

## Rozwiązanie

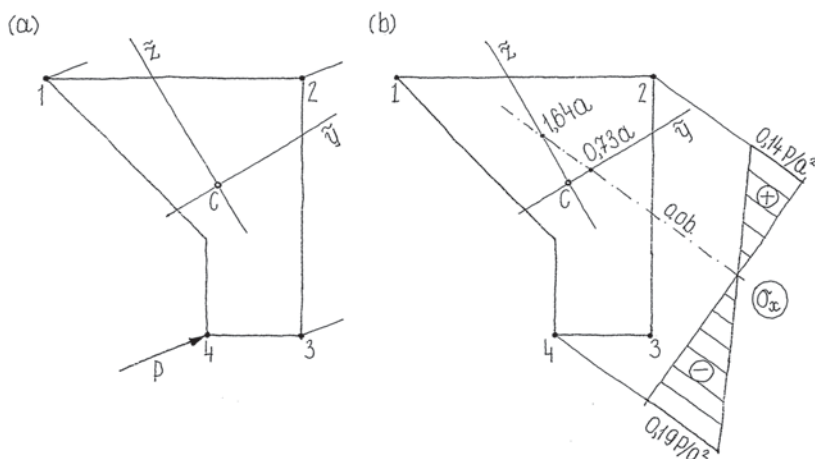
**Charakterystyki.** Obliczamy promienie bezwładności przekroju:

$$i_{\tilde{y}}^2 = \frac{J_{\tilde{y}}}{A} = \frac{232a^4}{36,5a^2} = 6,36a^2, \quad i_{\tilde{z}}^2 = \frac{J_{\tilde{z}}}{A} = \frac{76a^4}{36,5a^2} = 2,09a^2$$

**Oś obojętna.** Obliczamy współczynniki:

$$a_{\tilde{y}} = -\frac{i_{\tilde{z}}^2}{\tilde{y}_p} = -\frac{2,09a^2}{-2,85a} = 0,73a, \quad a_{\tilde{z}} = -\frac{i_{\tilde{y}}^2}{\tilde{z}_p} = -\frac{6,36a^2}{-3,87a} = 1,64a$$

i wyznaczamy położenie osi obojętnej (rys. 14.9b).



Rys. 14.9.

**Naprężenia.** Wyznaczamy rozkład naprężeń normalnych w przekroju, czyli

$$\sigma_x = -\frac{P}{A} \left( 1 - \frac{\tilde{y}}{a_{\tilde{y}}} - \frac{\tilde{z}}{a_{\tilde{z}}} \right) = -\frac{P}{36,5a^2} \left( 1 - \frac{\tilde{y}}{0,73a} - \frac{\tilde{z}}{1,64a} \right) = -\frac{P}{36,5a^2} \left( 1 - 1,36 \frac{\tilde{y}}{a} - 0,61 \frac{\tilde{z}}{a} \right)$$

i obliczamy ekstremalne wartości naprężeń w punktach najbardziej oddalonych od osi obojętnej, a więc w punktach 2(3,87a;1,4a) oraz 4(-2,85a;-3,87a):

$$\sigma_x^{(2)} = \frac{P}{36,5a^2} \left( 1 - 1,36 \cdot \frac{3,87a}{a} - 0,61 \cdot \frac{1,4a}{a} \right) = 0,14 \frac{P}{a^2} = \sigma_{\max}$$

$$\sigma_x^{(4)} = \frac{P}{36,5a^2} \left( 1 - 1,36 \cdot \frac{(-2,85a)}{a} - 0,61 \cdot \frac{(-3,87a)}{a} \right) = -0,19 \frac{P}{a^2} = \sigma_{\min}$$

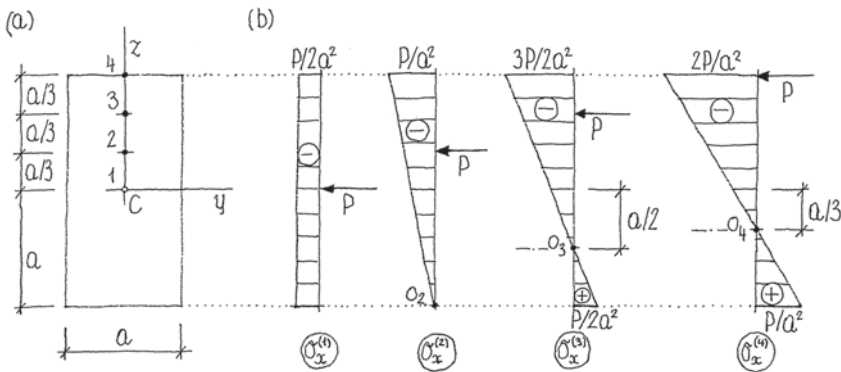
Wykres naprężeń normalnych w rozpatrywanym przekroju przedstawia rysunek 14.9b.

### Przykład 14.3.

W przypadku przekroju jak na rysunku 14.10a należy wyznaczyć położenie osi obojętnej oraz rozkład naprężeń normalnych, przyjmując, że siła ściskająca  $P$  jest przyłożona kolejno w czterech punktach, 1, 2, 3 i 4, znajdujących się na osi  $Cz$ .

Dane:  $a, P, A = 2a^2, y_p = 0, z_p^{(1)} = 0, z_p^{(2)} = a/3, z_p^{(3)} = 2a/3, z_p^{(4)} = a, i_y^2 = a^2/3, i_z^2 = a^2/12$

Szukane:  $a_y, a_z^i, \sigma_x^i, i = 1, 2, 3, 4$



Rys. 14.10.

### Rozwiązanie

Ponieważ w rozważanym przykładzie  $y_p = 0 \rightarrow a_y = \infty$ , to równanie (14.8) oraz wzór (14.6) przyjmują odpowiednio następującą postać:

$$z_o^{(i)} = a_z^{(i)} = -\frac{i_y^2}{z_p^{(i)}} = -\frac{a^2}{3z_p^{(i)}}, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$\sigma_x^{(i)} = -\frac{P}{2a^2} \left( 1 - \frac{z}{a_z^{(i)}} \right), \quad i = 1, 2, 3, 4$$

**Oś obojętna.** Wyznaczamy kolejne położenia  $o_1, o_2, o_3$  i  $o_4$  osi obojętnej (rys. 14.10b):

$$z_o^{(1)} = a_z^{(1)} = -\infty, \quad z_o^{(2)} = a_z^{(2)} = -\frac{a^2}{3z_p^{(2)}} = -\frac{a^2}{3(a/3)} = -a$$

$$z_o^{(3)} = a_z^{(3)} = -\frac{a^2}{3z_p^{(3)}} = -\frac{a^2}{3(a/3)} = -\frac{a}{2}, \quad z_o^{(4)} = a_z^{(4)} = -\frac{a^2}{3z_p^{(4)}} = -\frac{a^2}{3a} = -\frac{a}{3}$$