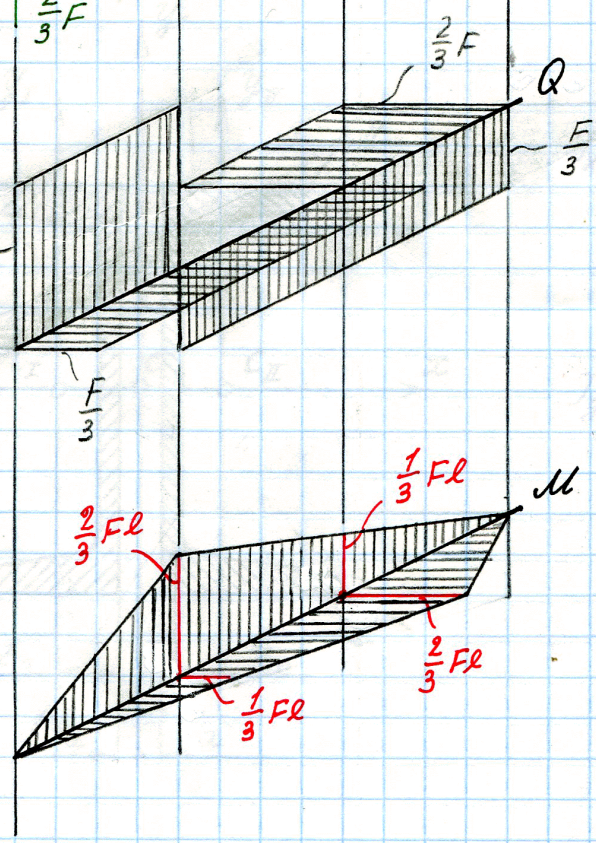
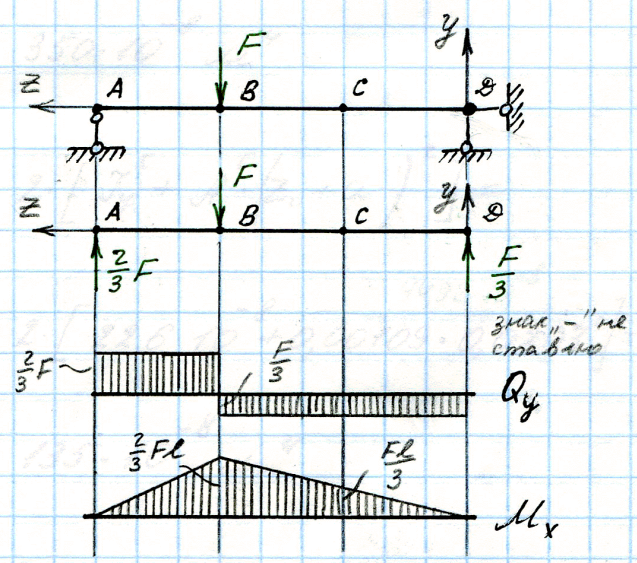


Дано:  $F = 2 \text{ кН}$   
 $l = 1 \text{ м}$   
 $a = 5 \text{ мм}$   
 $\sigma_T = 200 \text{ МПа}$

Найти:  $\eta_T = ?$   
 коэффициент запаса прочности по текучести.  
 Обозначается также  $\eta_T$

Решение

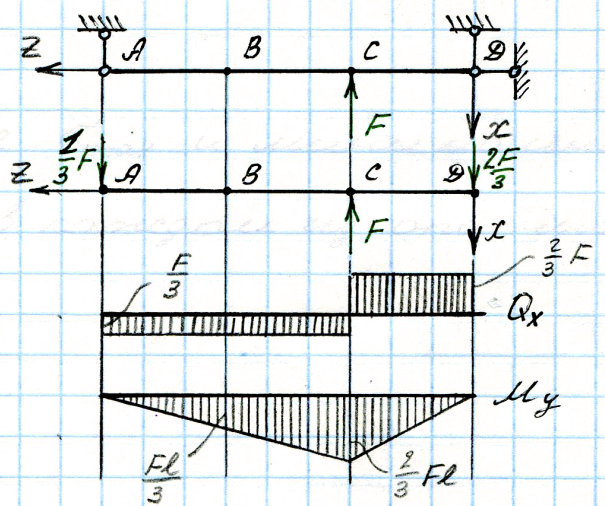
1) Поочередно строим эпюры в двух плоскостях, потом рисуем изометрию:



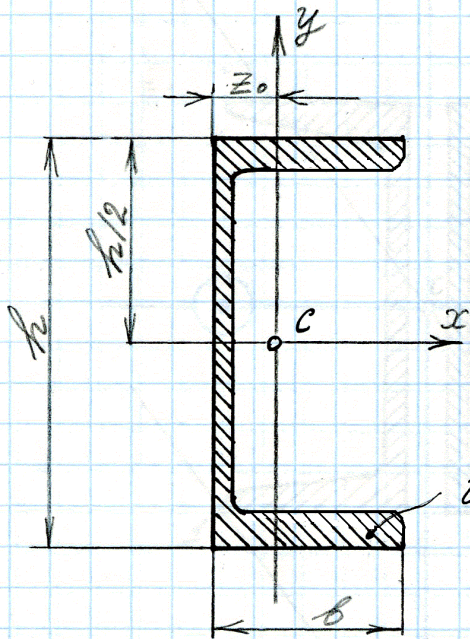
Опасные сечения:

$B: M_x = \frac{2}{3} Fl; M_y = \frac{Fl}{3};$

$C: M_x = \frac{1}{3} Fl; M_y = \frac{2}{3} Fl.$



2) Геометрические характеристики поперечного сечения:



$$b = 46 \text{ мм} = 0,046 \text{ м}$$

$$h = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$$

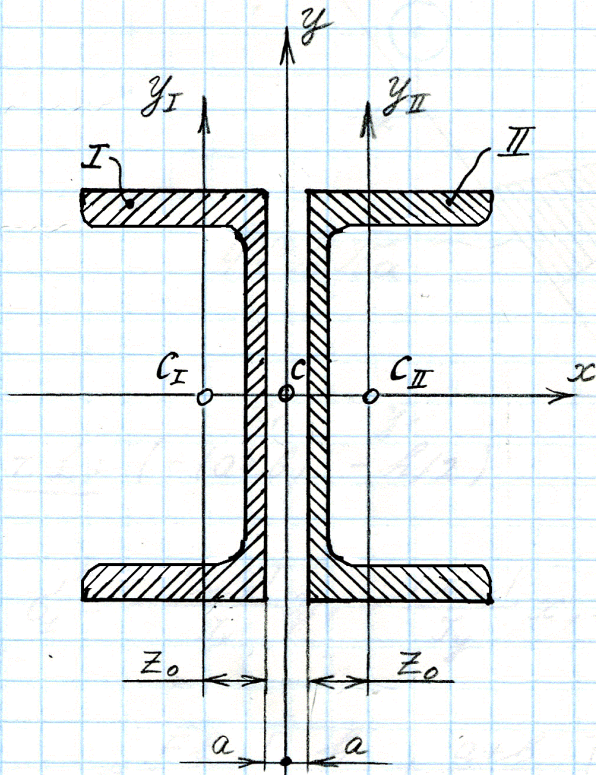
$$J_x^C = 175 \text{ см}^4 = 175 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_y^C = 22,6 \text{ см}^4 = 22,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$z_0 = 1,53 \text{ см} = 0,0153 \text{ м}$$

Швеллер № 10, ГОСТ 8240-72, параллельные грани полок.

$$A^C = 10,9 \text{ см}^2 = 0,109 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$



$$J_x = J_x^{II} = 2 \cdot J_x^C = 2 \cdot 175 \cdot 10^{-8} =$$

$$= 350 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_y = 2 \cdot [J_y^C + A^C \cdot (z_0 + a)^2] =$$

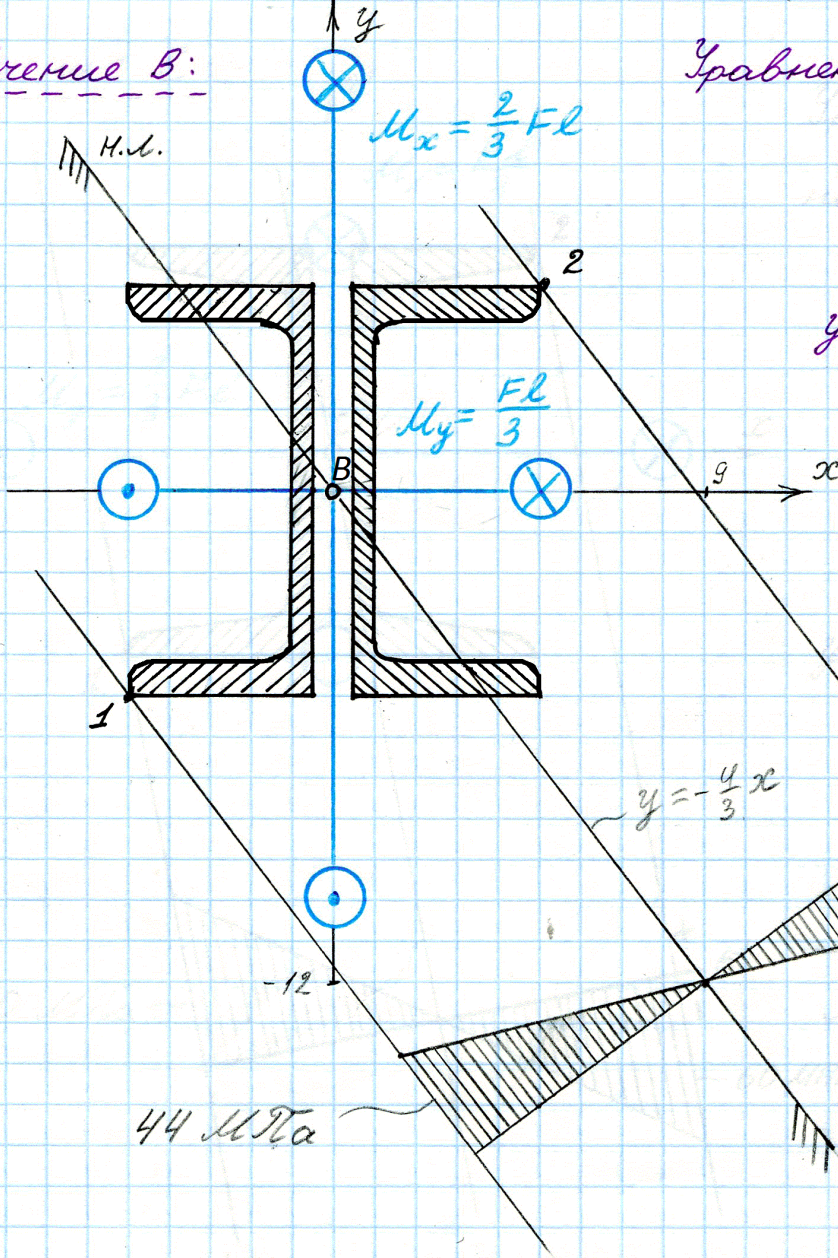
$$= 2 \cdot [22,6 \cdot 10^{-8} + 0,00109 \cdot 0,0203^2] =$$

$$= 135 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

3) Вычислим максимальное  $\sigma_{\max}$  и минимальное  $\sigma_{\min}$  осевое напряжение в каждом из опасных сечений:

Сечение В:

Уравнение нейтральной линии:



$$0 = -\frac{|M_x|}{J_x} \cdot y - \frac{|M_y|}{J_y} \cdot x$$

$$y = -\frac{|M_y|}{|M_x|} \cdot \frac{J_x}{J_y} \cdot x = -\frac{\frac{Fl}{3}}{\frac{2Fl}{3}} \cdot \frac{350 \cdot 10^8}{135 \cdot 10^8} \cdot x =$$

$$= -\frac{35}{27} \cdot x \approx -\frac{4}{3} x$$

$$y = -\frac{4}{3} x$$

44 МПа

44 МПа

Т.1:  $(- (a+b); -h/2)$

$$\sigma_1^B = -\frac{|M_x|}{J_x} \cdot y_1 - \frac{|M_y|}{J_y} \cdot x_1 = -\frac{2Fl}{3 \cdot J_x} \cdot \left(-\frac{h}{2}\right) - \frac{Fl}{3 \cdot J_y} \cdot (-(a+b)) =$$

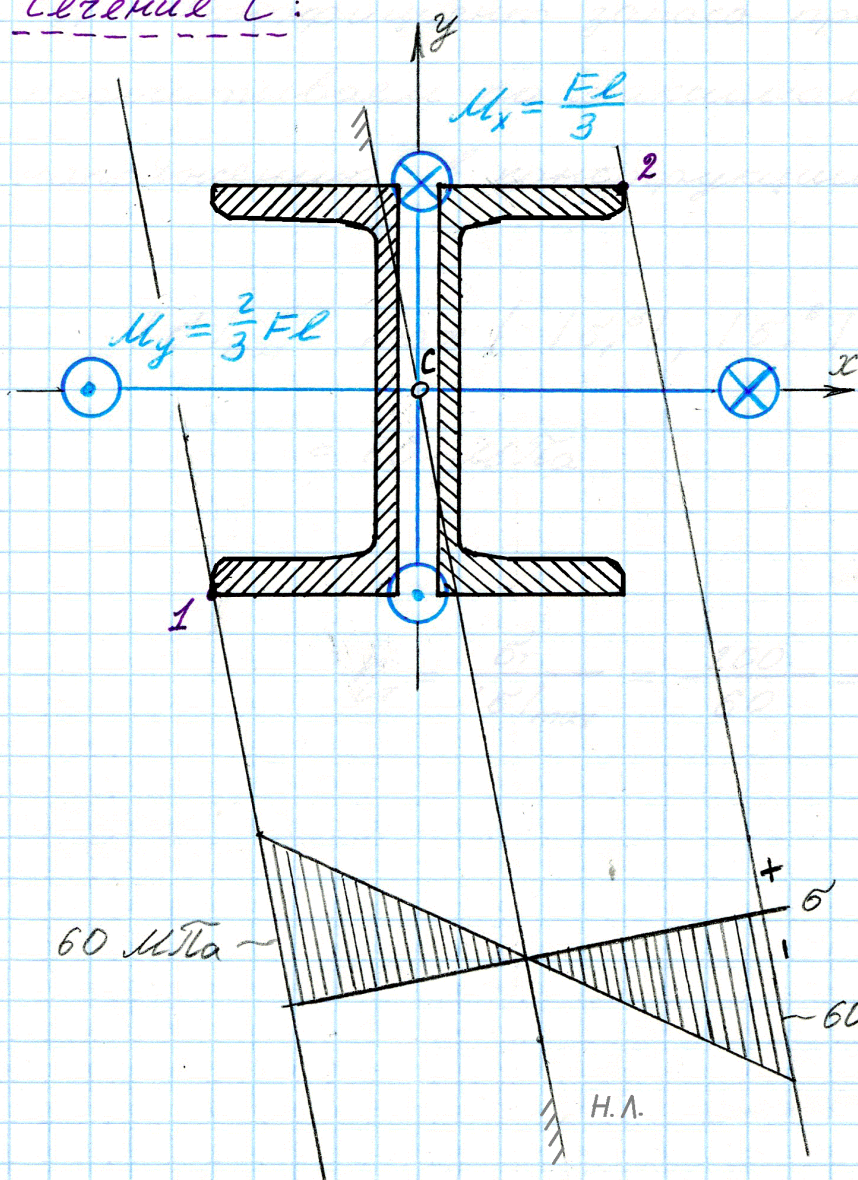
$$= \frac{Fl}{3} \left[ \frac{h}{J_x} + \frac{a+b}{J_y} \right] = \frac{2000 \cdot 1}{3} \left[ \frac{0,1}{350 \cdot 10^8} + \frac{0,005 + 0,046}{135 \cdot 10^8} \right] =$$

$$= 44,23 \cdot 10^6 \text{ Па} = 44,23 \text{ МПа}$$

Т.2:  $(a+b, h/2)$

$$\sigma_2^B = -\frac{|M_x|}{J_x} \cdot y_2 - \frac{|M_y|}{J_y} \cdot x_2 = -\frac{2Fl}{3 \cdot J_x} \cdot \frac{h}{2} - \frac{Fl}{3 \cdot J_y} (a+b) = -44,23 \text{ МПа}$$

Сечение С:



Уравнение нейтральной линии:

$$0 = -\frac{|M_x|}{J_x} y - \frac{|M_y|}{J_y} x$$

$$0 = -\frac{FL}{3J_x} y - \frac{2FL}{3J_y} x$$

$$y = -\frac{2 \cdot J_x}{J_y} x = -\frac{2 \cdot 350 \cdot 10^{-8}}{135 \cdot 10^{-8}} x =$$

$$= -\frac{700}{135} x \approx -\frac{16}{3} x$$

Наиболее опасными являются точки, наиболее удаленные от нейтральной линии: Т.1 и Т.2.

Т.1:  $(- (a+b); -h/2)$

$$\sigma_1^c = -\frac{|M_x|}{J_x} y_1 - \frac{|M_y|}{J_y} x_1 = -\frac{FL}{3J_x} \left(-\frac{h}{2}\right) - \frac{2FL}{3J_y} (-(a+b)) =$$

$$= \frac{FL}{3} \left[ \frac{h}{2 \cdot J_x} + \frac{2(a+b)}{J_y} \right] = \frac{2000 \cdot 1}{3} \cdot \left[ \frac{0,1}{2 \cdot 350 \cdot 10^{-8}} + \frac{2 \cdot (0,005 + 0,046)}{135 \cdot 10^{-8}} \right] =$$

$$= 59,9 \cdot 10^6 \text{ МПа} \approx 60 \text{ МПа}$$

Т.2:  $(a+b; h/2)$

$$\sigma_2^c = -\frac{|M_x|}{J_x} y_2 - \frac{|M_y|}{J_y} x_2 = -\frac{FL}{3J_x} \frac{h}{2} - \frac{2FL}{3J_y} (a+b) =$$

$$\approx -60 \text{ МПа}$$

3) Коэффициент запаса прочности по текучести рассчитываем по максимальному (по модулю) напряжению в конструкции:

$$|\sigma|_{\max} = \max(|\sigma_1^B|, |\sigma_2^B|, |\sigma_1^C|, |\sigma_2^C|) =$$
$$= 60 \text{ МПа}$$

$$n_T = \frac{\sigma_T}{|\sigma|_{\max}} = \frac{200}{60} = 3,3$$