

ТЕМА : КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Колони армують поздовжніми стержнями діаметром 12–40 мм, для збірних конструкцій мінімальний діаметр арматури повинен бути не менше 16 мм. Клас арматури приймаємо А300С, А400С, в окремих випадках А500С. Поперечну арматуру виконують з сталі класу А240С і Вр-І. Діаметр поперечної арматури не менше 5 мм, приймається в межах $0,25d_{\text{прод.}}$, найчастіше діаметр поперечної арматури 6-8 мм. Поздовжні стержні встановлюють з кроком не більше 400 мм. Тому, якщо з розрахунку досить установити два стержні по одній грані при її ширині 500 мм, то за конструктивними вимогами між ними повинен бути встановлений ще один стержень діаметром 12-16 мм. Мінімальний захисний шар бетону повинен бути не менше діаметра арматури і не менше 20 мм. Поперечна арматура встановлюється з урахуванням умов зварювання різних діаметрів. Вимоги по співвідношенню діаметрів, що зварюються, викладені в спеціальних інструктивних матеріалах. Не рекомендується зварювати діаметри 3, 4, 5 мм з діаметрами 16, 20, 25 мм унаслідок перепалу поперечної арматури.

Насичення поперечного перерізу стиснутих елементів поздовжньою арматурою оцінюють коефіцієнтом (чи відсотком) армування μ (μ у %). В елементах з випадковим ексцентриситетом $\mu = (A_s + A'_s)/bh$, а в елементах з розрахунковим ексцентриситетом встановлюють два значення μ : для розтягнутої зони – $\mu = A_s / bh_0$ і для стиснутої зони – $\mu' = A'_s / bh_0$. Оптимальним відсотком армування вважається $\mu=1\div 2\%$. Мінімальний встановлюється залежно від гнучкості елемента. При гнучкості $\lambda < 17$ $\mu_{\text{min}} = 0,05\%$ (для A_s і A'_s), при гнучкості $17 \leq \lambda \leq 35$ $\mu_{\text{min}} = 0,1\%$, при гнучкості $35 \leq \lambda \leq 83$ $\mu_{\text{min}} = 0,2\%$, при гнучкості $\lambda > 83$ $\mu_{\text{min}} = 0,25\%$. Рекомендується максимальне значення $\mu = 3\%$; більший відсоток армування допускається тільки при відповідному обґрунтуванні.

При загальному насиченні елемента поздовжньою арматурою більш 3% крок хомутів приймають не більше 300 мм і $10d$. При призначенні кроку

хомутів конструктивні поздовжні стержні діаметром 12 мм до уваги не приймають.

Позацентррово стиснуті елементи виконують з бетону класу В15 і вище (включаючи стояки рам, окремі колони і розпірки), важко навантажені колони з $N \geq 2000$ кН повинні виготовлятися з бетону класу не нижче В25. Якщо колони виконують монолітними і висота будинку не перевищує трьох поверхів, то для робочої поздовжньої арматури може прийматися арматура діаметром 12 мм. Мінімальний переріз колон повинен бути не менше 250x250 мм. Великі розміри приймають з градацією 50 мм, 100 мм, тобто 300x300; 350x350; 350x400; 400x400; 400x600; 500x500; 500x600, 500x800 і т.д.

Приклад 4.1 На заданий переріз розміром 40x60 см діє момент $M=120$ кНм і поздовжня сила $N=800$ кН. Довжина елемента $l_0=10$ м. Клас бетону В20, арматура А400С. Потрібно підібрати площу стиснутої і розтягнутої арматур (рис. 4.2).

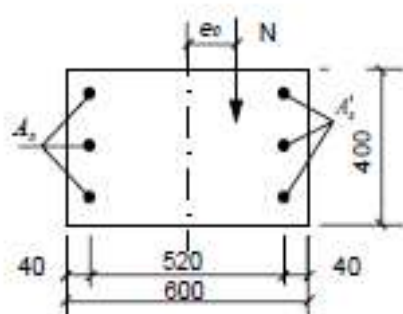


Рис. 4.2 Параметри

розрахункового перерізу

Вирішення починають з визначення гнучкості $\lambda = l_0/i$.

Радіус інерції для прямокутного перерізу

$$i = \sqrt{h^2/12}; \quad i = \sqrt{60^2/12} = 17,32 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{1000}{17,32} = 57,73; \quad \lambda > 14, \text{ тому в}$$

розрахунку необхідне врахування гнучкості.

Величина ексцентриситету $e_0 = M/N = 120/800$

$$= 0,15 \text{ м} = 15 \text{ см}.$$

Далі потрібно визначити параметр η , що, у свою чергу, залежить від величини N_{cr} .

Визначимо допоміжні параметри, що входять у формулу для N_{cr} . Виділимо в зовнішніх зусиллях M и N частки тривалого і нетривалого навантаження:

$$N_l = 300 \text{ кН. } N_t = 500 \text{ кН;}$$

$$M_l = 50 \text{ кНм. } M_t = 70 \text{ кНм.}$$

Обчислимо параметр φ_l за формулою $\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{1l}}{M_1}$; M_{1l} – момент щодо осі, що проходить через центр ваги розтягнутої арматури; $M_{1l} = M_l + N_l(h/2 - a)$; M_1 – момент щодо тієї ж осі, але від усього навантаження.

$$M_{1l} = 50 + 300 \left(\frac{0,6}{2} - 0,04 \right) = 128 \text{ кНм;}$$

$$M_1 = 120 + 800 \left(\frac{0,6}{2} - 0,04 \right) = 328 \text{ кНм.}$$

$$\varphi_l = 1 + 1 \frac{128}{328} = 1,39 ; \beta = 1 \text{ для важких бетонів;}$$

$$\delta_e = \frac{\epsilon_0}{h} = \frac{15}{60} = 0,25 ; \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{10}{0,6} - 0,01 \cdot 20 = 0,134.$$

Для подальших розрахунків приймаємо $\delta_e = 0,25$.

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{27 \cdot 10^3} = 7,41;$$

$$I_s = (\mu + \mu') b h_0 \left(\frac{h_0 - a'}{2} \right)^2.$$

Значення μ і μ' приймаємо попередньо рівними і залежними від гнучкості $\lambda = 57,73$; $\mu = \mu' = 0,002$;

$$I_s = (0,002 + 0,002) \cdot 40 \cdot 56 \left(\frac{56 - 4}{2} \right)^2 = 6057 \text{ см}^4;$$

$$\alpha I_s = 7,41 \cdot 6057 = 44882 \text{ см}^4;$$

$$I_b = b h^3 / 12 = 40 \cdot 60^3 / 12 = 7,2 \cdot 10^5 \text{ см}^4.$$

$$N_{cr} = \frac{6,427 \cdot 10^2}{1000^2} \left[\frac{7,2 \cdot 10^5}{1,39} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,25} + 0,1 \right) + 0,449 \cdot 10^5 \right] = 4484 \text{ кН.}$$

Визначаємо параметр η

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{800}{4484}} = 1,217 .$$

Тепер можна обчислити значення ексцентриситету e :

$$e = e_0 \eta + 0,5h - a = 15,1,217 + 0,5 \cdot 60 - 4 = 44,25 \text{ см};$$

Площу стиснутої арматури визначаємо за формулою

$$A'_s = \frac{Ne - A_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{800 \cdot 44,25 - 0,416 \cdot 1,15 \cdot 40 \cdot 56^2}{36,5(56 - 4)} \leq 0;$$

$A_R = 0,416$ при $\xi_R = 0,59$; величину ξ_R визначаємо за формулою (3.3).

Таким чином, стиснута арматура за розрахунком не потрібна, приймаємо її конструктивно $2\text{Ø}16\text{A}400\text{C}$ ($A'_s = 4,02 \text{ см}^2$).

Розтягнута арматура може бути обчислена за допомогою формули

$$A_s = (\xi R_b b h_0 - N) / R_s + A'_s R_{sc} / R_s ;$$

$$\alpha_m = \frac{Ne - R_{sc} A'_s (h_0 - a')}{R_b b h_0^2} ; \quad \alpha_m = 0,204 ; \quad \xi \text{ за табл. 3.1 дорівнює } 0,23 .$$

$$A_s = (0,23 \cdot 1,15 \cdot 40 \cdot 56 - 800) / 36,5 + 4,02 \cdot 36,5 / 36,5 \leq 0 .$$

З розрахунку розтягнута арматура також не потрібна, приймаємо $A_s = 4,02 \text{ см}^2$.

Розглянемо варіант симетричного армування. Знаходимо значення x при $A_s = A'_s$

$$x = \frac{N}{R_b b} = \frac{800}{1,15 \cdot 40} = 17,39 \text{ см};$$

$$\xi \leq \xi_R \quad (17,39/56 < 0,59)$$

$$A_s = A'_s = \frac{N \left(e - h_0 + \frac{N}{2R_b b} \right)}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{800 \left(46,475 - 56 + \frac{800}{2 \cdot 1,15 \cdot 40} \right)}{36,5(56 - 4)} \leq 0 .$$

Тобто при симетричному армуванні арматура також з розрахунку не потрібна і встановлюється конструктивно. $A_s = A'_s = 4,02 \text{ см}^2$. $2\varnothing 16A400C$ з однієї сторони і $2\varnothing 16A400C$ з іншої. Перевіряємо відсоток армування

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{4,02}{40,56} = 0,0018, \text{ практично } \mu = 0,002, \text{ що відповідає нормативним}$$

вимогам.

При розрахунку умовно центрально стиснутих елементів може бути отримано від'ємне значення площі арматури за формулою (4.3). У цьому випадку можна зменшити переріз елемента або знизити клас бетону. У будь-якому разі приймаємо мінімальний діаметр поздовжньої арматури 16 мм, клас арматури A300C або A400C. Поперечну арматуру встановлюємо з кроком $s=20d$ (для зварених каркасів) і $s=15d$ (для в'язаних каркасів), діаметр 6-10 мм A240C. Для даного прикладу $s=20 \cdot 16=320$ мм, тобто крок поперечної арматури дорівнює 300 мм (кратне 50 мм). Крок поперечної арматури не повинен перевищувати ширини колони (для даного прикладу $s_{\max}=400$ мм при будь-якому діаметрі поздовжньої арматури).

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які види стиску можуть зустрічатися при експлуатації залізобетонних конструкцій?
2. У чому полягає методика розрахунку умовно центрально стиснутих елементів?
3. Охарактеризуйте випадок позацентрального стиску з великими ексцентриситетами.
4. Охарактеризуйте випадок позацентрального стиску з малими ексцентриситетами.
5. Як записується умова міцності для позацентрово стиснутих елементів, які працюють по першому і другому випадках позацентрального стиску?
6. У чому полягає методика підбору арматури для позацентрово стиснутих елементів?
7. Як враховується гнучкість при розрахунку позацентрово стиснутих елементів?
8. Конструктивні особливості в установці арматури для стиснутих елементів.