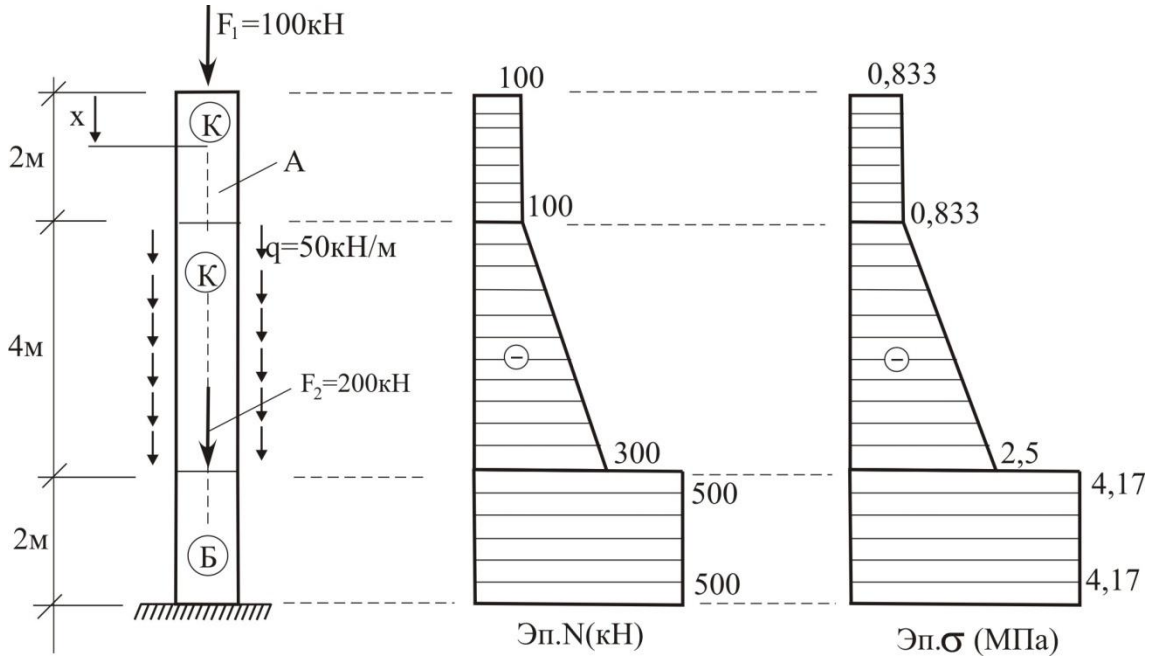
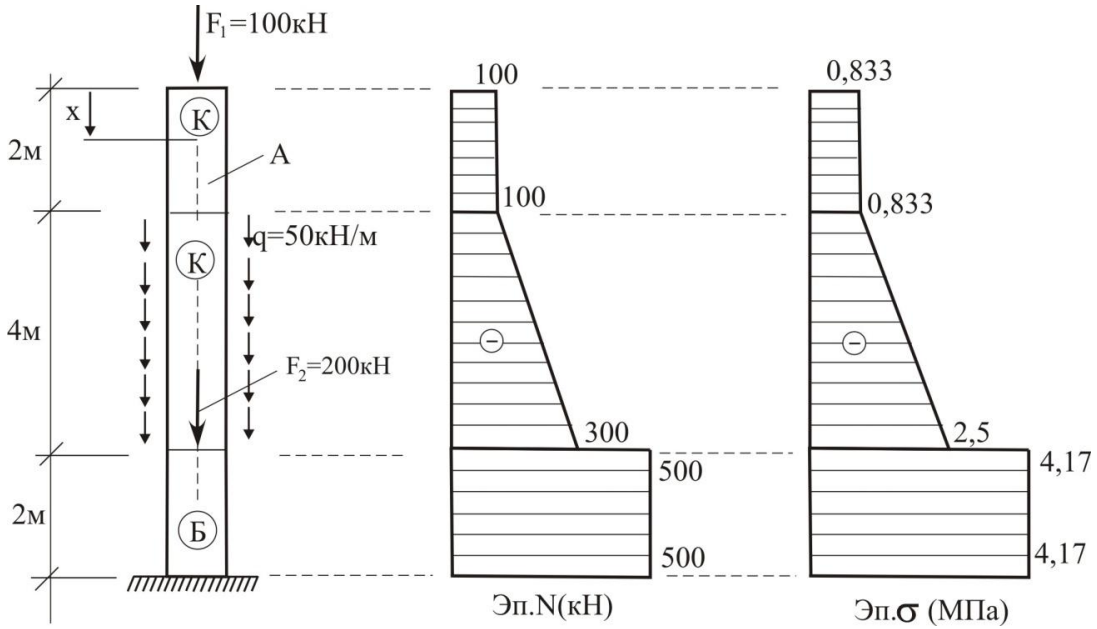
Расчет колонны

$$E_к = 3 \cdot 10^3 \text{МПа},\ \gamma_к = 18 \text{кН/м}^3,\ R_{к,р} = 0.2 \text{мПа},\ R_{к,сж} = 2.5 \text{МПа}$$

$$E_б = 2 \cdot 10^4 \text{МПа},\ \gamma_б = 24 \text{кН/м}^3,\ R_{б,р} = 0.5 \text{МПа},\ R_{б,сж} = 10 \text{МПа},$$



1. Подбор сечения колонны и построение эпюры N



Запишем выражение для продольных усилий в произвольных сечениях каждого из трех грузовых участков колонны:

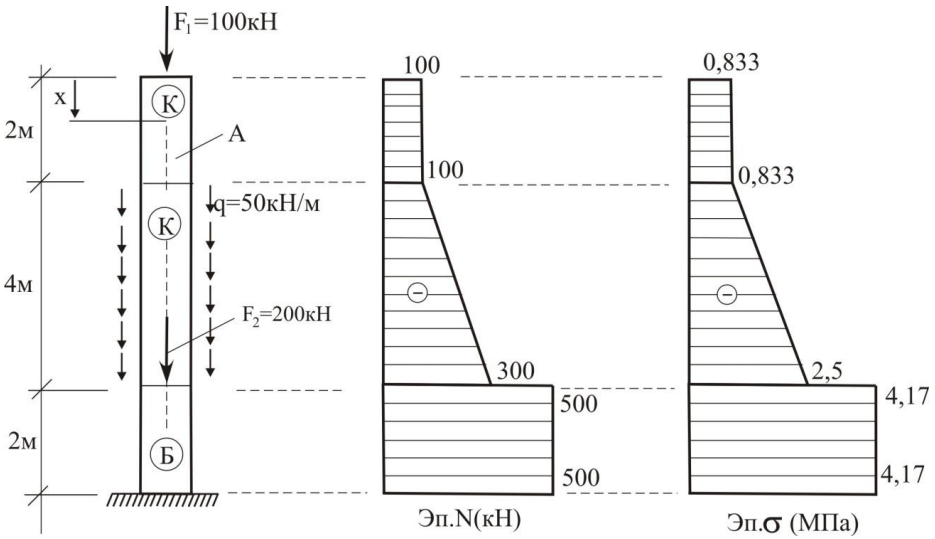
$$0 \le x \le 2: \quad N_1 = -F_1 - q \cdot x,$$

$$2 \le x \le 4: \quad N_2 = -F_1 - F_2 - q \cdot (x - 2),$$

$$4 \le x \le 8: \quad N_3 = -F_1 - F_2 - q \cdot 4 - F_3.$$

Строим эпюру продольных усилий в колонне

$$(1\text{МПа} = \frac{10^6\,\text{Н}}{\text{м}^2} = \frac{10^3\,\text{кН}}{\text{м}^2} = \frac{10^3\,\text{кН}}{10^4\,\text{см}^2} = 10^{-1}\,\frac{\text{кН}}{\text{см}^2})$$



Исходя из необходимости удовлетворения условию прочности

$$\sigma = \frac{N}{A} \le R \quad \rightarrow \quad A \ge \frac{N}{R}$$

для опасных сечений кирпичной и бетонной частей колонны , получим

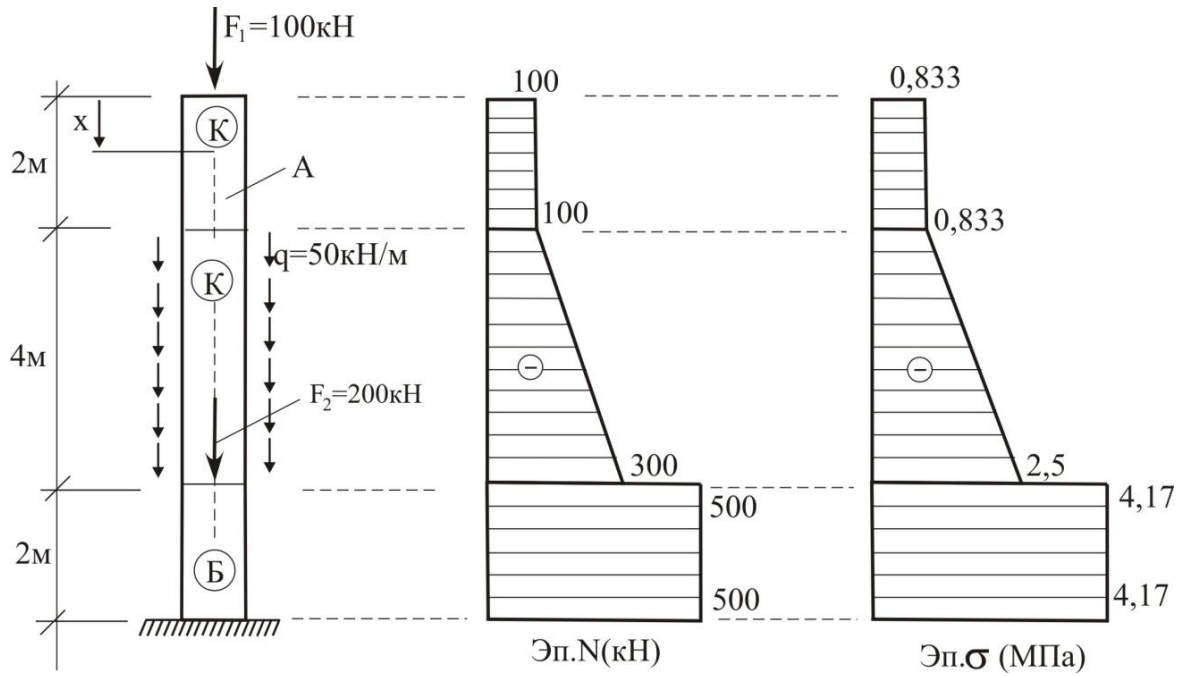
$$A_К \ge \frac{\max|N_К|}{R_{К,СЖ}} = \frac{300}{0.25} = 1200\text{см}^2 = 0.12\text{м}^2 = A_1,$$

$$A_Б \ge \frac{\max|N_Б|}{R_{Б,СЖ}} = \frac{500}{1} = 500\text{см}^2 = 0.05\text{м}^2 = A_2.$$

$$A \ge \max\{A_1, A_2\}$$

Пусть $A = 0.12\text{м}^2$

2. Построение эпюры σ



Исходя из имеющейся эпюры N, определяем в характерных поперечных сечениях колонны значения нормальных напряжений:

$$x = 0: \quad \sigma = \frac{-100 \cdot 10^{-3}}{0.12} \approx -0.833(\text{МПа});$$

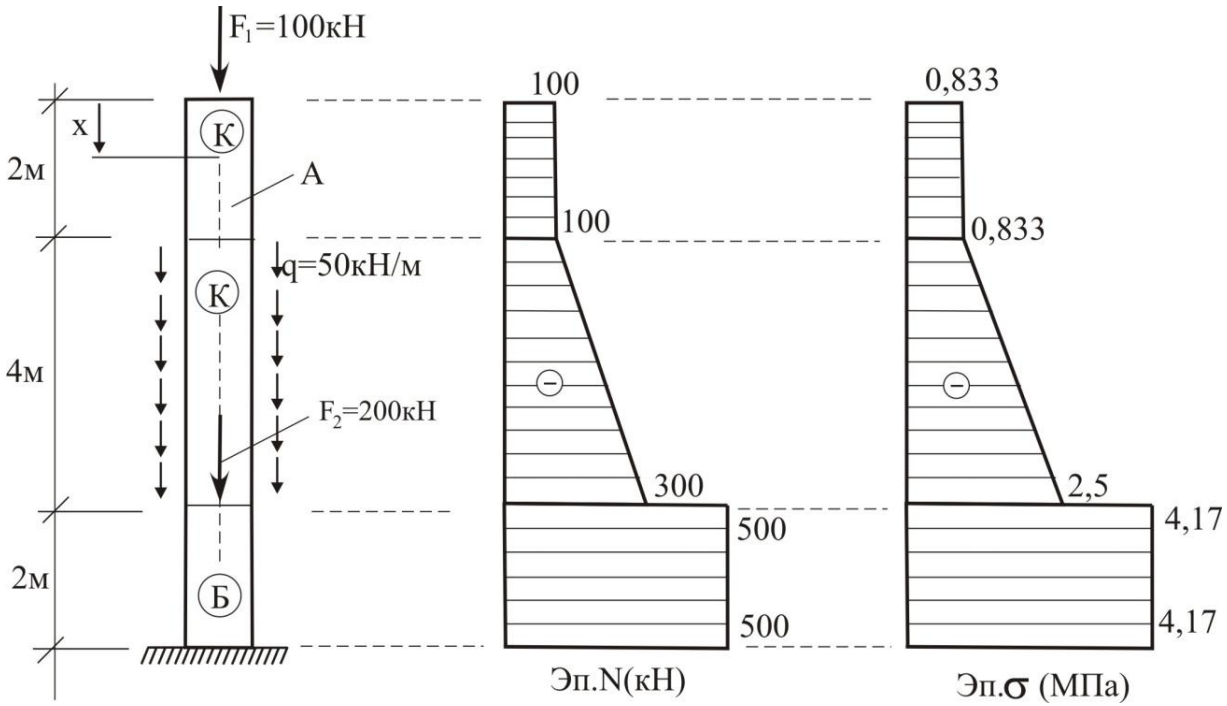
$$x = 2\text{м}: \ \sigma \approx -0.833,$$

$$x = 6\text{м}: \ \sigma = \begin{cases} \dfrac{-300 \cdot 10^{-3}}{0.12} = -2.5, \\ \dfrac{-500 \cdot 10^{-3}}{0.12} \approx -4.17; \end{cases}$$

$$x = 8: \quad \sigma \approx \frac{-500 \cdot 10^{-3}}{0.12} \approx -4.17.$$

Строим эпюру нормальных напряжений в поперечных сечениях колонны

3. Определение Δl колонны



$$\Delta l = \sum_{i=1}^{3} \Delta l_i = \sum_{i=1}^{3} \frac{N_{i,cp} \cdot l_i}{E_i \cdot A_i} = \sum_{i=1}^{3} \frac{\sigma_{i,cp} \cdot l_i}{E_i}$$

$$\Delta l = \frac{-1}{3 \cdot 10^3}\left[\frac{0.833 + 2.5}{2} \cdot 4 + 0.833 \cdot 2\right] - \frac{4.17 \cdot 2}{2 \cdot 10^4} \approx -(2.78 + 0.417) \cdot 10^{-3}\,(\text{м}) \approx -3.20 \cdot 10^{-3}\,(\text{м}) = -3.2\text{мм}..$$