

относительно опор

$$\begin{aligned}\sum M_{iA} &= N_B b + P a + G(d - b/2) + Q(b + c) = 0, \\ \sum M_{iB} &= -N_A b + P(a + b) + G(d + b/2) + Qc = 0.\end{aligned}$$

Для реакций опор получим следующие выражения

$$N_A = (P(a+b) + G(d+b/2) - Qc)/b, \quad N_B = (-Pa + G(b/2 - d) + Q(b+c))/b.$$

Очевидно, с увеличением веса P реакция N_A будет расти, а N_B уменьшаться. Моменту опрокидывания будет соответствовать сила P , при которой $N_B = 0$. При этом правая опора крана будет отрываться от основания. Из решения уравнения $N_B = 0$ найдем

$$P = (Q(c + b) - G(d - b/2))/a = 3.75 \text{ кН}.$$

Заметим, что это значение получено в случае, когда груз висит на самом конце стрелы. При уменьшении a значение максимального груза увеличивается и при $a \rightarrow 0$ ограничивается только грузоподъемностью двигателей крана.

Задача 11. Рама, состоящая из двух шарнирно соединенных частей, нагружена силой $F = 5 \text{ кН}$ и моментом $M = 5 \text{ кНм}$. Опора A — горизонтальный опорный стержень, B — неподвижный шарнир, C — подвижный шарнир (рис. 27). Размеры на рисунке даны в метрах, $\cos \alpha = 0.8$. Найти реакции опор.

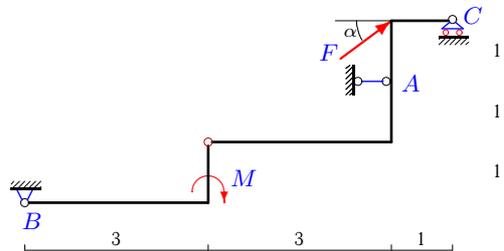


Рис. 27

Решение

Рама составная, опоры в точках A , B и C создают четыре неизвестные реакции. Для решения задачи необходимо разбивать конструкцию по внутреннему шарниру D , и рассматривать равновесие частей рамы. Рассмотрим сначала равновесие всей рамы в целом (рис. 28). К точке B приложим две реакции X_B , Y_B , к точкам A и C — реакции X_A и Y_C . Точку на пересечении линий действия этих последних реакций обозначим E . Это так называемый фиктивный шарнир. Составляя уравнение моментов относительно этой точки, мы уменьшаем число неизвестных

в уравнении. Действительно, получим следующее уравнение

$$\sum M_{iE} = 2 X_B - 7 Y_B - M - 1 F \sin \alpha - 1 F \cos \alpha = 0. \quad (1.11)$$

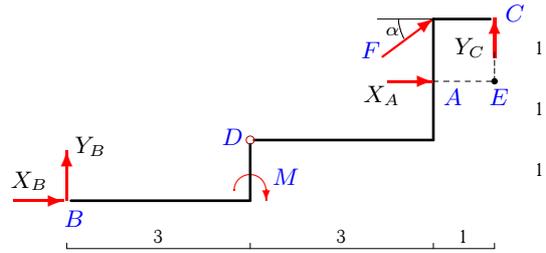


Рис. 28

Если теперь записать уравнение моментов относительно шарнира D для левой части (поемим ее верхним индексом BD)

$$\sum M_{iD}^{BD} = 1 X_B - 3 Y_B - M = 0, \quad (1.12)$$

то для реакций X_B, Y_B получится система уравнений (1.11)–(1.12).

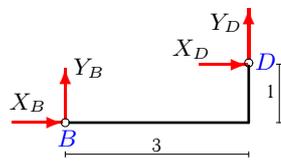


Рис. 29

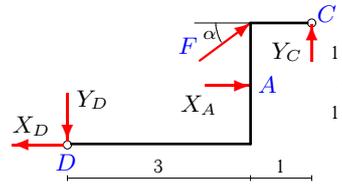


Рис. 30

Решаем эту систему

$$X_B = -1 \text{ кН}, \quad Y_B = -2 \text{ кН}.$$

Аналогично, составляя уравнение моментов для всей рамы относительно точки B и уравнение моментов для правой части DC относительно сочленяющего шарнира D , имеем для реакций Y_C и X_A следующую систему уравнений

$$\sum M_{iB} = -2 X_A + 7 Y_C - 3 F \cos \alpha + 6 F \sin \alpha - M = 0,$$

$$\sum M_{iD}^{DC} = -1 X_A + 4 Y_C - 2 F \cos \alpha + 3 F \sin \alpha = 0.$$

Найдем решение $X_A = -3 \text{ кН}, Y_C = -2 \text{ кН}$.

Проверка. Уравнения проекций в решении не использовались, поэтому их удобно взять для проверки. Запишем эти уравнения для всей