

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ОПОРЫ ПЛОСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

Стальная стержневая конструкция находится под действием сил, моментов и распределенной нагрузки. Определить реакции опор твердого тела. Сделать проверку

Исходные данные:

$$P_1 = 18 \text{ кН};$$

$$P_2 = 16 \text{ кН};$$

$$P_3 = 10 \text{ кН};$$

$$M = 6 \text{ кНм};$$

$$q = 4 \text{ кН/м};$$

$$G = 14 \text{ кН};$$

$$\alpha = 45^\circ;$$

$$\beta = 30^\circ;$$

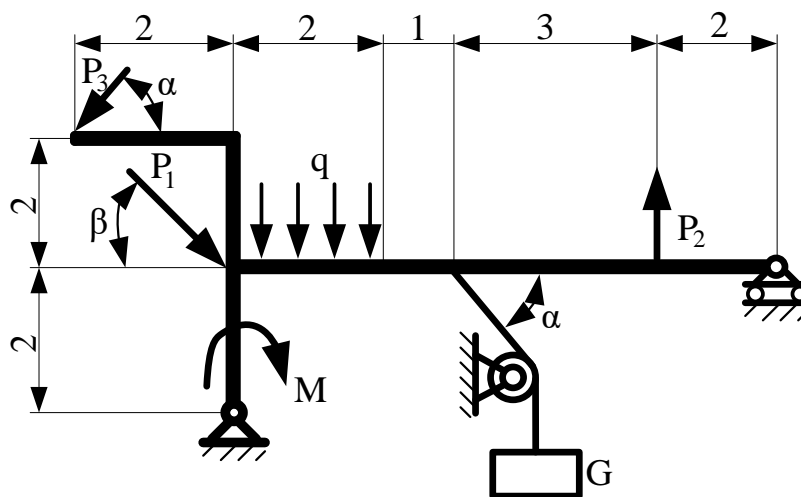


Рис. 1. Схема нагружения плоской конструкции

Решение:

Заменим опоры реакциями связи и изобразим эквивалентную схему нагружения.

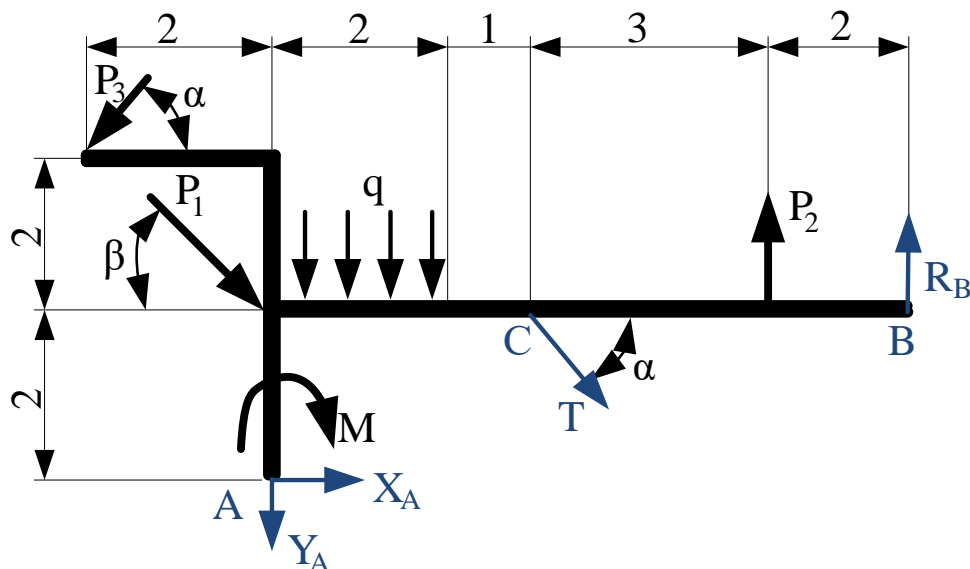


Рис.2 Эквивалентная схема нагружения

Для определения реакций запишем уравнения равновесия:

$$\sum M_A = -P_1 \cdot 2 \cdot \cos \beta + P_3 \cdot 2 \cdot \sin \alpha + P_3 \cdot 4 \cdot \cos \alpha - T \cdot 2 \cdot \cos \alpha - q \cdot 2 \cdot 1 - M - T \cdot 3 \cdot \sin \alpha + P_2 \cdot 6 + R_B \cdot 8 = 0;$$

$$\sum M_B = P_1 \cdot 8 \cdot \sin \beta + P_3 \cdot 10 \cdot \sin \alpha + P_3 \cdot 2 \cdot \cos \alpha + T \cdot 5 \cdot \sin \alpha + q \cdot 2 \cdot 7 - M - P_2 \cdot 2 + X_A \cdot 2 + Y_A \cdot 8 = 0;$$

$$\sum X = -P_3 \cdot \cos \alpha + P_1 \cdot \cos \beta + X_A + T \cdot \cos \alpha = 0;$$

$$X_A = P_3 \cdot \cos \alpha - P_1 \cdot \cos \beta - T \cdot \cos \alpha = 10 \cdot \cos 45 - 18 \cdot \cos 30 - 14 \cdot \cos 45 = -18,42 \text{ (кН)};$$

$$R_B = \frac{P_1 \cdot 2 \cdot \cos \beta - P_3 \cdot 2 \cdot \sin \alpha - P_3 \cdot 4 \cdot \cos \alpha + T \cdot 2 \cdot \cos \alpha + q \cdot 2 + M + T \cdot 3 \cdot \sin \alpha - P_2 \cdot 6}{8} = \frac{36 \cdot \cos 30 - 10 \cdot 2 \cdot \sin 45 - 10 \cdot 4 \cdot \cos 45 + 14 \cdot 2 \cdot \cos 45 + 8 + 6 + 14 \cdot 3 \cdot \sin 45 - 16 \cdot 6}{8} = -5,47 \text{ (кН)};$$

$$\begin{aligned}
 Y_A &= \frac{-P_1 \cdot 8 \cdot \sin \beta - P_3 \cdot 10 \cdot \sin \alpha - P_3 \cdot 2 \cdot \cos \alpha - T \cdot 5 \cdot \sin \alpha - q \cdot 2 \cdot 7 + M + P_2 \cdot 2 - X_A \cdot 2}{8} = \\
 &= \frac{-18 \cdot 8 \cdot \sin 30 - 100 \cdot \sin 45 - 20 \cdot \cos 45 - 14 \cdot 5 \cdot \sin 45 - 4 \cdot 14 + 6 + 16 \cdot 2 + 18,42 \cdot 2}{8} = \\
 &= -23,44 \text{ (кН)};
 \end{aligned}$$

Проверка:

$$\begin{aligned}
 \sum Y &= -P_3 \cdot \sin \alpha - P_1 \cdot \sin \beta - q \cdot 2 - T \cdot \sin \alpha + P_2 + R_B - Y_A = 0; \\
 -10 \cdot \sin 45 - 18 \cdot \sin 30 - 4 \cdot 2 - 14 \cdot \sin 45 + 16 - 5,47 + 23,44 &= 0; \\
 -39,44 + 39,44 &= 0;
 \end{aligned}$$

Ответ:  $Y_A = -23,44 \text{ кН}$ ;

$X_A = -18,42 \text{ кН}$ ;

$R_B = -5,47 \text{ кН}$ .

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ В ОПОРАХ СОСТАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Определить реакции опор и давление в промежуточном шарнире С заданной составной конструкции, находящейся под действием внешних сил. Сделать проверку.

Исходные данные:

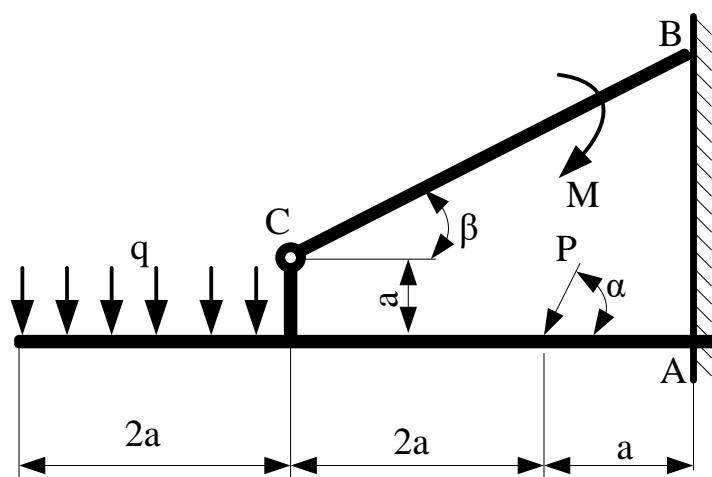


Рис.3 Составная конструкция

Сосредоточенная сила  $P = 14 \text{ кН}$ ;

Распределенная нагрузка  $q = 4 \text{ кН/м}$ ;

Сосредоточенный момент  $M = 2 \text{ кНм}$ ;

Углы наклона  $\alpha = 35^\circ$  и  $\beta = 20^\circ$ ;

Решение:

Данная конструкция состоит из двух тел, сочлененных шарниром С. Мысленно освобождаемся от связей, наложенных на каждое из тел, заменяя их на соответствующие реакции. Рассматриваем системы уравновешивающихся сил, приложенных к каждому телу в отдельности.

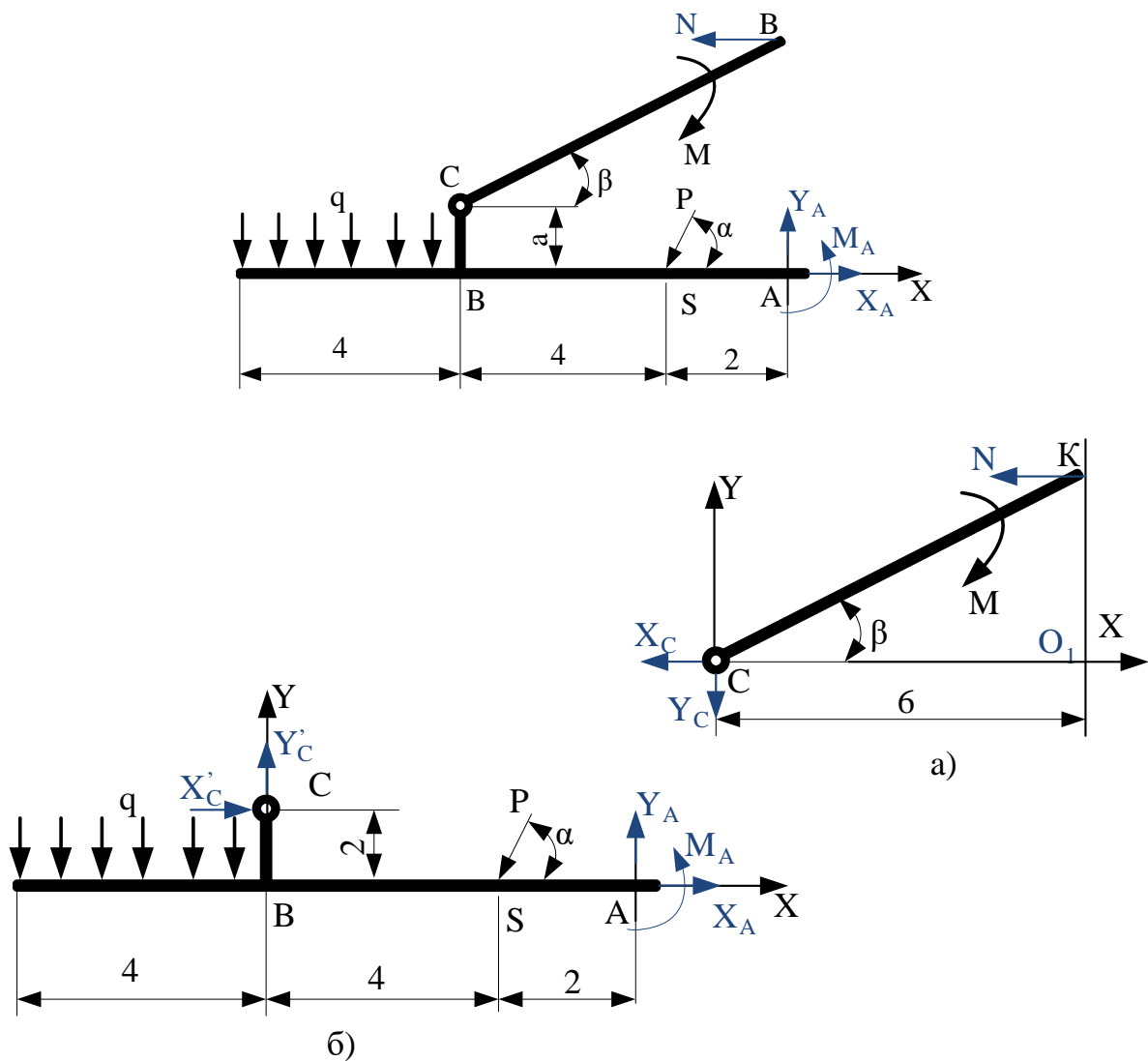


Рис.4. Эквивалентная схема нагружения составной конструкции: а) верхняя часть конструкции; б) нижняя часть конструкции.

Рассмотрим нижнюю часть конструкции рис.4б.

Для определения реакций составим уравнения равновесия:

$$\sum M_B = q \cdot 4 \cdot 2 - X'_C \cdot 2 - P \cdot 4 \sin \alpha + M_A + Y_A \cdot 6 = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_A = q \cdot 4 \cdot 8 - X'_C \cdot 2 - Y'_C \cdot 6 + P \cdot 2 \sin \alpha + M_A = 0; \quad (2)$$

$$\sum X = X'_C + X_A - P \cdot \cos \alpha = 0; \quad (3)$$

Рассмотрим верхнюю часть конструкции рис.2.а.

Для определения реакций составим уравнения равновесия:

$$\sum M_K = Y_C \cdot 6 - X_C \cdot BO_1 - M = 0; \quad (4)$$

$$\sum X = -X_C - N = 0; \quad (5)$$

$$\sum M_C = -M + N \cdot BO_1 = 0; \quad (6)$$

$$X_C = X'_C;$$

$$Y_C = Y'_C;$$

Из (6) определим  $N$ :

$$N = \frac{M}{BO_1} = \frac{M}{6 \cdot tg\beta} = \frac{2}{6 \cdot tg20} = 0,916 \text{ (кН)};$$

Из (5) выразим  $X_C$ :

$$X_C = -N = -0,916 \text{ (кН)};$$

Из (4) выразим  $Y_C$ :

$$Y_C = \frac{X_C \cdot BO_1 + M}{6} = \frac{-0,916 \cdot 6 \cdot tg20 + 2}{6} = 0 \text{ (кН)};$$

Из (3) выразим  $X_A$ :

$$X_A = -X'_C + P \cdot \cos \alpha = 0,916 + 14 \cos 35 = 12,384 \text{ (кН)};$$

Из (2) выразим  $M_A$ :

$$\begin{aligned} M_A &= -q \cdot 4 \cdot 8 + X'_C \cdot 2 + Y'_C \cdot 6 - P \cdot 2 \sin \alpha = \\ &= -4 \cdot 4 \cdot 8 + (-0,916) \cdot 2 - 0 \cdot 6 - 14 \cdot 2 \sin 35 = -145,89 \text{ (кН)}; \end{aligned}$$

Из (1) выразим  $Y_A$ :

$$Y_A = \frac{-q \cdot 4 \cdot 2 + X'_C \cdot 2 + P \cdot 4 \sin \alpha - M_A}{6}$$
$$= \frac{-4 \cdot 4 \cdot 2 + (-0,916) \cdot 2 + 14 \cdot 4 \cdot \sin 35 + 145,89}{6} = 24,03(\text{кН});$$

Проверка:

$$\sum M_S = q \cdot 4 \cdot 6 + Y_A \cdot 2 + M_A - M + N \cdot (2 + 6 \cdot \operatorname{tg} 20) = 0;$$
$$4 \cdot 4 \cdot 6 + 24,03 \cdot 2 - 145,89 - 2 + 0,916 \cdot (2 + 6 \cdot \operatorname{tg} 20) = 0;$$