

**Задача 3.** Рама состоит из двух частей, соединенных скользящей заделкой в точке  $C$ . В точке  $A$  рама опирается на неподвижный шарнир, в точках  $B$  и  $D$  — на горизонтально подвижные шарниры. К раме приложены силы  $P = 15$  кН,  $Q = 30$  кН и момент  $M = 3$  кНм (рис. 10). Размеры даны в метрах,  $\cos \alpha = 4/5$ . Найти реакции опор.

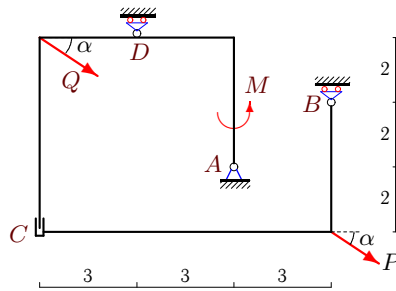


Рис. 10

### Решение

Разобьем раму на две части по скользящей заделке  $C$ . Отброшенные части заменим реакциями — моментом  $M_C$  и горизонтальной силой  $X_C$ . Направления реакций заделки, приложенных к разным частям, взаимно противоположны<sup>1</sup>. Отбросим внешние связи. Подвижные шарниры  $B$  и  $D$  заменим соответственно вертикальными реакциями  $Y_B$  и  $Y_D$ , неподвижный шарнир  $A$  — вертикальной реакцией  $Y_A$  и горизонтальной реакцией  $X_A$ .

<sup>1</sup> Не рекомендуем в подписях внутренних реакций на рисунке использовать знак вектора, например,  $\vec{X}_C$ . Во-первых, это вынуждает ответную реакцию как-нибудь обозначать, например, штрихом:  $\vec{X}'_C$ . При этом,  $\vec{X}'_C = -\vec{X}_C$ . Появившийся знак минус обычно сбивает с толку, так как по ошибке часто пишут и  $X'_C = -X_C$ , что неправильно, так как модули этих сил равны, а взаимно противоположное направление уже учтено в рисунке. Во-вторых, если обозначать вектором реакции, то возникает вопрос, как обозначать реактивный момент? В действительности — реактивный момент это вектор, перпендикулярный плоскости, а на рисунках обозначено лишь направление поворота.

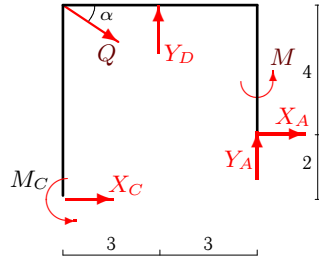


Рис. 11

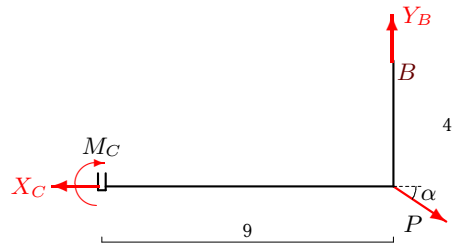


Рис. 12

Обе части находятся в равновесии. Составим уравнения равновесия для части  $CA$  (рис. 11):

$$\sum X_i = X_C + Q \cos \alpha + X_A = 0, \quad (1.5)$$

$$\sum Y_i = Y_D + Y_A - Q \sin \alpha = 0, \quad (1.6)$$

$$\sum M_C = 6Y_A + 3Y_D - 2X_A - 6Q \cos \alpha + M_C + M = 0. \quad (1.7)$$

Составим уравнения равновесия для части  $CB$  (рис. 12):

$$\sum X_i = -X_C + P \cos \alpha = 0, \quad (1.8)$$

$$\sum Y_i = Y_B - P \sin \alpha = 0, \quad (1.9)$$

$$\sum M_C = 9Y_B - 9P \sin \alpha - M_C = 0. \quad (1.10)$$

Решаем систему уравнений (1.5)–(1.10), получаем  $X_A = -36$  кН,  $Y_A = 5$  кН,  $Y_B = 9$  кН,  $Y_D = 13$  кН,  $X_C = 12$  кН,  $M_C = 0$ .

Заметим, что если уравнение моментов (1.10) составить относительно точки приложения силы  $P$ , то ответ  $M_C = 0$  получится значительно проще.

**Проверка.** Рассмотрим равновесие рамы в целом (рис. 13). Приложим к раме найденные реакции опор и внешние силы. Составим уравнение равновесия — сумму моментов относительно точки  $K$ :

$$\sum M_K = 4X_A + 9Y_B + 6Y_A + 3Y_D + M + 6P \cos \alpha - 9P \sin \alpha = 0.$$

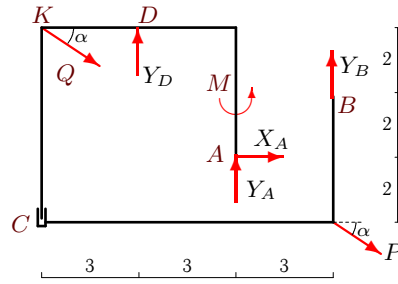


Рис. 13

Проверка выполнена, реакции найдены верно.