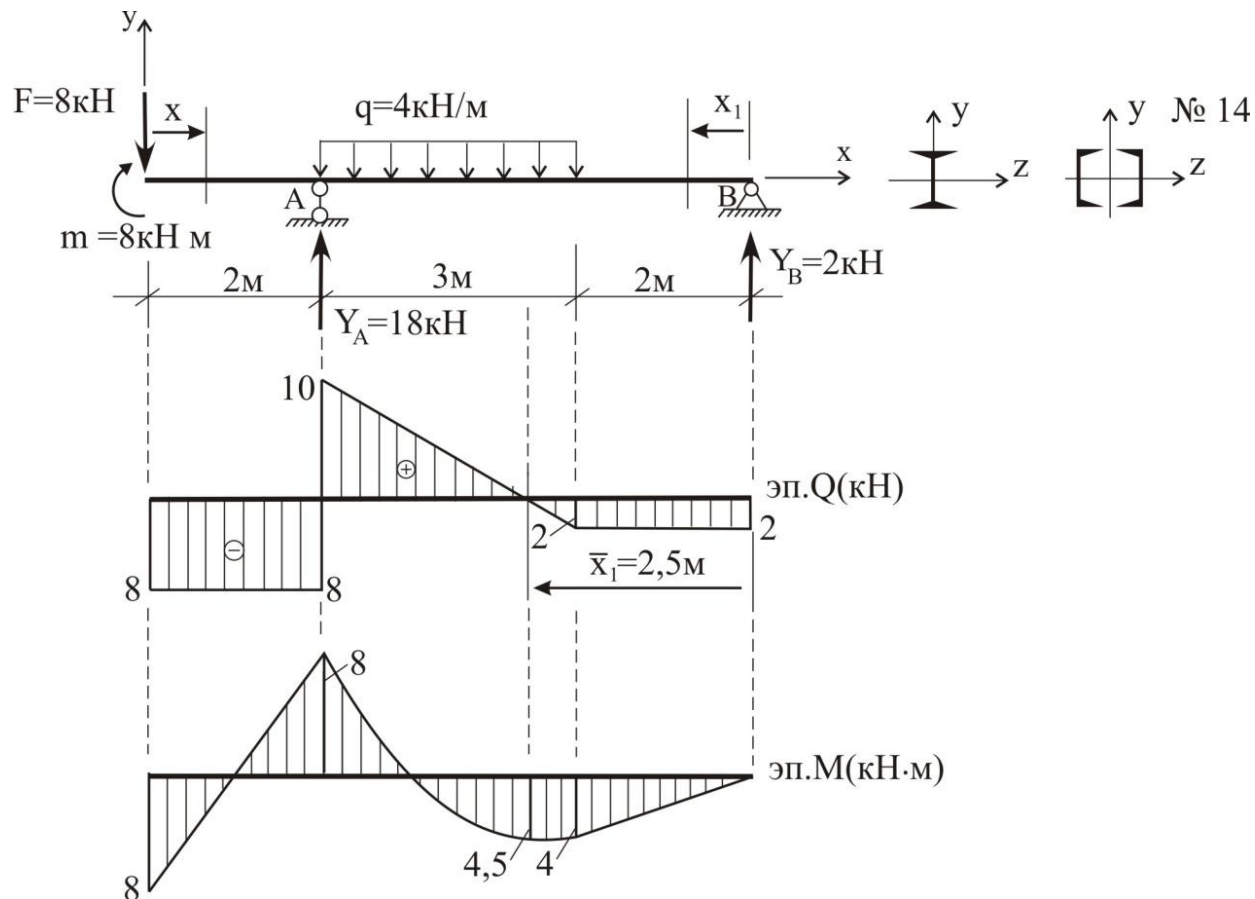
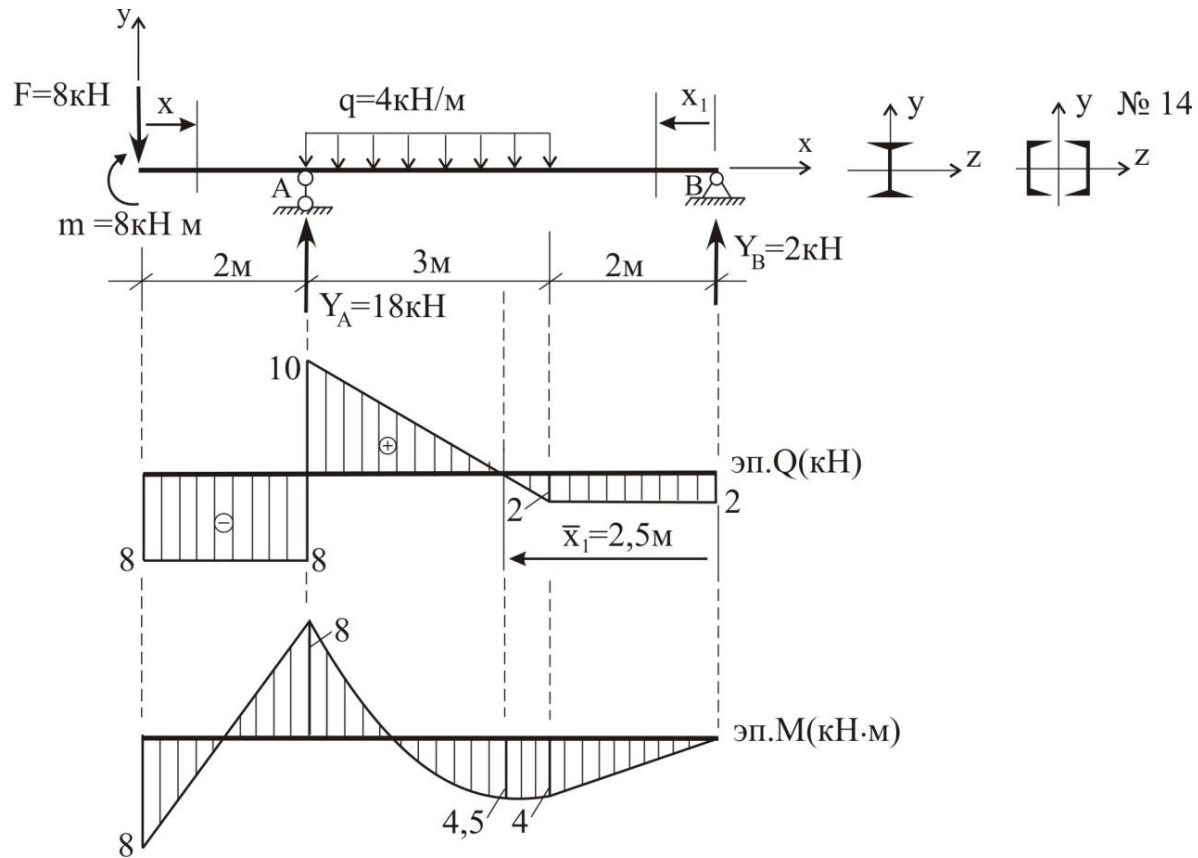


БАЛКА

1

1. Построить эпюры Q, M ,
2. Подобрать сечение стальной двутавровой балки ($R=210\text{МПа}$)
3. Определить наибольшие нормальное и касательное напряжения в балке из двух швеллеров №14.





$$\sum M_B = 0: Y_A \cdot 5 - F \cdot 7 + m - (q \cdot 3) \cdot 3.5 = 0 \rightarrow Y_A = 18\text{кН},$$

$$\sum M_A = 0: Y_B \cdot 5 - (q \cdot 3) \cdot 1.5 + F \cdot 2 - m = 0 \rightarrow Y_B = 2\text{кН},$$

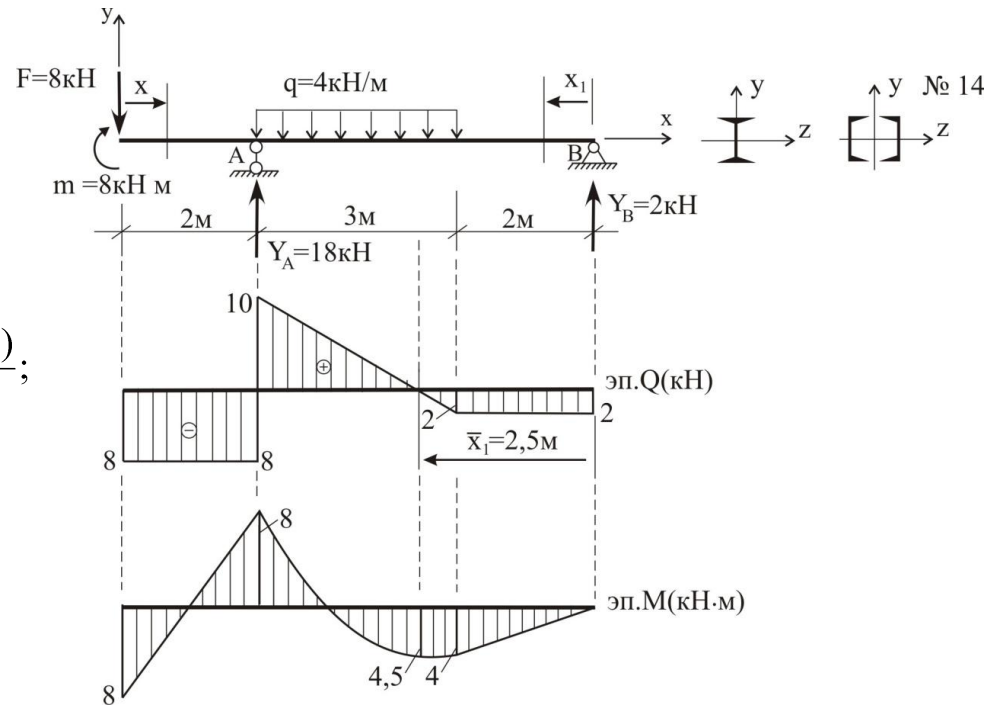
$$\text{Пр - ка: } \sum Y = Y_A + Y_B - q \cdot 3 - F = 18 + 2 - 4 \cdot 3 - 8 = 20 - 20 = 0.$$

$$0 \leq x \leq 2: \begin{cases} Q = -F, \\ M = -F \cdot x + m; \end{cases}$$

$$2 \leq x \leq 4: \begin{cases} Q = -F + Y_A - q \cdot (x - 2), \\ M = -F \cdot x + m + Y_A \cdot (x - 2) - q \cdot \frac{(x - 2)^2}{2}; \end{cases}$$

$$0 \leq x_1 \leq 2: \begin{cases} Q = -Y_B, \\ M = Y_B \cdot x_1. \end{cases}$$

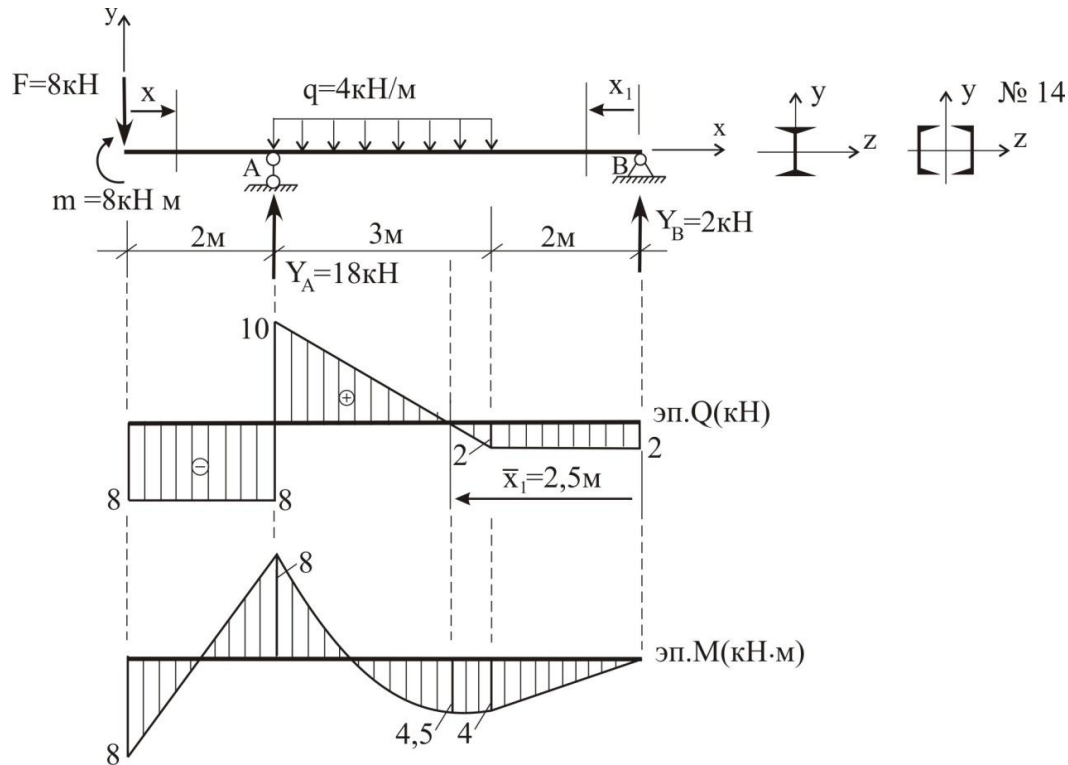
$$2 \leq x_1 \leq 5: \begin{cases} Q = -Y_B + q \cdot (x - 2), \\ M = Y_B \cdot x_1 - q \cdot \frac{(x - 2)^2}{2}. \end{cases}$$



Определение экстремального значения M:

$$2 \leq x \leq 4: \begin{cases} Q = -8 + 18 - 4 \cdot (\bar{x} - 2) = 0 \rightarrow \bar{x} = 4.5 \text{ м}, \\ M(\bar{x}) = -8 \cdot 4.5 + 8 + 18 \cdot (4.5 - 2) - 4 \cdot \frac{(4.5 - 2)^2}{2} = 4.5 \text{ кНм}; \end{cases}$$

В опасном сечении $M=8\text{кНм}$



ИЛИ

$$2 \leq x_1 \leq 5: \begin{cases} Q = -Y_B + q \cdot (x - 2), \\ M = Y_B \cdot x_1 - q \cdot \frac{(x - 2)^2}{2}. \end{cases}$$

$$2 \leq x_1 \leq 5: \begin{cases} Q = -2 + 4 \cdot (\bar{x}_1 - 2) = 0 \rightarrow \bar{x}_1 = 2.5\text{м}, \\ M = 2 \cdot 2.2 - 4 \cdot \frac{(2.5 - 2)^2}{2} = 4.5\text{кНм}. \end{cases}$$

А) Подбор сечения

$$R = 210 \text{ МПа} = 21 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Из условия прочности по нормальным напряжениям

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq R$$

определим допускаемый момент сопротивления сечения балки

$$W_z \geq \frac{M_{\max}}{R} = \frac{8 \cdot 100}{21} \approx 38.1 (\text{см}^3)$$

По таблице сортамента прокатных профилей подбираем двутавр №10:

$$W_z = 39.7 \text{ см}^3,$$

для него

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{8 \cdot 100}{39.7} \approx 20.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 202 \text{ МПа} < R$$

В) Определение напряжений

Из таблицы сортамента прокатных профилей выписываем геометрические характеристики указанного в условии швеллера № 14:

$$W_z = 70.2 \text{ см}^3, \quad I_z = 491 \text{ см}^4, \quad S_z^{\text{отс}} = 40.8 \text{ см}^3, \quad d = 0.49 \text{ см}.$$

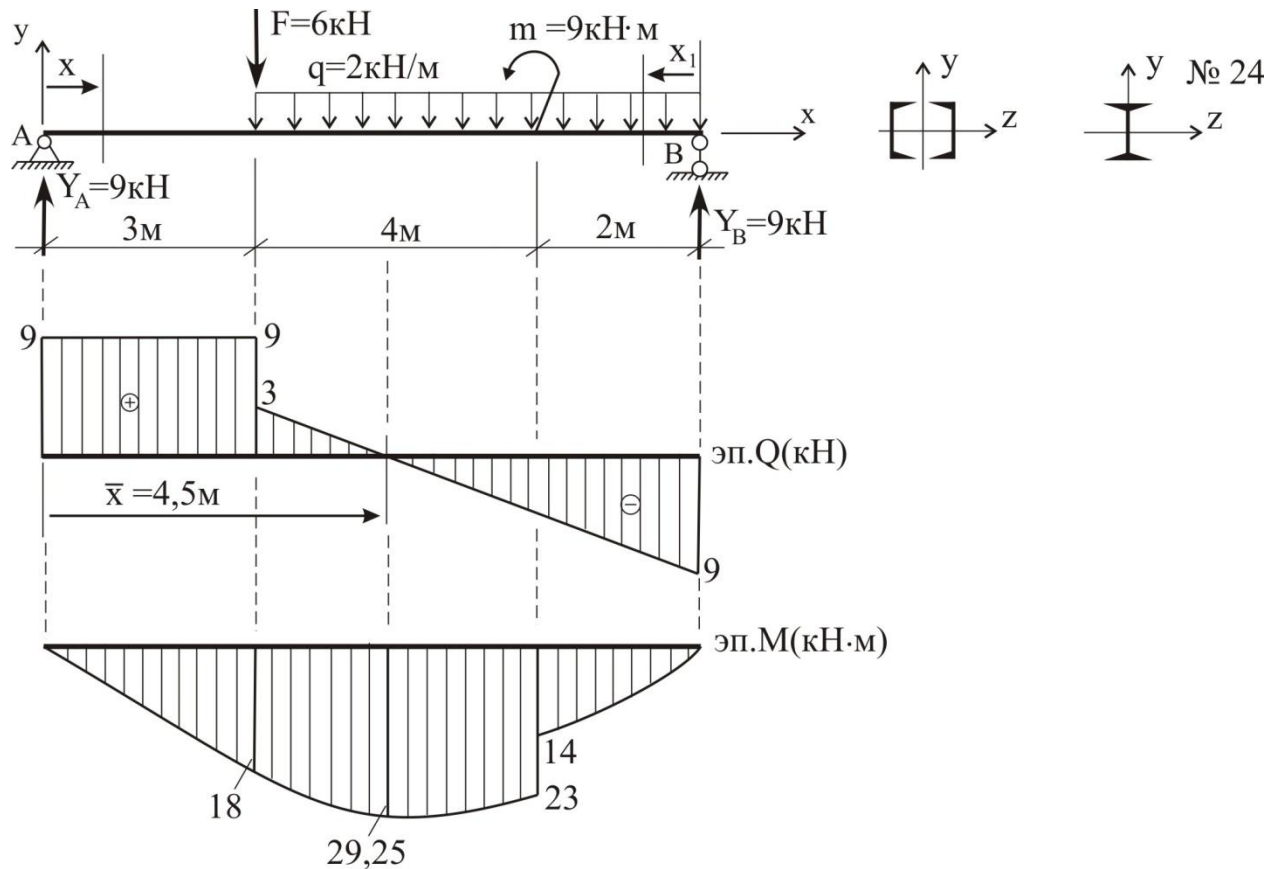
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{8 \cdot 100}{2 \cdot 70.2} \approx 5.70 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 57 \text{ МПа},$$

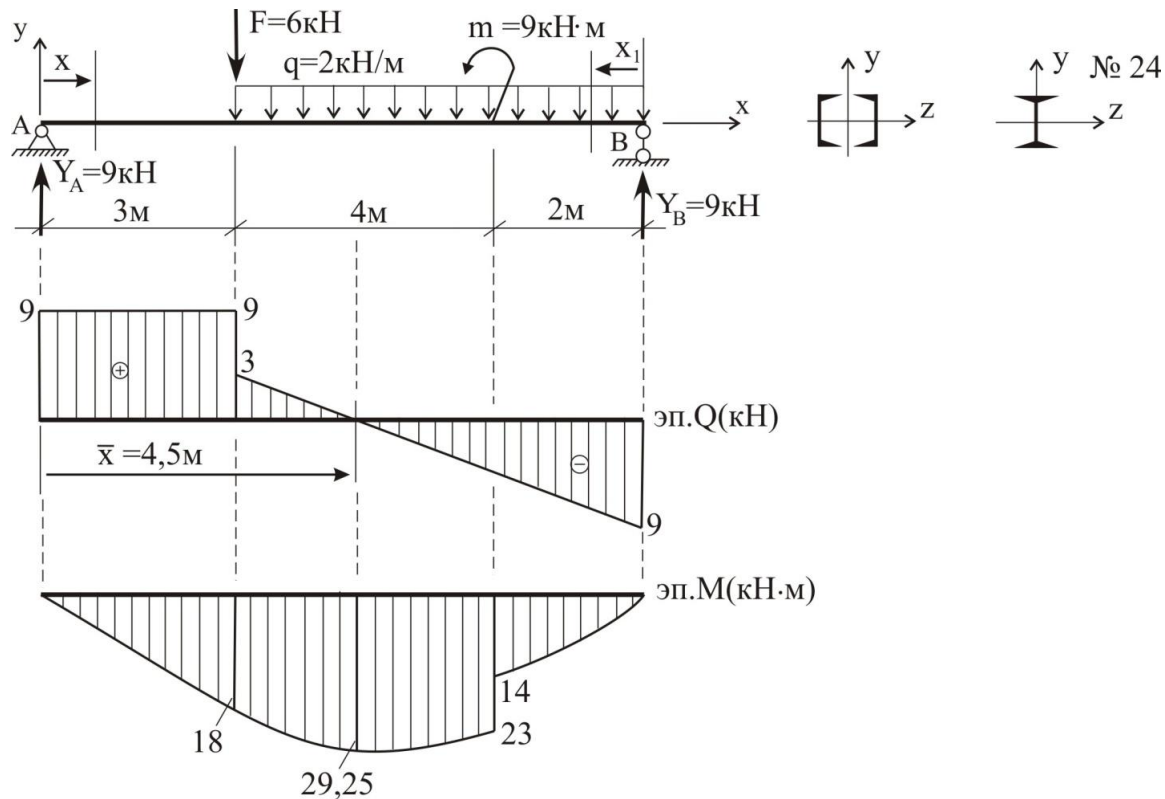
$$\tau_{\max} = \frac{|Q|_{\max} \cdot S_z^{\text{отс}}}{d \cdot I_z} = \frac{10 \cdot (2 \cdot 40.8)}{(2 \cdot 0.49) \cdot (2 \cdot 491)} \approx 0.848 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 8.48 \text{ МПа}.$$

БАЛКА

2

1. Построить эпюры Q, M ,
2. Подобрать сечение стальной балки из двух швеллеров ($R=180\text{МПа}$),
3. Определить наибольшие нормальное и касательное напряжения в двутавровой балке №24.





$$\sum M_B = 0: Y_A \cdot 9 - F \cdot 6 - (q \cdot 6) \cdot 3 - m = 0 \rightarrow Y_A = 9 \text{кН},$$

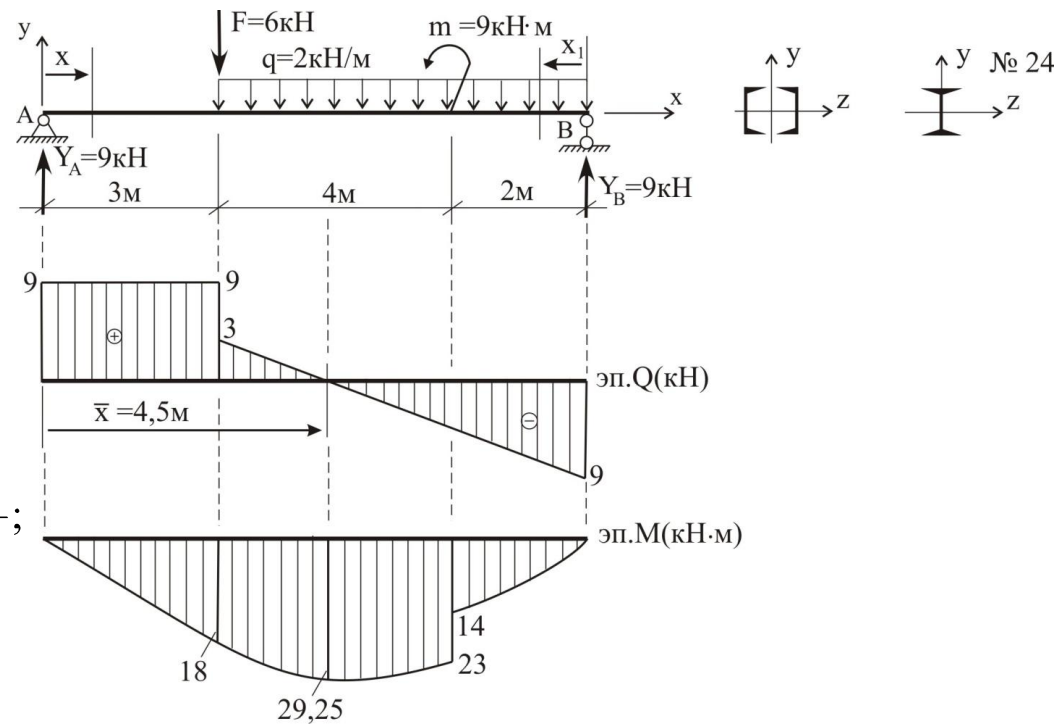
$$\sum M_A = 0: Y_B \cdot 9 - F \cdot 3 - (q \cdot 6) \cdot 5 + m = 0 \rightarrow Y_B = 9 \text{кН},$$

$$\text{Пр - ка: } \sum Y = Y_A + Y_B - q \cdot 6 - F = 9 + 9 - 2 \cdot 6 - 6 = 18 - 18 = 0.$$

$$0 \leq x \leq 3: \begin{cases} Q = Y_A, \\ M = Y_A \cdot x; \end{cases}$$

$$3 \leq x \leq 7: \begin{cases} Q = Y_A - F - q \cdot (x - 3), \\ M = Y_A \cdot x - F \cdot (x - 3) - q \frac{(x - 3)^2}{2}; \end{cases}$$

$$0 \leq x_1 \leq 2: \begin{cases} Q = -Y_B, \\ M = Y_B \cdot x_1. \end{cases}$$



Определение экстремального значения M:

$$3 \leq x \leq 7: \begin{cases} Q = 9 - 6 - 2 \cdot (\bar{x} - 3) = 0 \rightarrow \bar{x} = 4.5 \text{ м}, \\ M(\bar{x}) = 9 \cdot 4.5 - 6 \cdot (4.5 - 3) - 2 \frac{(4.5 - 3)^2}{2} = 29.25 \text{ кН}\cdot\text{М}; \end{cases}$$

В опасном сечении $M = 29.25 \text{ кН}\cdot\text{М}$

А) Подбор сечения

$$R = 180 \text{ МПа} = 18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Из условия прочности по нормальным напряжениям

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq R$$

определим допускаемый момент сопротивления сечения балки

$$W_z \geq \frac{M_{\max}}{R} = \frac{29.25 \cdot 100}{2 \cdot 18} \approx 81.25 (\text{см}^3)$$

По таблице сортамента прокатных профилей подбираем швеллер №:16

$$W_z = 93.4 \text{ см}^3,$$

для него

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{29.25 \cdot 100}{2 \cdot 93.4} \approx 15.7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 157 \text{ МПа} < R$$

В) Определение напряжений

Из таблицы сортамента прокатных профилей выписываем геометрические характеристики указанного в условии двутавра № 24:

$$W_z = 289 \text{ см}^3, \quad I_z = 3460 \text{ см}^4, \quad S_z^{\text{отс}} = 163 \text{ см}^3, \quad d = 0.56 \text{ см}.$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{29.25 \cdot 100}{289} \approx 10.1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 101 \text{ МПа},$$

$$\tau_{\max} = \frac{|Q|_{\max} \cdot S_z^{\text{отс}}}{d \cdot I_z} = \frac{9 \cdot 163}{0.56 \cdot 3460} \approx 0.757 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 7.57 \text{ МПа}.$$