

Задача С1 (вариант 29)

На схемах а), б) и в) (рис.1) показаны три способа закрепления бруса, ось которого – ломаная линия. Задаваемая нагрузка и размеры во всех трёх случаях одинаковы.

Определить реакции опор для того способа закрепления бруса, при котором реакция M_A имеет наименьший модуль.

Дано:

$$P = 25 \text{ кН},$$

$$q = 1 \text{ кН/м}.$$

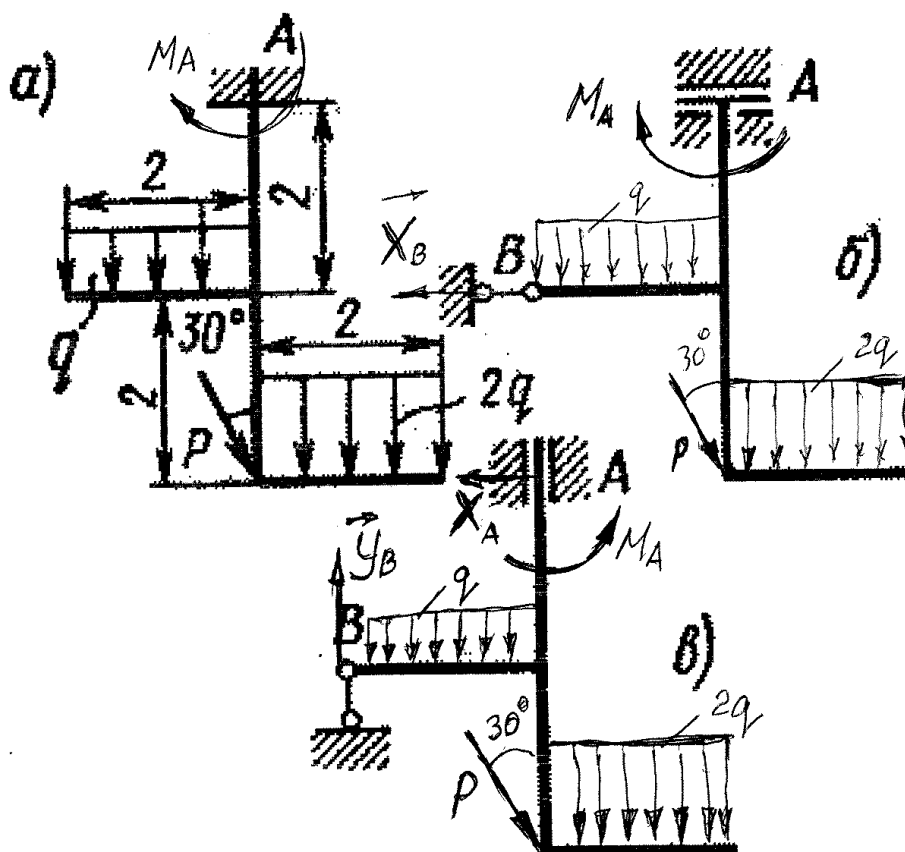


Рис.1

Решение

Опорная схема а); из условия равновесия бруса имеем

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + P \sin 30^\circ \cdot 4 - M_A = 0 \quad \Rightarrow$$

$$M_A = q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + P \sin 30^\circ \cdot 4 = 1 \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2 \cdot 0.5 \cdot 2^2 + 25 \cdot 0.5 \cdot 4 = 48 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Опорная схема б); из условия равновесия бруса имеем

$$\sum X_i = 0; \quad P \sin 30^\circ - X_B = 0 \quad \Rightarrow \quad X_B = P \sin 30^\circ = 25 \cdot 0.5 = 12.5 \text{ кН}.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + P \sin 30^\circ \cdot 4 - X_B \cdot 2 - M_A = 0 \quad \Rightarrow$$

$$M_A = q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + P \sin 30^\circ \cdot 4 - X_B \cdot 2 = 1 \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2 \cdot 0.5 \cdot 2^2 + 25 \cdot 0.5 \cdot 4 - 12.5 \cdot 2 = 23 \text{ кНм}.$$

Опорная схема в); из условия равновесия бруса имеем

$$\sum X_i = 0; \quad P \sin 30^\circ - X_A = 0 \quad \Rightarrow \quad X_A = P \sin 30^\circ = 25 \cdot 0.5 = 12.5 \text{ кН}.$$

$$\sum Y_i = 0; \quad Y_B - q \cdot 2 - 2q \cdot 2 - P \cos 30^\circ = 0 \quad \Rightarrow$$

$$Y_B = q \cdot 2 + 2q \cdot 2 + P \cos 30^\circ = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 0.5\sqrt{3} \approx 27.651 \text{ кН}.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; \quad q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + P \sin 30^\circ \cdot 4 - Y_B \cdot 2 + M_A = 0 \quad \Rightarrow$$

$$M_A = -q \cdot 0.5 \cdot 2^2 + 2q \cdot 0.5 \cdot 2^2 - P \sin 30^\circ \cdot 4 + X_B \cdot 2 =$$

$$= -1 \cdot 0.5 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0.5 \cdot 2^2 - 25 \cdot 0.5 \cdot 4 + 27.651 \cdot 2 \approx 7.301 \text{ кНм}.$$

Ответ: схема в): $|M_A|_{\min} = 7.301 \text{ кНм}; \quad R_A = X_A = 12.5 \text{ кН}; \quad R_B = Y_B = 27.651 \text{ кН}.$