

Внецентренное растяжение-сжатие

Чавунний стержень, поперечний переріз якого зображено на рисунку, стискається повздовжньою силою P , прикладеній в точці A .

Треба:

1. визначити найбільше розтягуюче і стискуюче напруження в поперечному перерізі, виразивши величини цих напружень через розміри перерізу.
2. Знайти допустиме навантаження.

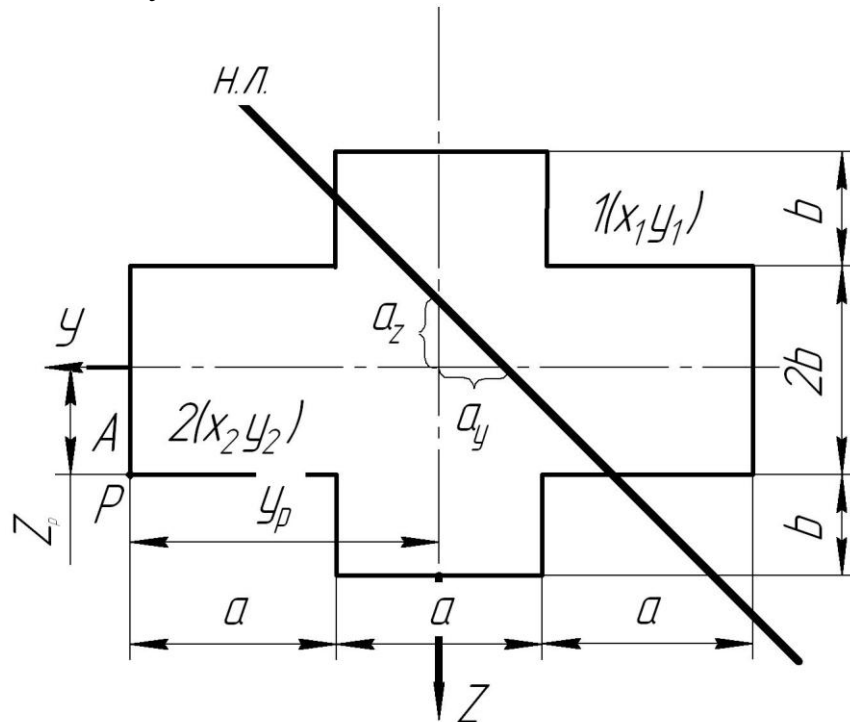


Рисунок 1 - Розрахункова схема

1.1 Проводимо центральні осі з таким розрахунком, щоб точка прикладання сили P знаходилася у першому додатному квадранті.

1.2 Визначаємо площу поперечного перерізу.

$$A = 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot b \cdot a = 2 \cdot 3 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 96 \text{ см}^2 = 9600 \text{ мм}^2$$

1.3 Визначаємо моменти інерції перерізу відносно головних вісей.

$$I_z = \frac{(3a)^3 \cdot 2b}{12} + 2 \frac{a^3 \cdot b}{12} = \frac{(3 \cdot 3)^3 \cdot 2 \cdot 4}{12} + 2 \frac{3^3 \cdot 4}{12} = 504 \text{ см}^4 = 504 \cdot 10^4 \text{ мм}^4,$$

$$I_y = \frac{(4b)^3 \cdot a}{12} + 2 \frac{(2b)^3 \cdot a}{12} = \frac{(4 \cdot 4)^3 \cdot 3}{12} + 2 \frac{(2 \cdot 4)^3 \cdot 3}{12} = 1280 \text{ см}^4 = 1280 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

1.4 Визначаємо квадрат радіусу інерції перерізу

$$i_z^2 = \frac{I_z}{A} = \frac{504}{96} = 5,25 \text{ см}^2 = 5,25 \cdot 10^2 \text{ мм}^2,$$

$$i_z^2 = \frac{I_y}{A} = \frac{1280}{96} = 13,4 \text{ см}^2 = 13,4 \cdot 10^2 \text{ мм}^2.$$

1.5 Визначаємо положення нейтральної лінії.

$$a_z = -\frac{i_y^2}{z_p} = -\frac{13,4}{4} = -3,35 \text{ см} = -33,5 \text{ мм},$$

$$a_y = -\frac{i_y^2}{Y_p} = -\frac{5,25}{4,5} = -1,16 \text{ см} = -11,6 \text{ мм}.$$

Проводимо нейтральну лінію.

1.6 Із умови міцності при позацентровому стиску визначаємо допустиме навантаження.

$$\sigma_{\max} = -\left(\frac{F}{A} + \frac{F \cdot Y_p \cdot Y}{I_z} + \frac{F \cdot Z_p \cdot Z}{I_y} \right) \leq [\sigma],$$

де y_p, z_p - координати місця прикладення навантаження.

y, z - координати найбільш небезпечних

точок.

1.6.1 Для точки розтягу

$$P \leq \frac{[\sigma]_p}{-\frac{1}{A} + \frac{Y_p Y_1}{I_z} + \frac{Z_p Z_1}{I_y}} = \frac{24 \cdot 10^2}{-\frac{1}{96} + \frac{4,5 \cdot 4,5}{504} + \frac{4 \cdot 4}{1280}} = 60000 \text{ Н},$$

де $[\sigma] = 24 \text{ Н/мм}^2$ - допустима напруга при розтягу.

1.6.2 Для зони стиску

$$P = \frac{[\sigma]_c}{-\frac{1}{A} - \frac{Y_p Y_z}{I_z} - \frac{Z_p Z_z}{I_y}} = \frac{130 \cdot 10^2}{-\frac{1}{96} - \frac{4,5 \cdot 4,5}{504} - \frac{4 \cdot 4}{1280}} = 210000 \text{ Н},$$

де $[\sigma] = 130 \text{ Н/мм}^2$ - допустима напруга при стиску.

Приймаємо $[P] = 60000 \text{ Н} = 60 \text{ кН}$.