

**ТЕМА : РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМУ ТА ПОЗАЦЕНТРОВО ПРИКЛАДЕНОМУ НАВАНТАЖЕННІ. РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ЦЕНТРАЛЬНО-СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ВИПАДКОВИМ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТОМ.**

Дії стискуючих сил зазнає багато залізобетонних елементів. Це колони, стояки різноманітних споруд, верхні пояси ферм, арки тощо.

Залежно від місця у перерізі прикладання поздовжньої сили стиск може бути центральним або позацентровим (центральний стиск у залізобетоні можна розглядати лише умовно, нехтуючи можливими ексцентриситетами, які обумовлюються неточним прикладанням навантаження, неоднорідністю бетону та іншими причинами). Крім того, враховують, що в усіх реальних стиснутих конструкціях чи елементах є випадкові ексцентриситети  $ea$ , обумовлені неточністю монтажу, можливими зміщеннями арматури тощо. Значення випадкових ексцентриситетів приймається не менше ніж

- $1/600 l_0$  ( $l_0$  - розрахункова довжина елемента);
- $1/30 h$  ( $h$  - висота поперечного перерізу);
- 10 мм.

Розрахунок міцності стиснутих елементів із випадковими ексцентриситетами виконується згідно умови

$$N \leq \varphi (R_b A_b + R_{sc} A_{s, tot}), \quad (2.68)$$

де

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b) \alpha_s \quad (2.69)$$

і  $\varphi \leq \varphi_{sb}$ , а  $\varphi_b$ ,  $\varphi_{sb}$  - коефіцієнти, що приймаються за табл. БНіП залежно

від виду бетону, відношення тривалого навантаження до повного  $N_l / N$  та розрахункової довжини елемента до висоти його поперечного перерізу  $l_0 / h$ ; наявності або відсутності додаткових стрижнів в перерізі

$$\alpha_s = R_{sc} A_{s,tot} / R_b A_b, \quad (2.70)$$

де  $A_{s0ot}$  - площа всієї арматури в перерізі елемента;  $A_b$  - площа перерізу елемента.

При  $as > 0,5$  можна приймати  $ep = cpb$ .

Під час розв'язання задачі з перевірки міцності елемента дано

$$b \times h, \quad A_{s,tot}, \quad R_b, R_{sc}, \quad N.$$

За (2.70) підраховуємо  $\alpha_s$ , а за (2.69) –  $\varphi$ , потім  $N_u$ .

При підборі арматури дано  $b \times h, \quad l_0, \quad R_b, R_{sc}, \quad N(N_l)$ .

Задачу розв'язуємо в наступній послідовності:

– із таблиці БНіП визначаємо  $\varphi_b, \quad \varphi_{sb}$ ;

– в першому наближенні приймаємо  $\varphi = \varphi_{sb}$ ;

– знаходимо із (2.68)  $R_{sc} A_{s,tot} = \frac{N}{\varphi} - R_b A_b$ ;

– і за (2.70)  $\alpha_s$ ;

– порівнюємо  $\alpha_s < 0,5$ ;

– при виконанні умови уточнюємо за (2.69)  $\varphi$ ; якщо умова не виконується залишаємо  $\varphi = \varphi_{sb}$ ;

– у різі зміни коефіцієнта  $\varphi$  знову підраховуємо  $R_{sc} A_{s,tot} = \frac{N}{\varphi} - R_b A_b$ ;

- якщо отримані значення суттєво перевищують попередньо отримані, знову уточнюємо  $as$  і визначаємо площу арматури.

Арматура підбирається методом послідовного наближення.

Розрахунок міцності позацентрово стиснутих елементів.

Напружено-деформований стан і характер руйнування позацентрово стиснутих елементів залежить головним чином від ексцентриситету прикладання навантаження  $e_0$  і відсотку армування

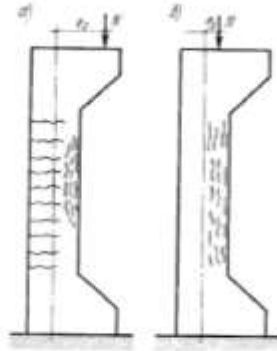


Рис. 2.51. Види руйнування залізобетонних елементів: а – випадок 1; б – випадок 2.

Мають два випадки роботи та руйнування таких елементів.

*Випадок 1* - елемент завантажений зі значним ексцентриситетом і не переармований розтягнутою арматурою. Руйнування цих елементів починається з розтягнутої зони внаслідок досягнення розтягнутою арматурою межі текучості. Тріщини розкриваються та поглиблюються, висота стиснутої зони бетону зменшується і настає її руйнування. Цей випадок носить назву *випадку відносно великих ексцентриситетів*.

*Випадок 2* - елемент завантажений з незначними ексцентриситетами або переармований розтягнутою арматурою. У цьому разі розтягнута арматура не тече, і руйнування відбувається по стиснутій зоні. При цьому переріз може бути повністю стиснутим (при розміщенні поздовжньої сили в межах ядра перерізу) або мати з боку, протилежного прикладеній силі, незначний розтяг. Розтягнута або менш стиснута арматура і в граничному стані залишається недовикористаною. Цей випадок можна назвати *випадком відносно малих ексцентриситетів*. Для нього характерне крихке руйнування.

При  $\% < \%R$  має місце випадок великих,  $\% > \%R$  - малих.

Відповідно до двох випадків руйнування позацентрово стиснутих елементів використовуються такі передумови їх розрахунку:

у випадку відносно великих ексцентриситетів виходять із того, що в розрахунковому граничному стані зусилля в розтягнутій зоні сприймаються тільки розтягнутою арматурою, напруження у якій досягають розрахункового опору арматури розтягу, а зусилля стиску сприймаються стиснутою зоною бетону (напруження рівномірно розподілені по всій висоті цієї зони та

дорівнюють в стадії руйнування  $R_b$ ) і стиснутою арматурою (напруження в ній досягають  $R_{sc}$ );

у випадку відносно малих ексцентриситетів вважають, що розрахунковий граничний стан настає лише в стиснутій зоні (бетоні і арматурі), розташованій з боку ексцентриситету. Напруження в арматурі з протилежного боку або незначні розтягуючі  $\sigma_s \leq R_s$ , або незначні стискаючі  $\sigma_s \leq R_{sc}$ .

Умова міцності позацентрово стиснутого елемента визначається тим, що момент поздовжньої сили відносно осі, котра проходить через точку прикладання рівнодійної зусиль в розтягнутій арматурі перпендикулярно до площини згину має бути меншим або дорівнювати сумі моментів усіх розрахункових внутрішніх зусиль відносно тієї ж осі, тобто

$$Ne \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s). \quad (2.71)$$

Положення нейтральної лінії визначається із рівняння суми проєкцій усіх зовнішніх і внутрішніх сил на поздовжню вісь елемента.

Для випадку відносно великих ексцентриситетів це рівняння має вигляд

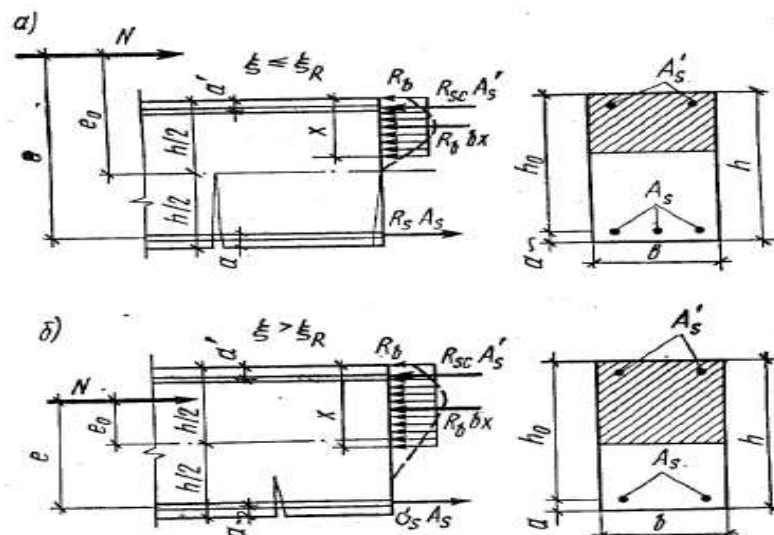
$$N = R_b b x + R_{sc} A'_s - R_s A_s, \quad (2.72)$$

для випадку відносно малих ексцентриситетів

$$N = R_b b x + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s. \quad (2.73)$$

Значення  $\sigma_s$  у рівняннях для елементів із бетону класу В30 і нижче та арматурою А-I, А-II, А-III визначають за формулою

$$\sigma_s = [2(1 - \xi) / (1 - \xi_R)] R_s.$$



**Рис. 2.52.** Схеми розрахункових зусиль у перерізах стиснутих залізобетонних елементів: а - випадок відносно великих ексцентриситетів; б - те ж відносно малих ексцентриситетів.

При перевірці несучої здатності елемента задано  $b \times h, A_s, A_s', R_b, R_s, R_{sc}, N, e_0$ .

Послідовно із (2.72) підраховуємо  $x = \frac{N - R_{sc} A_s' + R_s A_s}{R_b b}$ .

Перевіряємо умову  $\xi \leq \xi_R$ , при її виконанні  $N_u$  визначаємо за (2.71),

при невиконанні із (2.73) уточнюємо  $x = \frac{N - R_{sc} A_s' \pm \sigma_s A_s}{R_b b}$ , а потім

підраховуємо  $N_u$  за (2.71).

При підборі поздовжньої робочої арматури дано  $b \times h, R_b, R_s, R_{sc}, N, e_0$ .

Очевидно, що  $A_s'$  за розрахунком потрібна, якщо  $\xi > \xi_R$  за наявності лише однієї розтягнутої арматури:

– підраховуємо  $\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}$ , і перевіряємо умову  $\alpha_m \leq \alpha_R$ ;

– у разі її невиконання із (2.71) визначаємо площу стиснутої арматури  $A_s' = \frac{Ne - R_b b h_0^2 \alpha_R}{R_{sc} (h_0 - a_s')}$  і із (2.72) площу розтягнутої

$A_s = \frac{N - R_b b h \xi_R - R_{sc} A_s'}{R_s}$  (для несиметричного армування). У разі

симетричного армування  $A_s = A_s'$ , тому  $x = \frac{N}{R_b b}$  і

$$A_s = A_s' = \frac{Ne - R_b b x (h_0 - 0,5x)}{h_0 - a_s'}$$

**Врахування впливу прогину елемента.** При дії позacentрової стискальної сили  $N$  гнучкі елементи деформуються, що призводить до збільшення початкових ексцентриситетів. Тому в елементах із гнучкістю  $\lambda_i = l_0 / i \geq 14$  для перерізів довільної форми і  $\lambda_n = l_0 / h \geq 4$  для прямокутних перерізів вплив прогину на початковий ексцентриситет  $e_0$  враховують його множенням на коефіцієнт  $\eta$ .

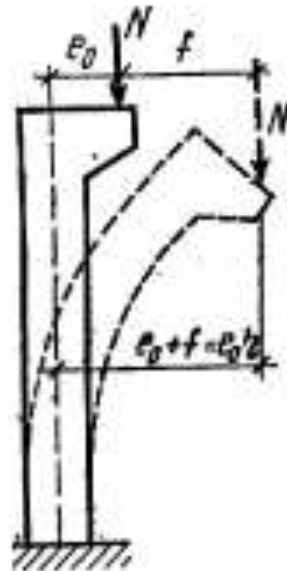


Рис. 2.53. Збільшення початкового ексцентриситету поздовжньої сили в гнучких елементах.

Тоді відстань від поздовжньої сили то точки прикладання рівнодіючої в розтягнутій арматурі визначають за формулою  $e = e_0^{\wedge} + 0,5h - a_s$ , відповідно відстань до точки прикладання рівнодіючої у стиснутій арматурі, ВІДПОВІДНО,  $e = e_0q - 0,5h + a_s$ .