

Задача 1.

Дано: $F := 100 \cdot \text{кН}$ $R := 140 \cdot \text{МПа}$ $E := 2 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа}$

Решение

1. Определение опорной реакции.

$$\sum X_i = 0 \quad -R_a + 3F - 4F + 2F = 0$$

$$R_a = 100 \text{ кН}$$

2. Вычисление значений продольных сил построение эпюры.

1-й участок

$$N_1 := -R_a \quad N_1 = -100 \text{ кН}$$

$$\sigma_1 := \frac{N_1}{2A} \quad \sigma_1 = -50 \frac{\text{кН}}{\text{А}}$$

2-й участок

$$N_2 := -R_a + 3F \quad N_2 = 200 \text{ кН}$$

$$\sigma_2 := \frac{N_2}{A} \quad \sigma_2 = 200 \frac{\text{кН}}{\text{А}}$$

3-й участок

$$N_3 := -R_a + 3F - 4F \quad N_3 = -200 \text{ кН}$$

$$\sigma_3 := \frac{N_3}{1A} \quad \sigma_3 = -200 \frac{\text{кН}}{\text{А}}$$

Опасным является сечение 3 участка.

3. Подобрать из условия прочности сечение.

Запишем условие прочности:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} < [\sigma]$$

$$A := \frac{|N_3|}{R} \quad A = 14.286 \text{ см}^2$$

4. Построить эпюру нормальных напряжений по длине бруса.

1-й участок

$$\sigma_1 := \frac{N_1}{2A} \quad \sigma_1 = -35 \text{ МПа}$$

2-й участок

$$\sigma_2 := \frac{N_2}{1A} \quad \sigma_2 = 140 \text{ МПа}$$

3-й участок

$$\sigma_3 := \frac{N_3}{A} \quad \sigma_3 = -140 \text{ МПа}$$

4. Построить эпюру перемещений сечений бруса.

Удлинение первого участка стержня

$$\Delta_1 := \frac{N_1 \cdot 0.36 \text{ м}}{E \cdot 2A} \quad \Delta_1 = -0.063 \text{ мм}$$

Удлинение второго участка стержня

$$\Delta_2 := \frac{N_2 \cdot 0.36 \text{ м}}{E \cdot 1A} \quad \Delta_2 = 0.252 \text{ мм}$$

Удлинение третьего участка стержня

$$\Delta_3 := \frac{N_3 \cdot 0.72 \text{ м}}{E \cdot 1A} \quad \Delta_3 = -0.504 \text{ мм}$$

Перемещение точки A (опора):

$$\delta A := 0$$

Перемещение точки B

$$\delta B := \Delta_1 \quad \delta B = -0.063 \text{ мм}$$

Перемещение точки C

$$\delta C := \Delta_1 + \Delta_2 \quad \delta C = 0.189 \text{ мм}$$

Перемещение точки D

$$\delta D := \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad \delta D = -0.315 \text{ мм}$$

