

## ПІДБІР ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ СТАЛЕБЕТОННИХ БАЛОК З УРАХУВАННЯМ РОБОТИ БЕТОНУ В РОЗТЯГНУТІЙ ЗОНІ

Петров А.М. к.т.н., доц.

Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка  
м. Харків, Україна

В роботі [1] частково враховано роботу бетону в розтягнутій зоні. Тут розглянемо підбір розмірів перерізу сталобетонної балки, оптимальної вартості, відповідно до заданих характеристик матеріалів. При цьому частина розтягнутої площі бетону включається до роботи. Змінним параметром є висота бетонного перерізу балки.

Граничними будемо вважати максимальні напруження, що діють в найбільш віддалених від нейтральної вісі волокнах. Для сталевих смуг напруження дорівнюють межі текучості ( $\sigma_s = R_{sn}$ ), для стиснутої зони бетону – розрахунковому опору при стисканні ( $\sigma_b = R_b$ ), і розрахунковому опору при розтяганні бетону ( $\sigma_{bt} = R_{bt}$ ).

Розглянемо умову рівноваги виділеного елемента  $dx$  сталобетонної балки (рис.1). Дію ліві частини балки на переріз покажемо у вигляді згинального моменту  $M_y$ . Дію правої частини балки – у вигляді елементарних сил  $\sigma \cdot dA$ . Від дії згинального моменту верхня частина бетону буде стиснутою, а нижня – розтягнутою.

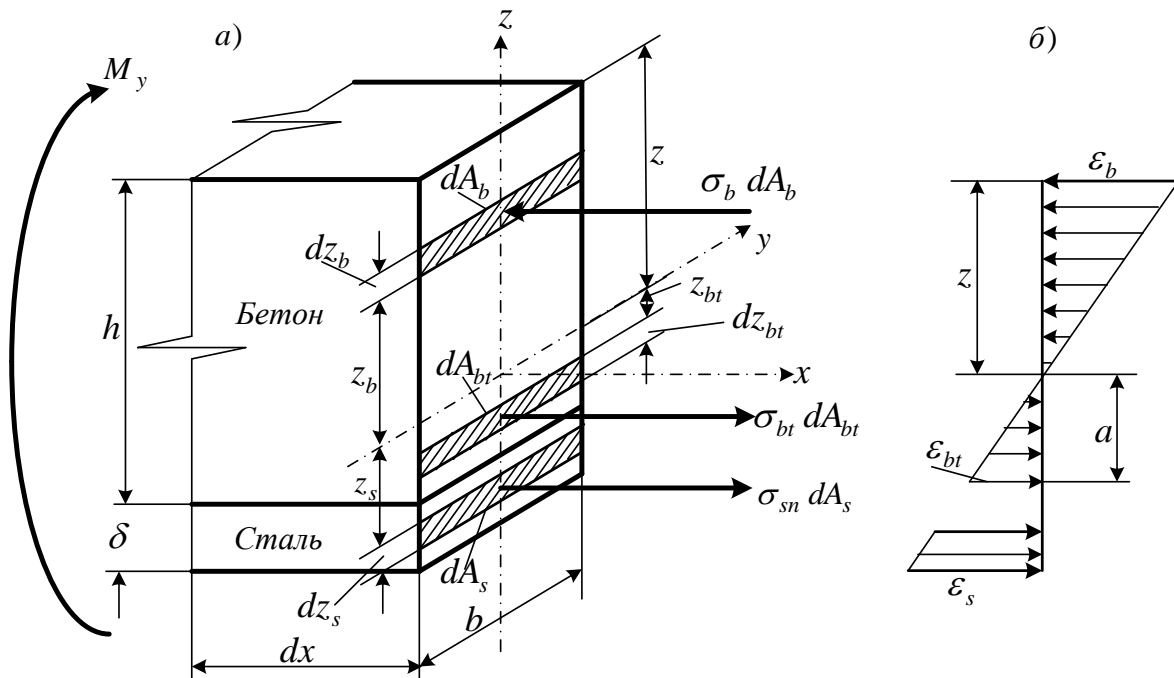


Рисунок 1 – Елемент сталобетонної балки

Підбір перерізу проведемо згідно алгоритму, який враховує дослідження, наведені в [2,3].

1. Задаємо висотою балки  $h$ .

2. Визначаємо коефіцієнт  $n$ .  $n = \frac{E_s}{E_b}$ .

3. Визначаємо коефіцієнт  $A$ .

$$A = \frac{(nc + dnR_b - d^2)}{(cn + 2dnR_b - d^2)} \left[ \sqrt{1 - \frac{nc(cn + 2dnR_b - d^2)}{(cn + dnR_b - d^2)^2}} - 1 \right], \quad (1)$$

тут  $c = R_b^2 - R_{bt}^2$ ;  $d = R_s + nR_b$ .

4. Визначаємо коефіцієнт армування  $\mu = \frac{2A}{2 + A}$ .

5. Визначаємо товщину сталевієї смуги.

$$\delta = A \cdot h \quad (2)$$

6. Визначаємо висоту розтягнутої зони бетону.

$$a = \frac{nR_{bt}(h + \delta)}{R_s + nR_b} \quad (3)$$

7. Визначаємо висоту стиснутої зони бетону.

$$z = n \cdot \delta \left[ \sqrt{1 + \frac{n\delta(2h + \delta) + a^2}{(n \cdot \delta)^2}} - 1 \right] \quad (4)$$

8. Визначаємо необхідний осьовий момент інерції, підставивши значення  $R_b$  замість значення  $\sigma_b$ , ( $z_b = z$ ).

$$J_{np} = \frac{M_y \cdot z_b}{R_b} \quad (5)$$

9. Визначаємо ширину сталобетонної балки  $b$ .

$$b = \frac{J_{np}}{\frac{z^3}{3} + \frac{a^3}{3} + \frac{n \cdot \delta^3}{12} + n \cdot \delta \left( h - z + \frac{\delta}{2} \right)^2} \quad (6)$$

10. Перевіряємо максимальні напруження в розтягнутій та стисненій зоні бетону та сталевій смугі. Ці напруження повинні відповідати завданям характеристикам матеріалів.

$$\sigma_{bt} = \frac{M_y \cdot a}{J_{np}} \quad (7)$$

$$\sigma_b = \frac{M_y \cdot z_b}{J_{np}} \quad (8)$$

$$\sigma_s = \frac{M_y \cdot z_s \cdot n}{J_{np}} \quad (9)$$

11. Перевіряємо проекцію всіх сил на вісь X.  $\Sigma X = 0$ .

$$-\frac{1}{2}z \cdot b \cdot \sigma_b + \frac{1}{2}b \cdot a \cdot \sigma_{bt} + b \cdot \delta \cdot \sigma_s = 0 \quad (10)$$

12. Визначаємо несучу здатність балки.

$$M_f = \frac{1}{2}b\sigma_b z^2 \frac{2}{3} + \sigma_s b \delta \left( h - z + \frac{5\delta}{9} \right) \quad (11)$$

#### Висновки

1. Алгоритм дозволяє по завданім зовнішнім навантаженням, характеристикам матеріалів визначати розміри перерізів сталі і бетону для різних значень висоти бетонного перерізу, та, відповідно і сталобетонної балки.

2. Підбір розмірів поперечного перерізу сталобетонної балки здійснюється з визначенням безрозмірного коефіцієнту А, який залежить тільки від характеристик сталі і бетону. Після чого перевіряється коефіцієнт армування, який повинен знаходитись в оптимальних межах. Маючи формулу для визначення коефіцієнту А, можливо варіювати характеристиками матеріалів до отримання оптимального значення коефіцієнту армування.

3. Досягнути одночасно граничних напружень в стиснутій і розтягнутій зонах бетону а також в сталевій смузі не вдається. Але досягнені граничні напруження в стиснутій зоні бетону, в частині розтягнутої зони бетону та в сталевій смузі.

4. Висота стиснутої зони бетону не співпадає з положенням центру ваги приведенного перерізу, тобто з нейтральною віссю.

#### Список літератури

1. Петров А.Н., Игнатенко А.В. Расчет сталобетонных балок по несущей способности с разными характеристиками бетона в растянутой и сжатой зоне и частичным учетом работы растянутой зоны бетона. Вісник ХНАДУ, Харків 2019 р. – Вип. 86:, - С.167-173.

2. A. Petrov, M. Pavliuchenkov, A.Nanka, A. Paliy. Construction of an algorithm for the selection of rigid stops in steel-concrete beams// Estern-european journal of enterprise technologies – № 7(97) - 2019 – pp. 43-48

3. A. Petrov, A. Paliy, M. Pavliuchenkov, H. Tsyhanenko, N. Khobot, I. Vysochin, O. Yurchenko, O. Ovcharenko, D. Sopov, A. Paliy. Construction of an algorithm for the selection of rigid stops in steel concrete beams under the action of a distributed load// Estern-european journal of enterprise technologies – № 7(105) - 2020 – pp. 27-35