

Готовая контрольная работа по сопромату

Подобрать поперечное сечение балки из следующих условий:

- двутавровый профиль по ГОСТ 26020-83;
- материал сталь: 10ХСНД, $\sigma_{adm} = 260$ МПа.

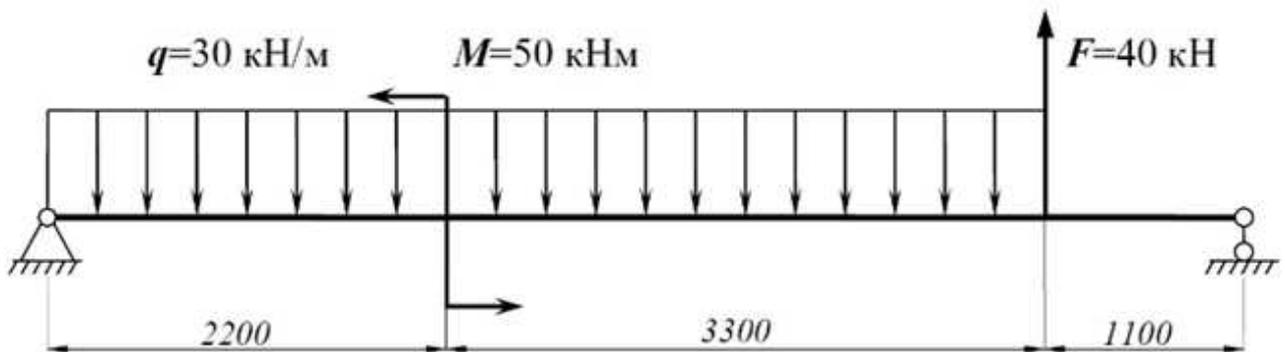


Рис. 1. Исходный чертеж.

Решение

В местах опор приложим реакции, составим расчетную схему.

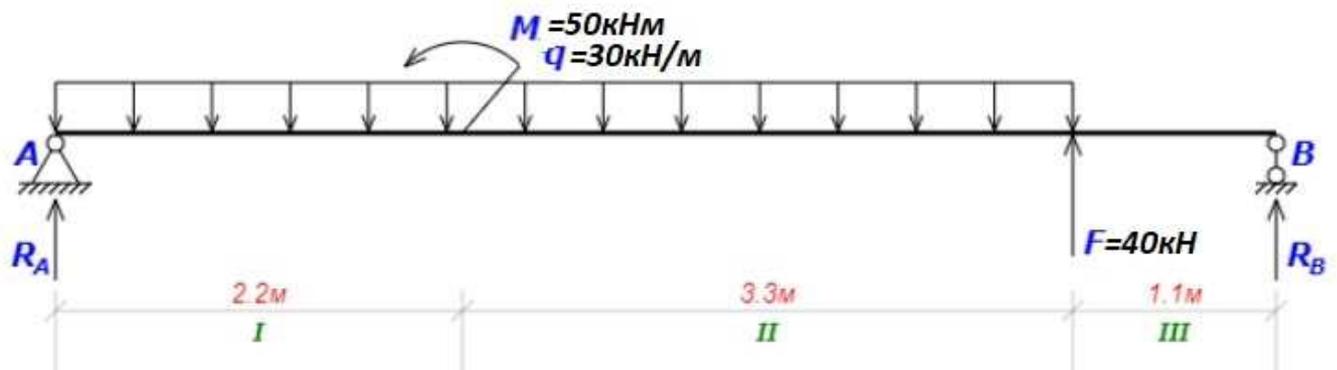


Рис.2. Расчетная схема

Реакции опор

Сумма моментов всех сил относительно точки В должна равняться нулю:

$$\begin{aligned}\sum M^B &= -R_A \cdot 6.6 + q \cdot 5.5 \cdot (1.1 + 5.5/2) - F \cdot 1.1 + M = \\ &= -R_A \cdot 6.6 + 30 \cdot 5.5 \cdot (1.1 + 5.5/2) - 40 \cdot 1.1 + 50 = -R_A \cdot 6.6 + 30 \cdot 5.5 \cdot 3.85 - 40 \cdot 1.1 \\ &+ 50 = \\ &= -R_A \cdot 6.6 + 641.25 = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow R_A = 641.25/6.6 = 97.1591 \text{ кН};\end{aligned}$$

Сумма моментов всех сил относительно точки А должна равняться нулю:

$$\begin{aligned}\sum M^A &= R_B \cdot 6.6 - q \cdot 5.5^2/2 + F \cdot 5.5 + M = R_B \cdot 6.6 - 30 \cdot 5.5^2/2 + 40 \cdot 5.5 + 50 = \\ &= R_B \cdot 6.6 - 30 \cdot 5.5 \cdot 2.75 + 40 \cdot 5.5 + 50 = R_B \cdot 6.6 - 183.75 = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow R_B = 183.75/6.6 = 27.8409 \text{ кН};\end{aligned}$$

Для проверки вычислим сумму проекций всех сил на вертикальную ось:

$$\begin{aligned}\sum Y &= R_A + R_B - q \cdot 5.5 + F = 97.1591 + 27.8409 - 30 \cdot 5.5 + 40 = \\ &= 97.1591 + 27.8409 - 165 + 40 = 0;\end{aligned}$$

Построение эпюр

Составим аналитические выражения $Q(z)$ и $M(z)$ для каждого участка и вычислим их значения в характерных точках.

Участок I идем слева направо ($0 \leq z \leq 2.2$):

Поперечная сила Q :

$$Q_I(z) = R_A - qz = 97.1591 - 30z = -30z + 97.1591;$$

Значения Q на краях отрезка:

$$Q_I(0) = -30 \cdot 0 + 97.1591 = 97.1591 \text{ кН};$$

$$Q_I(2.2) = -30 \cdot 2.2 + 97.1591 = 31.1591 \text{ кН};$$

Изгибающий момент M :

$$M_I(z) = R_A z - qz^2/2 = 97.1591z - 30z^2/2 = 97.1591z - 15z^2 = -15z^2 + 97.1591z;$$

Значения M на краях отрезка:

$$M_I(0) = -15 \cdot 0^2 + 97.1591 \cdot 0 = 0;$$

$$M_I(2.2) = -15 \cdot 2.2^2 + 97.1591 \cdot 2.2 = 141.15 \text{ кНм};$$

Участок II идем слева направо ($2.2 \leq z \leq 5.5$):

Поперечная сила Q :

$$Q_{II}(z) = R_A - qz = 97.1591 - 30z = -30z + 97.1591;$$

Значения Q на краях отрезка:

$$Q_{II}(2.2) = -30 \cdot 2.2 + 97.1591 = 31.1591 \text{ кН};$$

$$Q_{II}(5.5) = -30 \cdot 5.5 + 97.1591 = -67.8409 \text{ кН};$$

На этом участке эпюра Q пересекает горизонтальную ось. Точка пересечения:

$$Q_{II}(z) = -30z + 97.1591 = 0 \Rightarrow z_1 = 97.1591/30 = 3.23864 \text{ м};$$

Изгибающий момент M :

$$M_{II}(z) = R_A z - qz^2/2 + M = 97.1591z - 30z^2/2 - 50 = 97.1591z - 30z^2/2 - 50 = \\ = -15z^2 + 97.1591z - 50;$$

Значения M на краях отрезка:

$$M_{II}(2.2) = -15 \cdot 2.2^2 + 97.1591 \cdot 2.2 - 50 = 91.15 \text{ кНм};$$

$$M_{II}(5.5) = -15 \cdot 5.5^2 + 97.1591 \cdot 5.5 - 50 = 30.625 \text{ кНм};$$

Локальный экстремум в точке $z_1 = 3.23864 \text{ м}$:

$$M_{II}(3.23864) = -15 \cdot 3.23864^2 + 97.1591 \cdot 3.23864 - 50 = 107.331 \text{ кНм};$$

Участок III идем справа налево ($0 \leq z \leq 1,1$):

Поперечная сила Q :

$$Q_{III}(z) = -R_B = -27.8409;$$

Значения Q на краях отрезка:

$$Q_{III}(0) = -27.8409 \text{ кН};$$

$$Q_{III}(1,1) = -27.8409 \text{ кН};$$

Изгибающий момент M :

$$M_{III}(z) = R_B z = 27.8409z + 183.75;$$

Значения M на краях отрезка:

$$M_{III}(0) = 27.8409 \cdot 0 = 0;$$

$$M_{III}(1,1) = 27.8409 \cdot 1,1 = 30.625 \text{ кНм};$$

По результатам расчетов строим эпюры

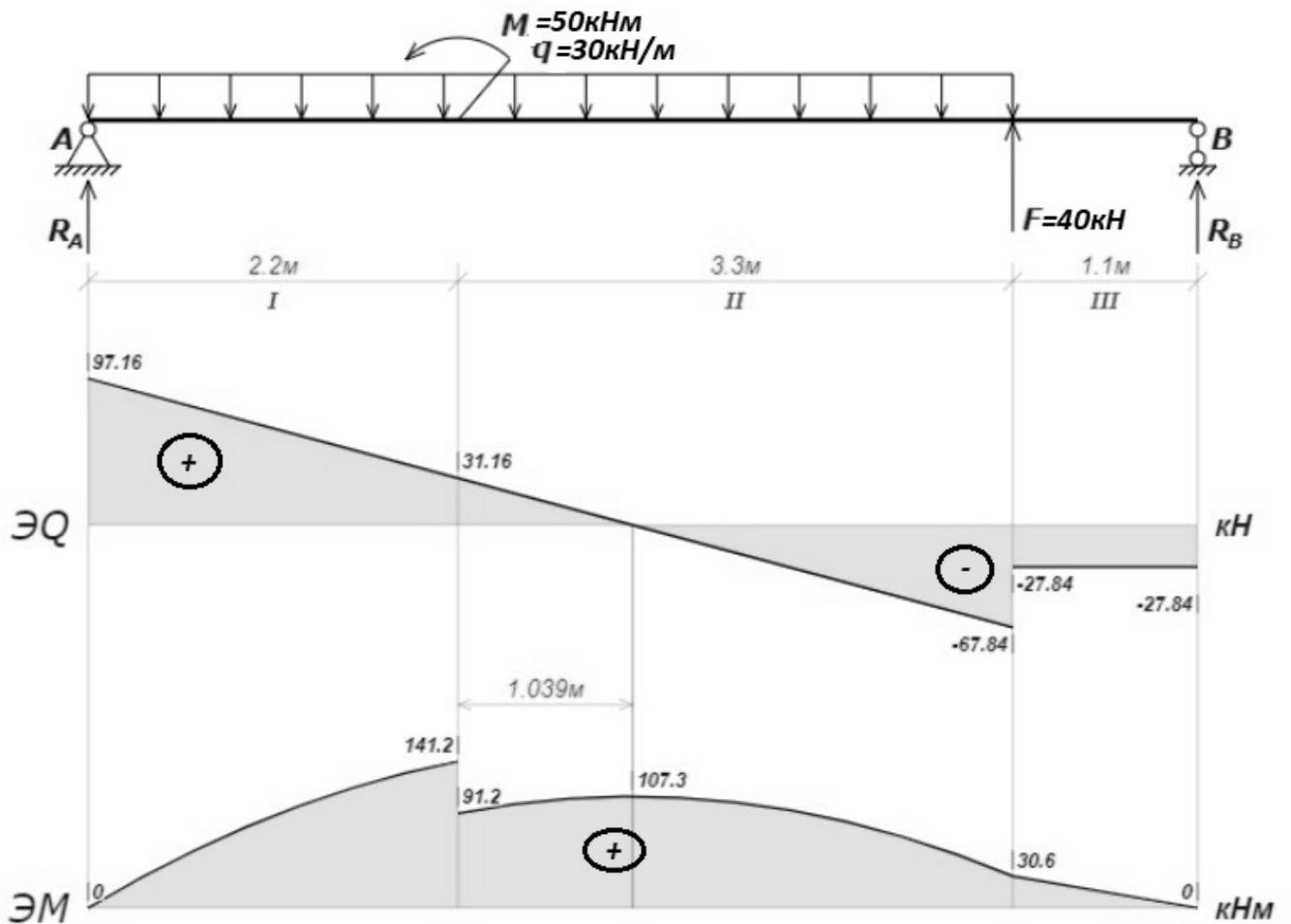


Рис.3. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Опасное сечение в конце первого участка $|M_{\max}|=141,2$ кНм

Проектировочный (проектный) расчет: вычисляем осевой момент сопротивления

$$W_x = \frac{|M_{\max}|}{[\sigma]} = \frac{141,2 \cdot 10^6 \text{ Нмм}}{260} = 543 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 = 543 \text{ см}^3$$

для двутавра по таблице выбираем $W_{\text{табл}} > W_x$

и находим № двутавра = 33,

$$W_x = 597 \text{ см}^3$$

$$A = 53,8 \text{ см}^2$$