

ЧИСТО ОГЪВАНЕ И ОПЪН/НАТИСК:

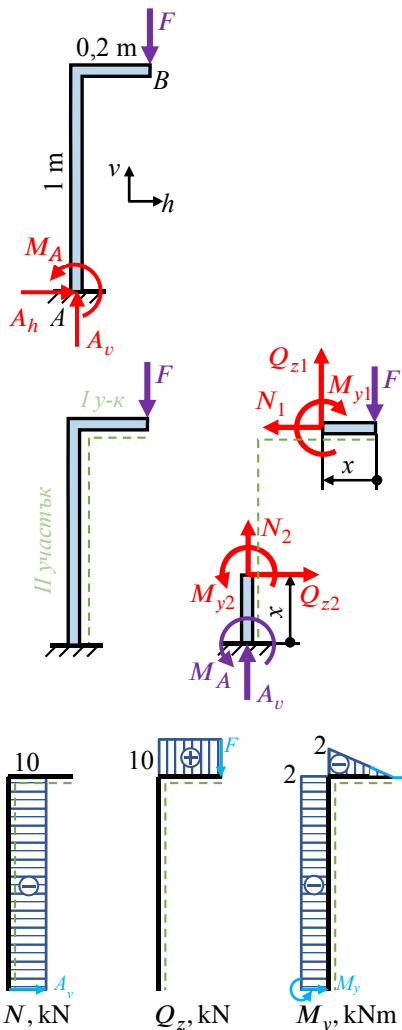
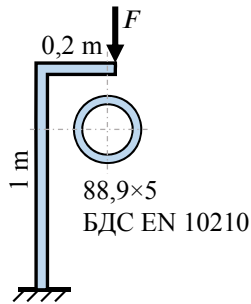
ЗАДАЧА ЗА ЯКОСТНА ПРОВЕРКА

УСЛОВИЕ:

За показаната на схемата рамка:

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

Дадено е: $F = 10 \text{ kN}$; $\sigma_{\text{доп}} = 135 \text{ MPa}$.



РЕШЕНИЕ:

I. Опорни реакции и вътрешни усилия

1. Опорни реакции

$$\begin{aligned} \sum h_i = 0: & & A_h = 0. \\ \sum v_i = 0: & A_v - F = 0; & A_v = F = 10 \text{ kN}. \\ \sum M_{Ai} = 0: & M_A - F \cdot 0,2 = 0; & M_A = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

Проверка: $\sum M_{Bi} = 0: A_v \cdot 0,2 - M_A = 10 \cdot 0,2 - 2 = 0 - \text{О.К.}$

2. Вътрешни усилия. Рамката има два участъка. Поставям реперна линия (в зелено).

I участък, дясна част, $x \in [0; 0,2]$, \leftarrow :

$$\begin{aligned} \sum x_i = 0: & N_1 = 0; \\ \sum z_i = 0: & Q_{z1} - F = 0; \\ & Q_{z1} = F = 10 \text{ kN} = \text{const.} \\ \sum M_{yi} = 0: & M_{y1} + Fx = 0; \\ & M_{y1} = -Fx = -10x - \text{права линия}; \\ & M_{y1}(x = 0) = 0; M_{y1}(x = 0,2 \text{ m}) = -2 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

II участък, дясна част, $x \in [0; L]$, \rightarrow :

$$\begin{aligned} \sum x_i = 0: & N_2 + A_v = 0; \\ & N_2 = -A_v = -10 \text{ kN} = \text{const.} \\ \sum z_i = 0: & Q_{z2} = 0; \\ \sum M_{yi} = 0: & M_{y2} + M_A = 0; \\ & M_{y2} = -M_A = -2 \text{ kNm} = \text{const.} \end{aligned}$$

II. Вид съпротива

Q_z се пренебрегва, следователно:

I участък: $N = 0$ и $M_y \neq 0$, следователно участъкът е подложен на *чисто огъване*;

II участък: $N < 0$ и $M_y \neq 0$, следователно участъкът е подложен на *чисто огъване и натиск*.

III. Застрашени сечения

Застрашени са всички сечения от втори участък. В тях действат $\max M_y = -2 \text{ kNm}$ и $N = -10 \text{ kN}$.

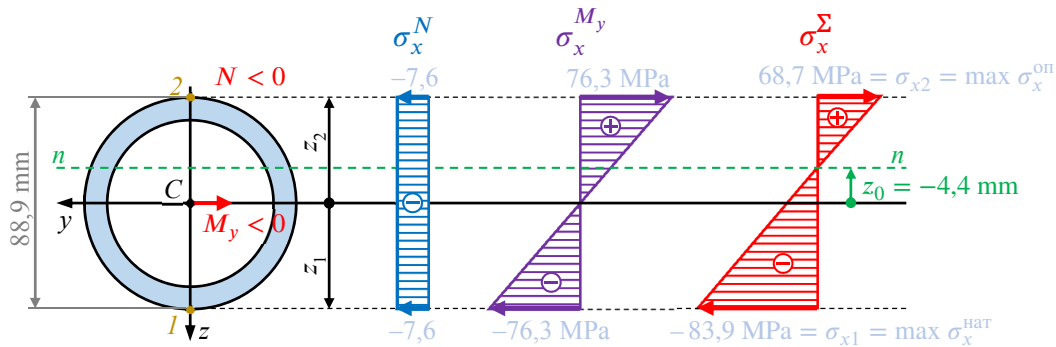
IV. Застрасени точки

Материалът е жилаво-пластичен (едно допустимо напрежение), застрасени са най-отдалечените от нулевата линия точки. За определяне на застрасените точки е необходимо да се построи диаграма на напреженията в застрасеното сечение.

$$z_0 = -\frac{N}{M_y} \frac{I_y}{A} = -\frac{-10}{-2} \frac{116 \cdot 10^{-8}}{13,2 \cdot 10^{-4}} = -0,0043939 \text{ m} = -4,4 \text{ mm},$$

където от таблицата за 88,9×5 БДС EN 10210:

$$I_y = 116 \text{ cm}^4 = 116 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4; \quad A = 13,2 \text{ cm}^2 = 13,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; \quad W_y = 26,2 \text{ cm}^3 = 26,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$



От диаграмата се вижда, че *застрасена е точка „1“*, с напрежение $\sigma_{x1} = \max \sigma_x^{\text{нат}} = |\max \sigma_x|$.

Координати на точки „1“ и „2“: $z_1 = 4,4 \text{ cm} = 0,044 \text{ m}$; $z_2 = -4,4 \text{ cm} = -0,044 \text{ m}$.

V. Допустимо натоварване – за застрасената точка „1“.

Тъй като y е ос на симетрия, а сечението е стандартен профил, е налице частен случай на чисто огъване и натиск.

$$|\max \sigma_x^{\text{нат}}| = |\sigma_{x1}| = \left| \frac{N}{A} \right| + \left| \frac{\max M_y}{W_y} \right| \leq \sigma_{\text{доп}};$$

$$\left| \frac{-10 \cdot 10^3}{13,2 \cdot 10^{-4}} \right| + \left| \frac{-2 \cdot 10^3}{26,2 \cdot 10^{-6}} \right| = 7\,575\,758 + 76\,335\,878 = 83\,911\,636 \text{ Pa} = 83,9 \text{ MPa} < \sigma_{\text{доп}} = 135 \text{ MPa}.$$

Рамката ще издържи на натоварването.

VI. Диаграма на напреженията в застрасеното сечение

Диаграмата е построена в точка IV. Характерните стойности на напреженията са:

$$\sigma_x^N = \frac{N}{A} = \frac{-10\,000}{13,2 \cdot 10^{-4}} = -7\,575\,758 \text{ Pa} = -7,6 \text{ MPa};$$

$$\left| \max \sigma_x^{M_y} \right| = \frac{|\max M_y|}{W_y} = \frac{2\,000}{26,2 \cdot 10^{-6}} = 76\,335\,878 \text{ Pa} = 76,3 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{x1} = \max \sigma_x^{\text{нат}} = \sigma_{x1}^N + \sigma_{x1}^{M_y} = -7,6 - 76,3 = -83,9 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{x2} = \max \sigma_x^{\text{оп}} = \sigma_{x2}^N + \sigma_{x2}^{M_y} = -7,6 + 76,3 = 68,7 \text{ MPa}.$$

Върху диаграмата на напреженията характерните стойности на σ_x са означени в **бледо синьо**.