

УДК 624.012

Постернак О.М.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПІДСИЛЕНИХ  
ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ФІБРОБЕТОНОМ**

*Представленні основи перевірки розрахункових формул підсиленних залізобетонних конструкцій з точки зору надійності.*

**Ключові слова:** Надійність, індекс надійності, реконструкція, підсилення залізобетонних конструкцій, фібробетон.

Реконструкція в останні роки стала провідним напрямом в області будівництва. Обсяги реконструкції значно зросли і випереджають темпи розвитку нового будівництва. За даними Державної служби статистики підприємствами України за період з січня по жовтень 2012 року виконано будівельних робіт на суму 42,079 млрд гривень. За даними відомства, нове будівництво становить 45,1%, реконструкція і технічне переобладнання – 35,6% від загального обсягу виконаних будівельних робіт, капітальний і поточний ремонт - 12,7% і 6,6%, відповідно.

Основними причинами реконструкції є завершення терміну служби будівлі, зміна призначення будівлі, модернізація виробництва та забезпечення сучасних вимог норм проектування. При цьому, як правило, необхідно збільшувати несучу здатність конструкцій шляхом підсилення або заміни її.

В процесі відновлення несучих залізобетонних конструкцій застосовують різні методи підсилення. Найбільш ефективним методом підсилення є нарощування розтягнутої або стиснутої зони бетону композитними матеріалами. Треба зазначити, що методик розрахунку підсиленних елементів, які відповідають сучасній нормативній та матеріальній базі, не існує, тому виникає питання про їх створення.

При розробці сучасних методів розрахунку необхідно забезпечити певний рівень надійності розрахункових формул. Цю задачу здебільшого вирішують, порівнюючи розрахункові значення з експериментальними. При оцінці несучої здатності конструкції виконують наступним чином:

1. Визначають середнє значення несучої здатності  $\bar{M}$  та його середнє квадратичне відхилення  $\sigma_M$  по результатам випробувань всіх зразків-близнюків.
2. Вважаючи, що закон розподілу міцнісних характеристик матеріалів є нормальним, знаходимо значення розрахункових характеристик, що мають забезпеченість приблизно 0,9986.

3. Виконуємо розрахунок конструкції по запропонованим формулам, використовуючи розрахункові опори матеріалів, знаходимо значення розрахункове значення несучої здатності  $M_u$ .
4. Визначаємо надійність формули через індекс безпеки.

$$\beta = \frac{\overline{M} - M_u}{\sigma_M}, \quad (1)$$

Оскільки забезпеченість розрахункових опорів матеріалів рівна 0.9986, то і забезпеченість розрахункової несучої здатності  $M_u$ , котра визначалась по результатам випробувань зразків матеріалів, не може бути меншою ніж 0,9986. Таким чином, якщо формули достатньо надійні, то імовірність відмови  $P(t) \geq 0.9986$ , або  $\beta \geq 3$ .

Саме по цьому алгоритму пропонується перевірити нижче вказані розрахункові формули несучої здатності залізобетонної балки підсиленою зверху шаром сталевібробетону.

Підвищення міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених фібробетоном, спостерігається, головним чином, внаслідок збільшення висоти перерізу елемента при цьому і зростає плече внутрішньої пари сил, що призводить до росту моменту, який сприймає комплексний переріз. при цьому висота стиснутої зони комплексного перерізу зменшується в наслідок підвищених характеристик фібро бетону на стиск.

Для розрахунку міцності комплексного перерізу приймаємо за основу методикау ДСТУ В.2.6-156:2011 Бетонні та залізобетонні конструкції, в якій додатково враховується робота фібробетону в стадії руйнування. Прийнята розрахункова схема (рис.1) для комплексного перерізу елемента, що працює на згинання, отримана за умови, що в момент руйнування елемента напруження в стиснутому бетоні, розтягнутій арматурі, а також в фібробетоні стиснутої зони досягають граничних значень.

Середнє значення згинального моменту, що сприймає переріз залізобетонної балки, підсиленої фібробетоном:

$$\text{Якщо } A_s \cdot f_{yk} \geq f_{fck} \cdot b \cdot h_{fc}, \quad (2)$$

то визначають за формулою

$$M_u = f_{ck} \cdot b \cdot \lambda \cdot x (d - h_{fc} - 0.5 \lambda \cdot x) + f_{fck} \cdot b \cdot h_{fc} \cdot (d - 0.5 h_{fc}) \quad (3)$$

де 
$$x = \frac{A_s \cdot f_{yk} - f_{fck} \cdot b}{f_{ck} \cdot b} \tag{4}$$

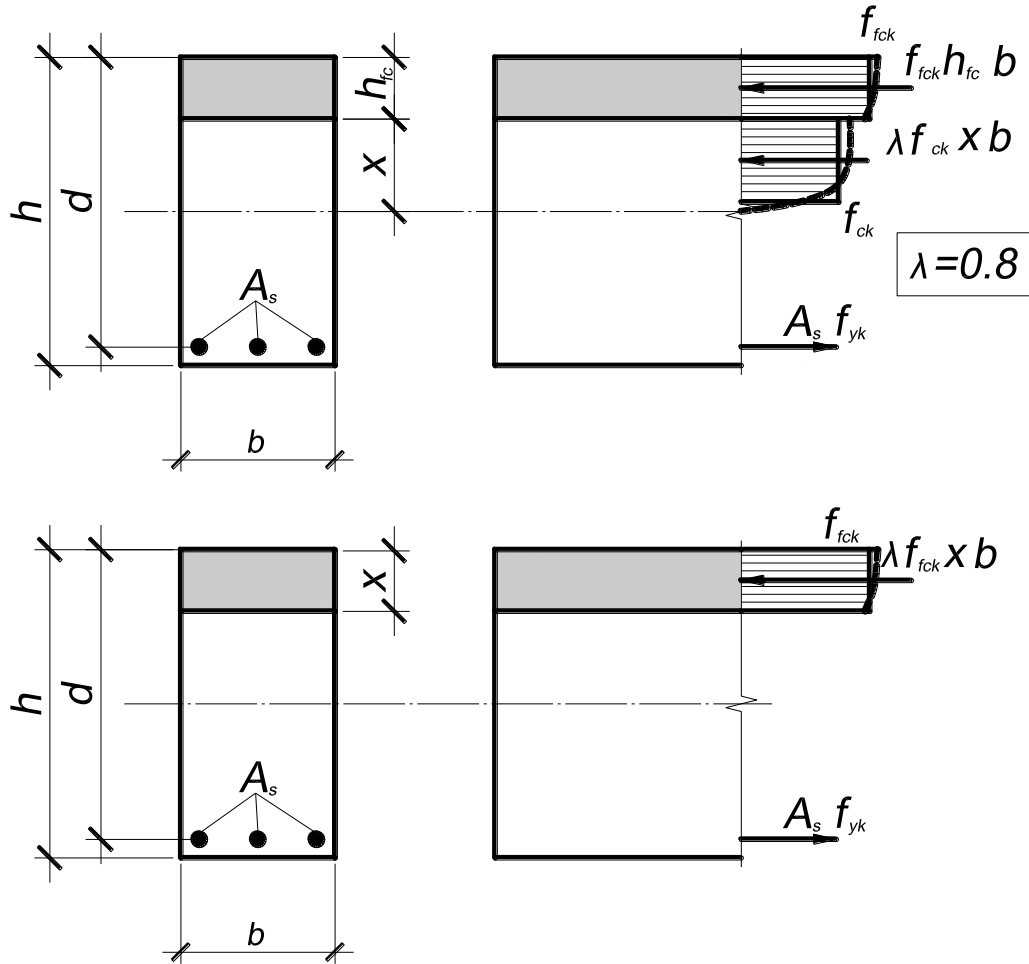


Рис.1. До розрахунку на міцність балки, комплексного поперечного перерізу  
 Якщо  $A_s \cdot f_{yk} < f_{fck} \cdot b \cdot h_{fc}$ ,  
 то визначають за формулою (5)

$$M_u = \lambda f_{fck} \cdot b \cdot x \cdot (d - 0.5 \lambda x) \tag{6}$$

де  $\lambda=0,8$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yk}}{f_{fck} \cdot b} \tag{7}$$

де  $f_{fck}$  – нормативний опір фібробетону на стиск;  
 $b$  – ширина перерізу;  
 $d$  – робоча висота перерізу;  
 $f_{ck}$  – нормативний опір бетону на стиск

$A_s$  – площа розтягнутої стержнєвої арматури;

$h_{fc}$  – товщина шару фібробетону.

Для подальшої перевірки розрахункових формул (3) та (6) необхідно зібрати необхідну кількість експериментальних статистичних даних підсилення згинальних елементів чи конструкцій та опору матеріалів конструкції і його підсилення.

### Висновки

1. Перевірка на надійність розрахункових формул несучої здатності залізобетонної балки підсиленою зверху шаром фібробетону дає чисельне значення рівня надійності і дає можливість порівняти різні методи розрахунку.

2. На підставі порівнянь різних методик розрахунку є можливість вибрати найбільш ефективну методику та проектувати підсилення конструкцій з заданими показниками надійності і довговічності у відповідності з вимогами ДБН 1.2.14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»

### Література:

1. А.Я. Барашиков, М.Д. Сирота. Надійність будівель і споруд: Навч. посібник. – К. ІСДО. – 204 с.;
2. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»;
3. ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 «Основи проектування конструкцій. Системи забезпечення надійності та безпеки в будівництві»;
4. Лычев, А. С. Надежность строительных конструкций. - М.: АСТ, 2008. - 184 с.;
5. Божидарнік В.В. Методика визначення надійності підсиленних залізобетонних елементів при проведенні реконструкції будівель і споруд. – В зб.: Містобудування та територіальне планування, Випуск №33. – К.: КНУБА, 2009. – с. 37-43.
6. М.Б. Краковский, А.И. Долганов. Надежность формул для расчета прочности железобетонных элементов. – В зб.: Новые экспериментальные исследования и методы расчета железобетонных конструкций/Под. ред. А.С. Залесова, О.Ф.Ильина.-М.:НИИЖБ Гостороя СССР, 1989. – с.51-61.

### Аннотация

В статье представлены основы проверки расчетных формул усиленных железобетонных конструкций с точки зрения надежности.

Ключевые слова: Надежность, индекс надежности, реконструкция, усиление железобетонных конструкций, фибробетон.

### Abstract

This article deals with the basis of the verifying of the design formulas of the strengthened reinforced concrete constructions in terms of reliability.

Key words: Reliability, reliability index, reconstruction, reinforced concrete structures fiber-reinforced concrete.