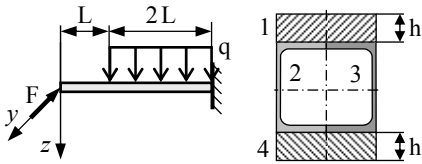


## ЗАДАЧА ЗА ЯКОСТНА ПРОВЕРКА

### УСЛОВИЕ:



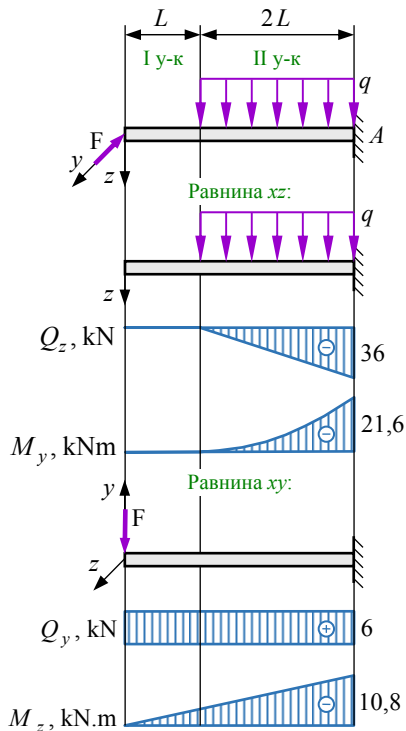
За показаните на схемата гредя и напречно сечение:

1. Да се построят диаграмите на вътрешните усилия;
2. Да се направи якостна проверка, като влиянието на  $Q$ -усилията се пренебрегне;
3. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашените сечения.

Дадено е:  $F = 6 \text{ kN}$ ;  $q = 30 \text{ kN/m}$ ;  $L = 0,6 \text{ m}$ ;  $h = 0,04 \text{ m}$ ;  
 $\sigma_{дон} = 180 \text{ МПа}$ , профили 2 и 3: UPE 300.

### РЕШЕНИЕ:

#### I. Опорни реакции и вътрешни усилия - метод на суперпозицията



Равнина хz: таблична гредя (случай №3, стр.32):

$$\max Q_z = -qL^{\text{табл.}} = -30 \cdot (2,0,6) = -36 \text{ kN.}$$

$$\max M_y = -q(L^{\text{табл.}})^2/2 = -30 \cdot (2,0,6)^2/2 = -21,6 \text{ kNm.}$$

Равнина ху: таблична гредя (случай №1, стр.31):

$$Q_y = F = 6 \text{ kN.}$$

$$\max M_z = -FL^{\text{табл.}} = -6 \cdot (3,0,6) = -10,8 \text{ kNm.}$$

Забележка:

За знака на  $Q_y$  трябва да се съобрази, че гредата е завъртяна спрямо таблицата, а освен това ос  $y$  е на обратно спрямо ос  $z$ . Така знакът на  $Q$ -усилието се сменя два пъти и остава положителен.

#### II. Вид съпротива

Тъй като  $Q$ -усилията се пренебрегват по условие, в първи участък само  $M_z \neq 0$ , а във втори участък само  $M_y \neq 0$  и  $M_z \neq 0$ . Първи участък е подложен на *чисто огъване около ос z*, а втори участък – на *общо огъване*.

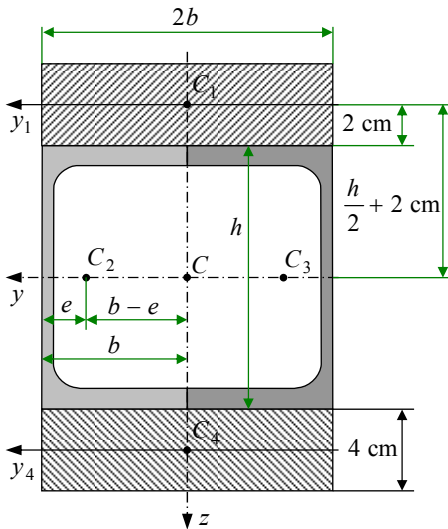
#### III. Застрашени сечения

Материалът е жилаво-пластичен (едно  $\sigma_{дон}$ ). Застрашено е сечение  $A$ , с  $\max M_y = -21,6 \text{ kNm}$  и  $\max M_z = -10,8 \text{ kNm}$ .

#### IV. Застрашени точки в застрашените сечения

При общо огъване и жилаво-пластичен материал, *застрашени са най-отдалечените от нулевата линия точки*. За да се определи тяхното положение, е необходимо да се пресметне ъгъл  $\beta$ :

$$\beta = \arctg \frac{I_y M_z}{I_z M_y} = \arctg \frac{62094}{12132} \cdot \frac{-10,8}{-21,6} = 68,66^\circ, \text{ където:}$$



От справочника за профил IPE 300:

$$b = 10 \text{ cm};$$

$$h = 30 \text{ cm};$$

$$e = 2,89 \text{ cm};$$

$$A_2^{\text{мабл.}} = 56,6 \text{ cm}^2.$$

$$I_y^{(1)} = \frac{b_1 h_1^3}{12} + \left(\frac{h}{2} + 2\right)^2 A_1 = \frac{20 \cdot 4^3}{12} + \left(\frac{30}{2} + 2\right)^2 20 \cdot 4 = 23227 \text{ cm}^4;$$

$$I_y^{(2)} = I_{y2}^{\text{мабл.}} = 7820 \text{ cm}^4;$$

$$I_y = I_y^{(1)} + I_y^{(2)} + I_y^{(3)} + I_y^{(4)} = 2I_y^{(1)} + 2I_y^{(2)} = 2 \cdot 23227 + 2 \cdot 7820;$$

$$I_y = 62094 \text{ cm}^4 = 62094 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4.$$

$$I_z^{(1)} = \frac{b_1^3 h_1}{12} = \frac{20^3 \cdot 4}{12} = 2667 \text{ cm}^4;$$

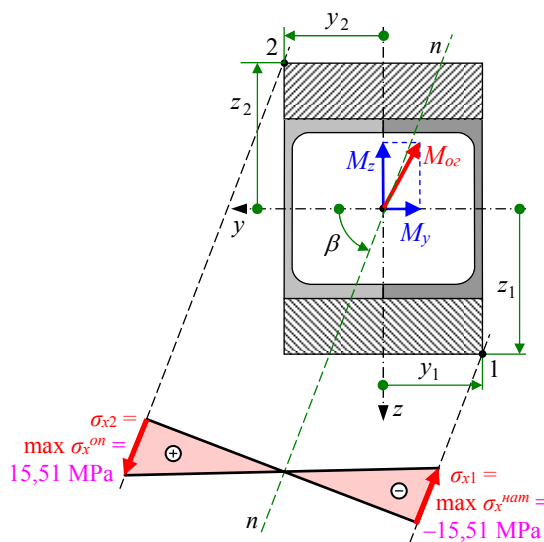
$$I_z^{(2)} = I_{z2}^{\text{мабл.}} + (b - e)^2 A_2^{\text{мабл.}} = 538 + (10 - 2,89)^2 56,6;$$

$$I_z^{(2)} = 3399 \text{ cm}^4;$$

$$I_z = I_z^{(1)} + I_z^{(2)} + I_z^{(3)} + I_z^{(4)} = 2I_z^{(1)} + 2I_z^{(2)} = 2 \cdot 2667 + 2 \cdot 3399;$$

$$I_z = 12132 \text{ cm}^4 = 12132 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4.$$

Като се отчетат стойността на  $\beta$ , знаците на  $M_y$  и  $M_z$ , и се приложи правилото на дясната ръка, за сечение A се получава следната диаграма на напреженията:



От диаграмата се вижда, че застрашени са точка 1 и точка 2. В точка 1 действа  $\sigma_{x1} = \max \sigma_x^{\text{nam}}$ , а в точка 2  $\sigma_{x2} = \max \sigma_x^{\text{on}}$ , като  $\sigma_{x1} = -\sigma_{x2}$ , заради двете оси на симетрия. Застрашените точки имат координати  $(y_1$  и  $z_1)$  и  $(y_2$  и  $z_2)$ , които са еднакви по стойност и противоположни по знак. За точка 2 координатите са:

$$y_2 = b = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m};$$

$$z_2 = -\left(\frac{h}{2} + 4 \text{ cm}\right) = -(15 + 4) = -19 \text{ cm} = -0,19 \text{ m}.$$

**Забележка:** Стойностите, оцветени в **лилаво** са пресметнати в следващата точка.

## V. Якоствна проверка

$$\sigma_{x2} = \max \sigma_x^{\text{on}} = \frac{\max M_y}{I_y} z_2 - \frac{\max M_z}{I_z} y_2 \leq \sigma_{\text{дон}};$$

$$\sigma_{x2} = \frac{-21,6 \cdot 10^3}{62094 \cdot 10^{-8}} (-0,19) - \frac{-10,8 \cdot 10^3}{12132 \cdot 10^{-8}} 0,1 = 15511411 \text{ Pa} = 15,51 \text{ MPa}.$$

$$\sigma_{x1} = -\sigma_{x2} = -15,51 \text{ MPa}, \text{ заради двете оси на симетрия.}$$

Тъй като  $\max \sigma_x = 15,51 \text{ MPa} < \sigma_{\text{дон}} = 180 \text{ MPa}$ , гредата ще издържи на натоварването.

## VI. Диаграми на напреженията в застрашеното сечение - сечение A

Диаграмата на напреженията е построена в точка IV. Действителните стойности на максималните напрежения са пресметнати в точка V и са означени върху диаграмата с **лилаво**.