недоліком – обмеженість використання нормального закону в окремих випадках.

Висновки

Станом на даний час виконано дуже багато робіт по дослідженню надійності залізобетонних конструкцій, а також загальних методів й принципів забезпечення надійності будівель і споруд, проте ефективних методів її оцінки для підсилених залізобетонних конструкцій не було розроблено як в Україні, так і за кордоном. Саме тому, метою та головною задачею авторів у подальшій науковій роботі буде знаходження та впровадження оптимального методу оцінки надійності підсилених різноманітними способами залізобетонних конструкцій, базованого на ймовірнісному розрахунку і, відповідно, знаходженні показника ймовірності безвідмовної роботи таких конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ – Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT). МінрегіонУкраїни, К.:2008.
2. EN 1990:2002 Eurocode- Basis of structural design. European Committee for Standardization. Brussels: 2003.
3. ISO 2892394:1998. General principles on reliability for structures. 2nd ed. Geneva, Switzerland: ISO, 1998.
4. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. –Мінрегіонбуд України, К.:2009.
7. Стрелецкий Н.С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений. М. Стройиздат, М.: 1947.
8. Ржаницын А.Р. Применение статистических методов в расчетах сооружений на прочность и безопасность. – Строительная промышленность. № 6. – М.: 1952.
9. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – Стройиздат М.: 1971.
10. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. – М.: изд-во АСВ, 1998.

Меть Іван Миколайович – к.т.н., доцент каф. БМГА, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vanmet@ukr.net

Корнєєв Олександр Миколайович – студент групи Б-17мі, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kornieievoleksandr@gmail.com

Met Ivan Nikolaevich - candidate of engineering sciences (Ph. D.), associate professor of the department of Construction, urban and architecture, Vinnytsia national technical university, e-mail: vanmet@ukr.net

Korneev Aleksandr Nikolayevich - student of the group B-17mi, Vinnytsia national technical university, e-mail: kornieievoleksandr@gmail.com