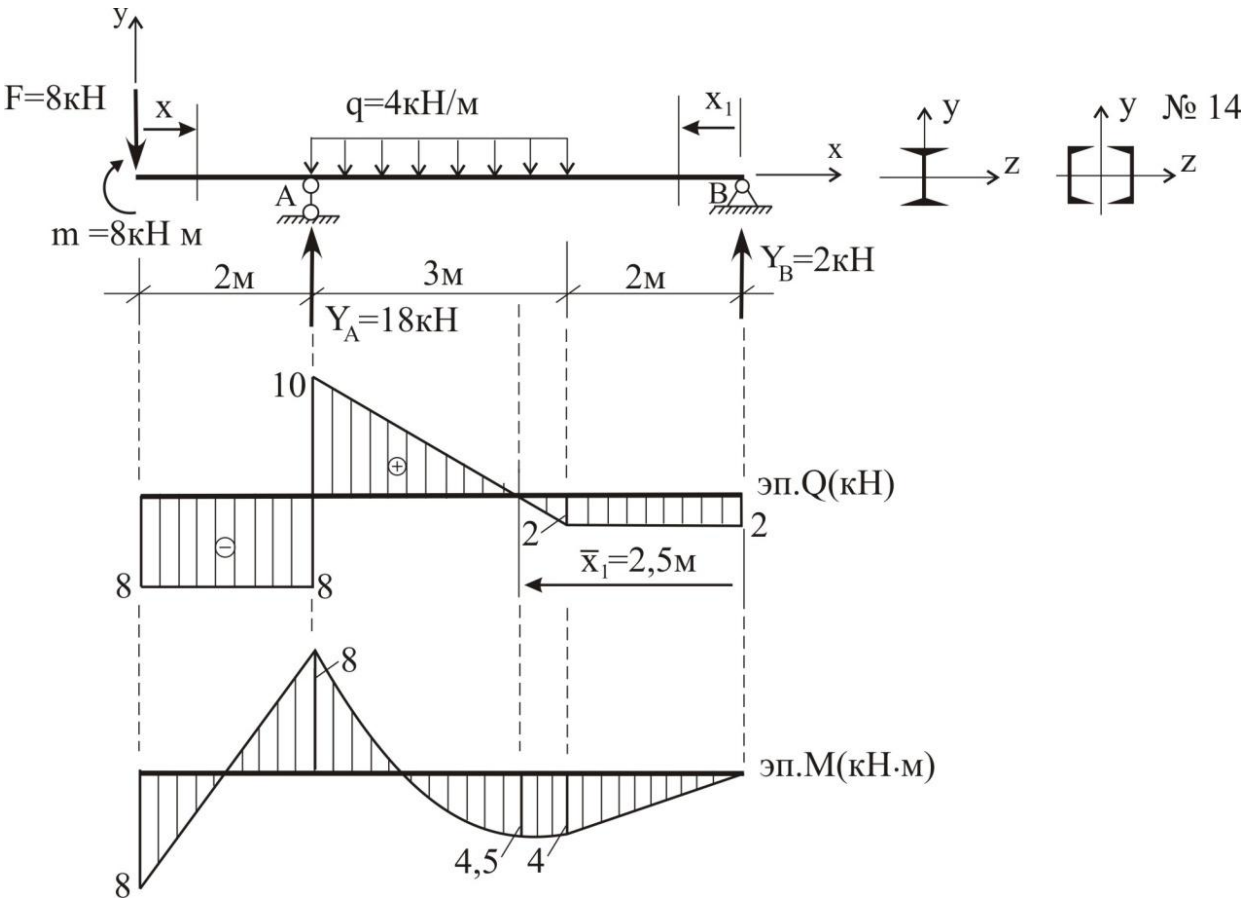
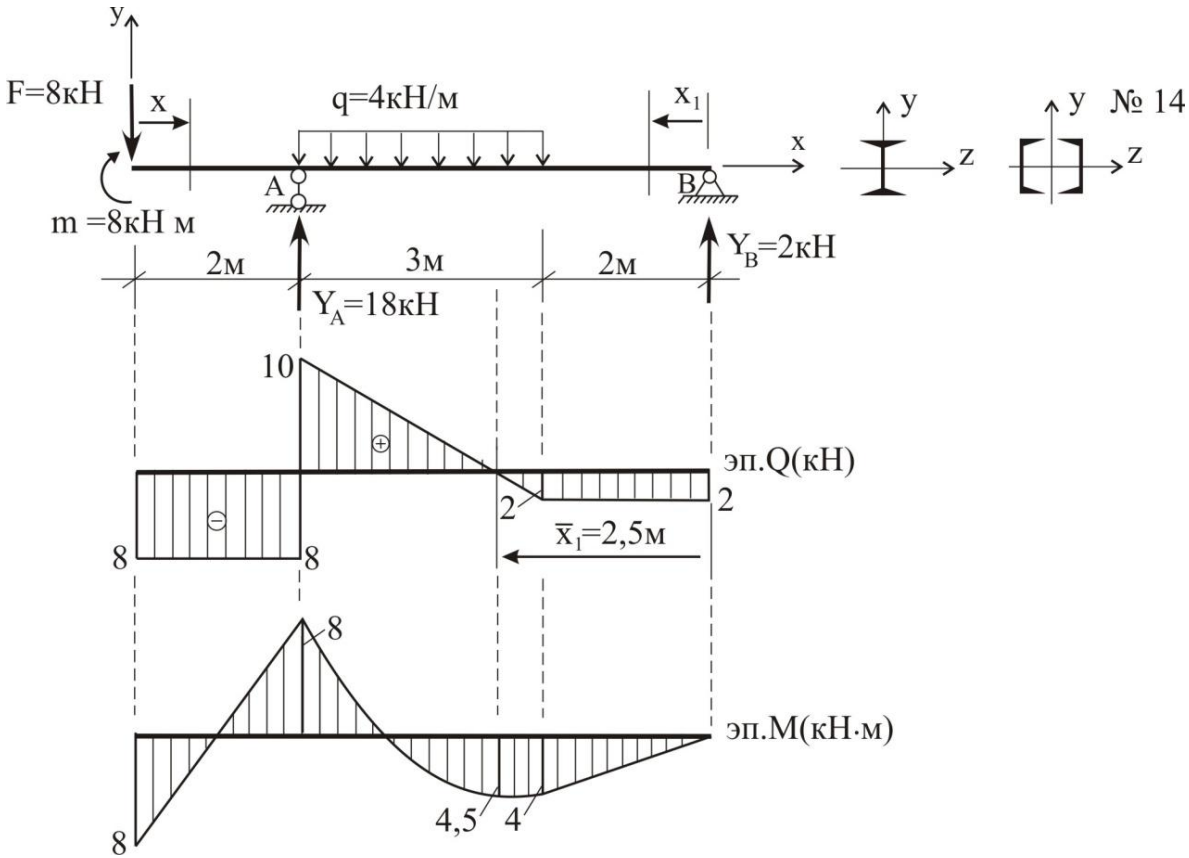
БАЛКА
1

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





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

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

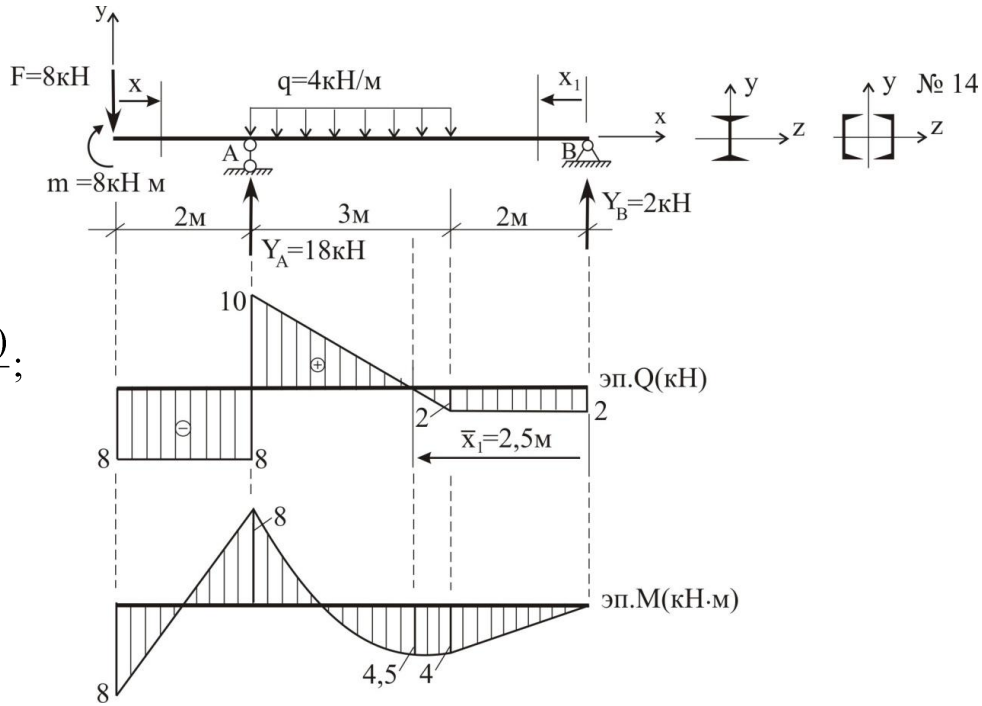
$$\text{Пр} - \text{ка}: \quad \sum Y = Y_A + Y_B - q \cdot 3 - F = 18 + 2 - 4 \cdot 3 - 8 = 20 - 20 = 0.$$

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

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

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

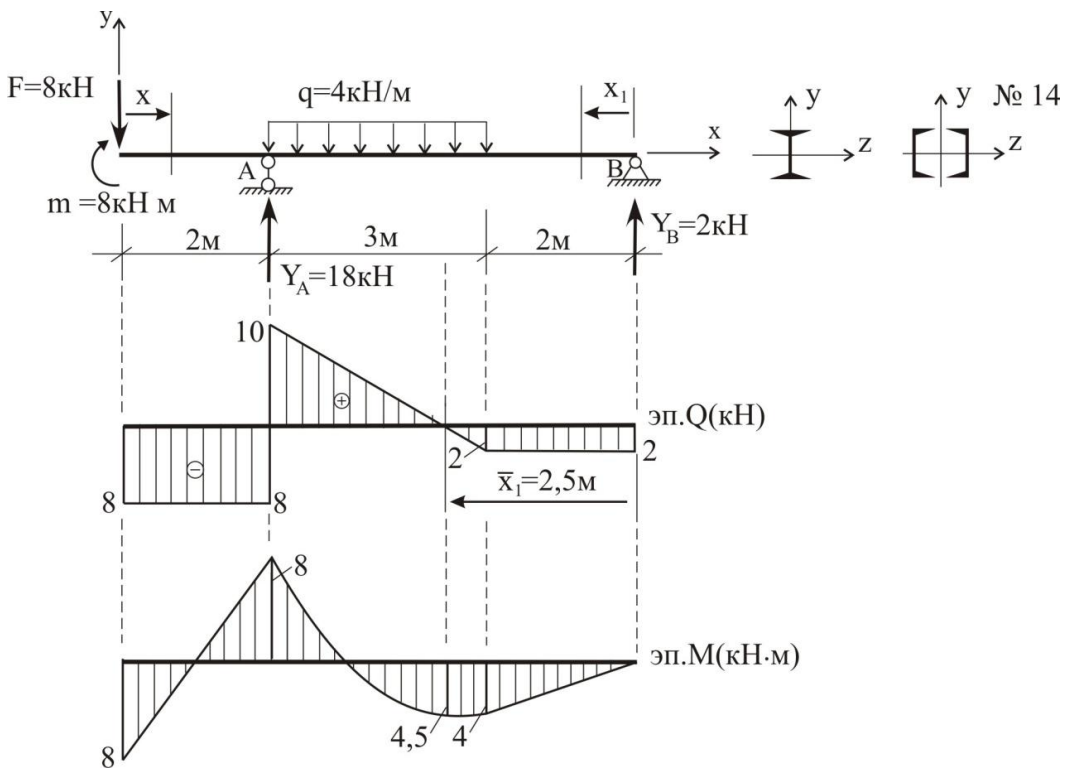
$$2 \le x_1 \le 5: \quad \begin{cases} Q = -Y_B + q \cdot (x-2), \\ M = Y_B \cdot x_1 - q \cdot \dfrac{(x-2)^2}{2}. \end{cases}$$



Определение экстремальног означения M:

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

В опасном сечении M=8кНм



или

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

$$2 \le x_1 \le 5: \quad \begin{cases} Q = -2 + 4 \cdot (\overline{x_1} - 2) = 0 \quad \rightarrow \quad \overline{x_1} = 2.5\text{м}, \\ M = 2 \cdot 2.2 - 4 \cdot \dfrac{(2.5-2)^2}{2} = 4.5\text{кНм}. \end{cases}$$

А) Подбор сечения

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

Из условия прочности по нормальным напряжениям

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

определим допускаемый момент сопротивления сечения балки

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

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) <u>Определение напряжений</u>

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

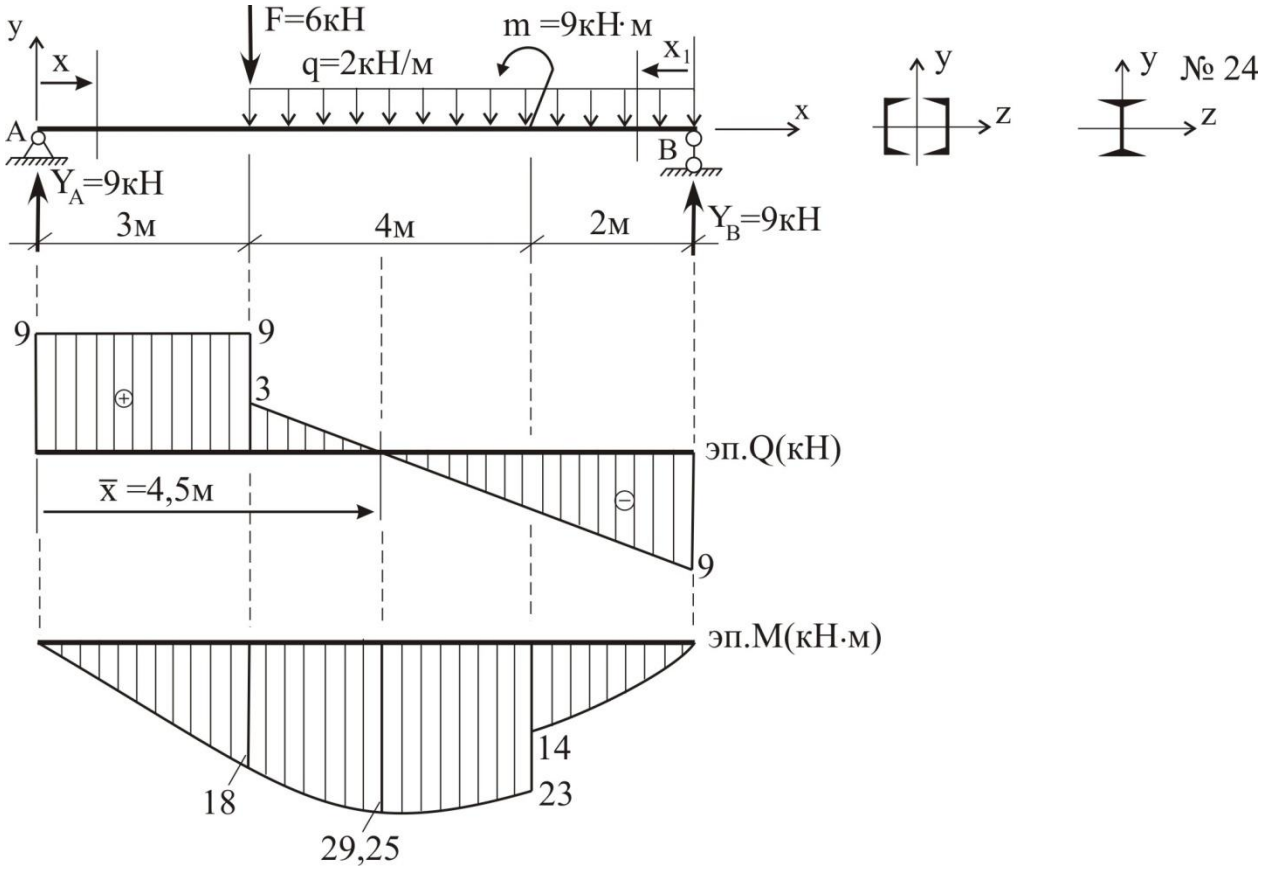
$$W_z = 70.2\text{см}^3, \quad I_z = 491\text{см}^4, \quad S_z^{\text{отс}} = 40.8\text{см}^3, \quad d = 0.49\text{см}.$$

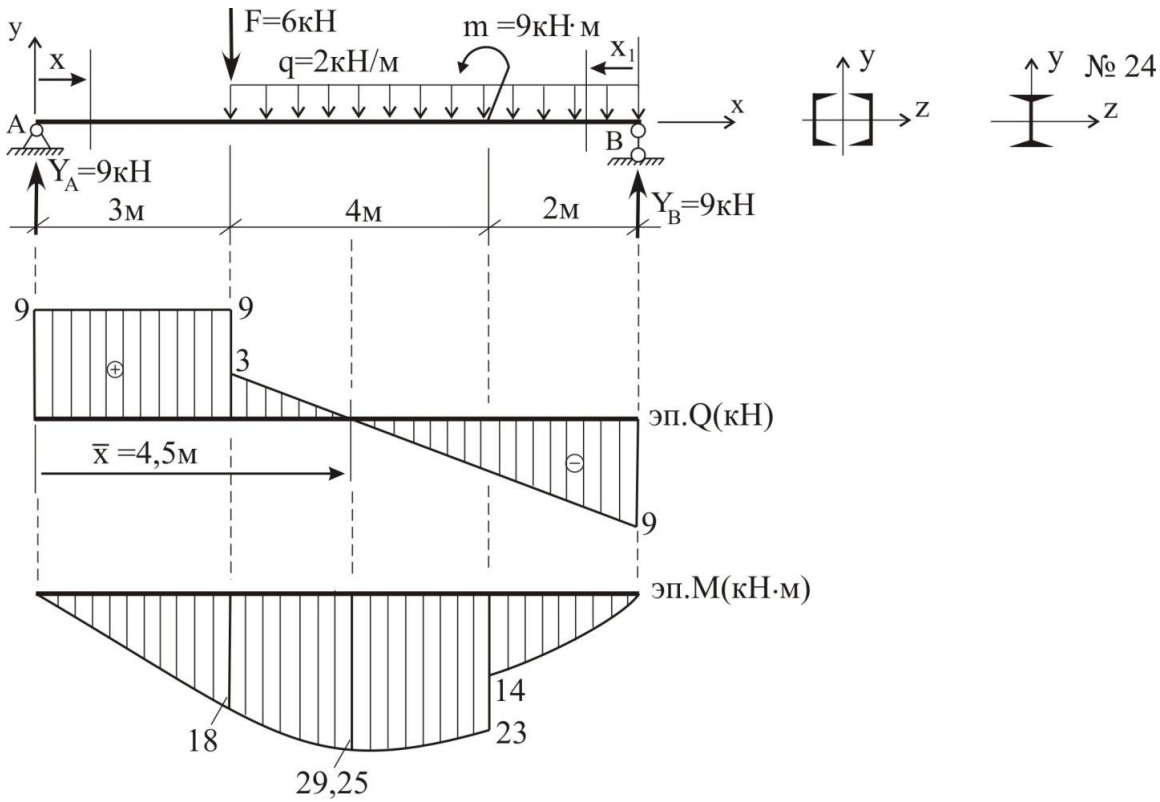
$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_z} = \frac{8 \cdot 100}{2 \cdot 70.2} \approx 5.70 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 57\text{МПа},$$

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

БАЛКА 2

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





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

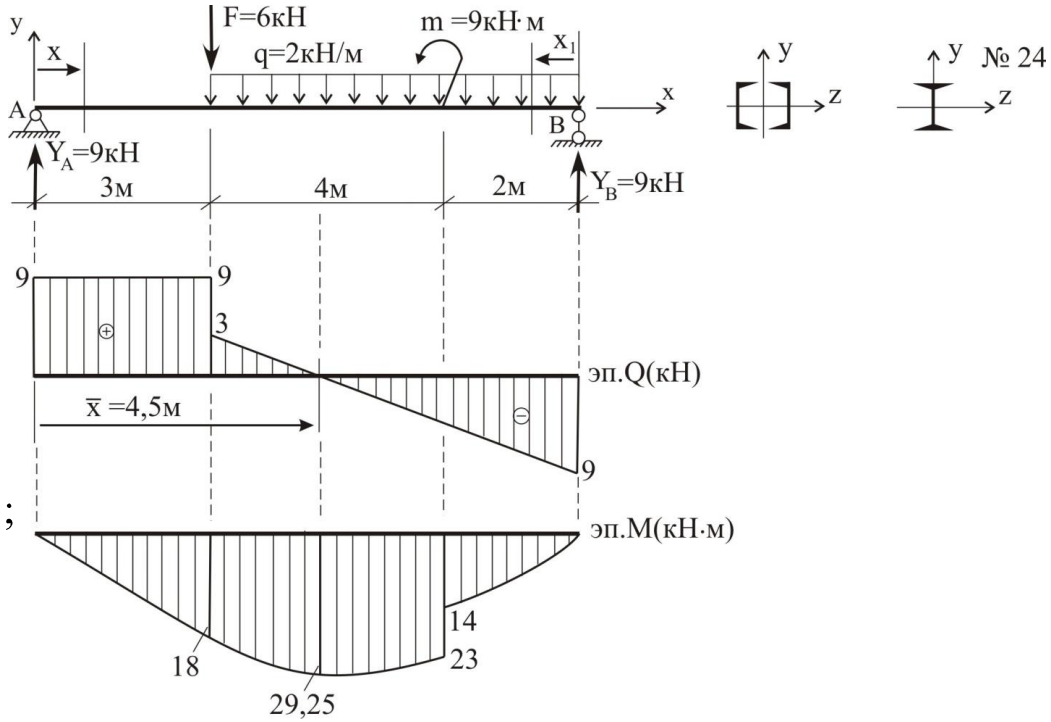
$$\sum M_A = 0: \quad Y_B \cdot 9 - F \cdot 3 - (q \cdot 6) \cdot 5 + m = 0 \quad \rightarrow Y_B = 9\text{кН},$$

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

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

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

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



Определение экстремальног означения M:

$$3 \le x \le 7: \quad \begin{cases} Q = 9 - 6 - 2 \cdot (\bar{x} - 3) = 0 \quad \rightarrow \quad \bar{x} = 4.5\text{м}, \\ M(\bar{x}) = 9 \cdot 4.5 - 6 \cdot (4.5 - 3) - 2\dfrac{(4.5-3)^2}{2} = 29.25\text{кНм}; \end{cases}$$

В опасном сечении M=29.25кНм

А) Подбор сечения

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

Из условия прочности по нормальным напряжениям

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

определим допускаемый момент сопротивления сечения балки

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

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:

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

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

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