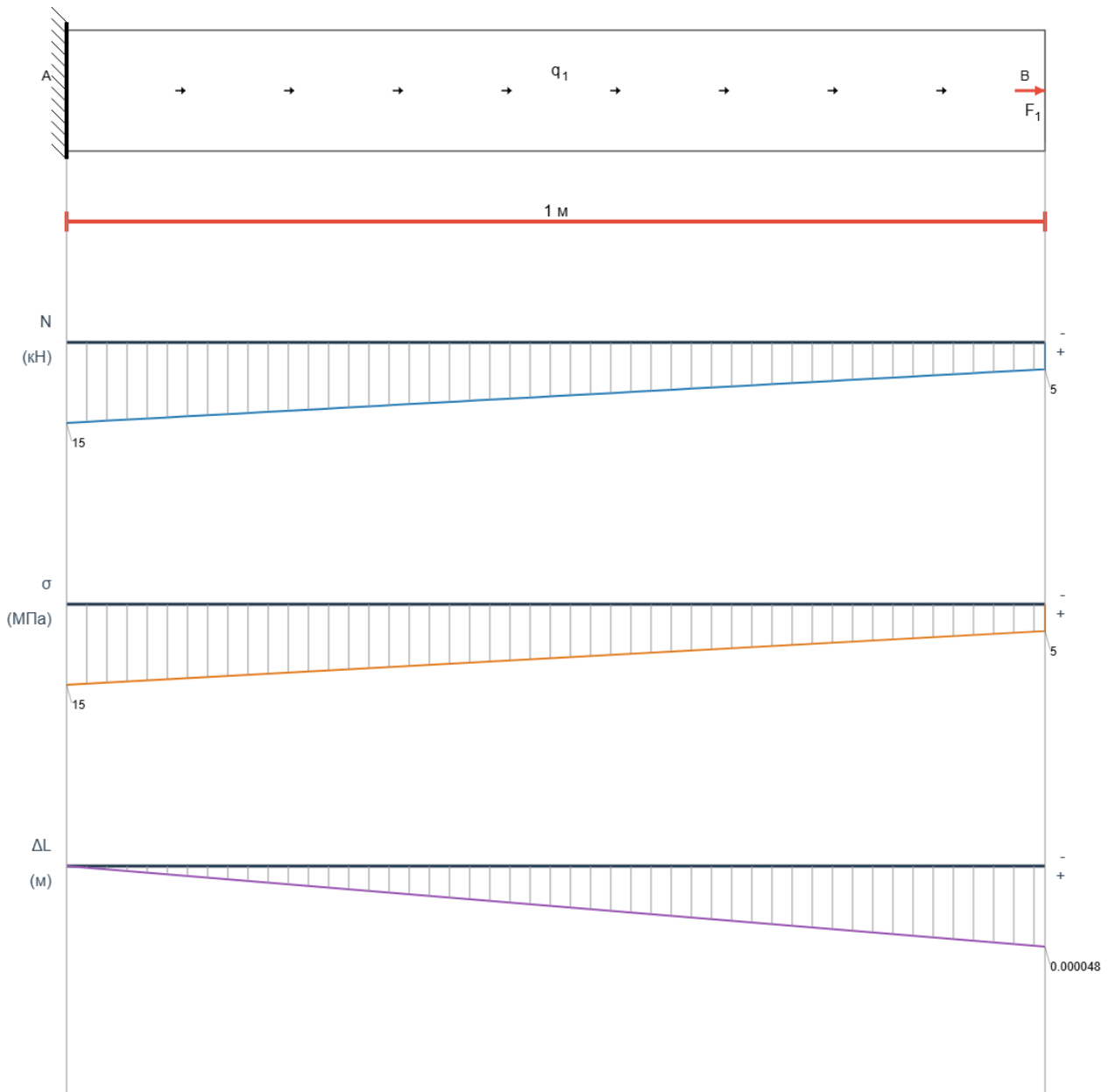




Пошаговый расчет

Дано: $q_1 = 10 \text{ кН/м}$, $F_1 = 5 \text{ кН}$, $A_1 = 10 \text{ см}^2$

Строим эюру N_z

Участок BA : $N_z = F_1 + q_1 \cdot z$

Точка В ($z = 0 \text{ м}$) : $N_z = 5 \text{ кН}$

Точка А ($z = 1 \text{ м}$) : $N_z = 15 \text{ кН}$

Строим эюру σ_z : $\sigma_z = \frac{N_z}{A}$

Участок BA :

Точка В ($z = 0 \text{ м}$) : $\sigma_z = \frac{5 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-4}} = 5 \text{ МПа}$

Точка А ($z = 1 \text{ м}$) : $\sigma_z = \frac{15 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-4}} = 15 \text{ МПа}$

Строим эюру ΔL : $\Delta L = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}$

$$\Delta L(A) = 0 \text{ м}$$

$$\Delta L(B) = \Delta L(A) + \frac{\left(\frac{5+15}{2}\right) \cdot 10^3 \cdot 1}{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 0 + 0.000048 = 0.000048 \text{ м}$$

Расчёт прочности

Допустимое напряжение:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{300}{1.5} = 200 \text{ МПа}$$

Площадь опасного сечения:

Исходим из условия прочности на растяжение:

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

Отсюда, минимально необходимая площадь:

$$A \geq \frac{N_{\max}}{[\sigma]}$$

Подставляем значения:

$$A = \frac{N_{\max}}{[\sigma]} = \frac{15 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^6} = 0.75 \text{ см}^2$$

Вывод формулы для расчёта диаметра:

Исходим из условия прочности на растяжение:

$$\sigma = \frac{N}{A} \Rightarrow A = \frac{N}{[\sigma]}$$

Площадь круглого сечения:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Приравняем:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{N_{\max}}{[\sigma]}$$

Выразим диаметр:

$$d^2 = \frac{4N_{\max}}{\pi[\sigma]} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4N_{\max}}{\pi[\sigma]}}$$

Расчёт минимального диаметра стержня (опасный участок):

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot N_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}}$$

Подставляем:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 15 \cdot 10^3}{\pi \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0.009772 \text{ м} = 9.77 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр стержня для опасного участка: **9.77 мм**.

Расчёт работы внешних сил, Расчёт потенциальной энергии деформации

Расчёт работы внешних сил (опасный участок):

$$\Delta l = \frac{N_{\max} \cdot l}{E \cdot A}$$

Подставляем:

$$\Delta l = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 1}{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 0.75 \cdot 10^{-4}} = 0.001 \text{ м}$$

$$A = 0.5 \cdot N_{\max} \cdot \Delta l$$

Подставляем:

$$A = 0.5 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0.001 = 7.14 \text{ Дж}$$

Работа внешних сил для опасного участка: **7.14 Дж**.

Расчёт потенциальной энергии деформации (опасный участок):

$$U = 0.5 \cdot \frac{N_{\max}^2 \cdot l}{E \cdot A}$$

Подставляем:

$$U = 0.5 \cdot \frac{(15 \cdot 10^3)^2 \cdot 1}{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 0.75 \cdot 10^{-4}} = 7.14 \text{ Дж}$$

Потенциальная энергия деформации: **7.14 Дж**.