

находим реакцию  $X_A = -5$  кН. Аналогично, составляем уравнения моментов относительно  $C$  для правой части (рис. 65) и относительно  $A$  для рамы в целом:

$$\begin{aligned}\sum M_{iC}^{\text{прав.}} &= -1 X_B + 1 Y_B + 2 F \sin \alpha + 1 F \cos \alpha + 3 Q = 0, \\ \sum M_{iA} &= 2 Y_B - M + 3 F \sin \alpha + 4 Q = 0.\end{aligned}$$

Решаем систему:  $X_B = 9$  кН,  $Y_B = -10$  кН.

**Проверка.** Находим сумму проекций на оси  $x, y$  всех сил, приложенных к конструкции в целом, (рис. 66):

$$\begin{aligned}X_A + X_B - F \cos \alpha &= -5 + 9 - 4 = 0, \\ Y_A + Y_B + F \sin \alpha + Q &= 4 - 10 + 3 + 3 = 0.\end{aligned}$$

Проверка выполнена. Задача решена правильно.

**Задача 24.** К раме, составленной из двух шарнирно соединенных частей, приложена нагрузка с интенсивностью  $q = 2$  кН/м, равномерно распределенная по дуге окружности радиуса  $R = 5$  м. Вертикальная сила  $F = 32$  кН приложена к сочленяющему шарниру, момент  $M = 2$  кНм — к левой части рамы. Определить реакции неподвижных шарнирных опор. Размеры на рисунке даны в метрах (рис. 67).

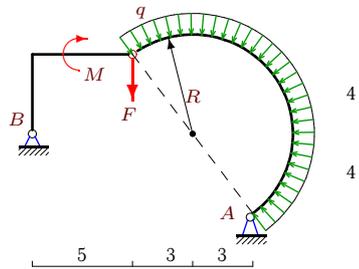


Рис. 67

### Решение

Рассматриваем равновесие каждой из частей рамы и равновесие рамы в целом. Разделяем конструкцию на две части по внутреннему шарниру (обозначим его  $C$ ). Отбрасываем внешние связи, заменяем их реакциями. Распределенную нагрузку<sup>1</sup> заменяем равнодействующей  $Q = 10q$ . Точку приложения равнодействующей можно взять любую

<sup>1</sup>В общем случае нагрузка, распределенная по дуге длиной  $2R\alpha$ , имеет равнодействующую  $2qR \sin \alpha$ .

на линии ее действия. Однако самым удобным местом будет центр окружности. Составляем уравнения моментов относительно шарнира  $C$  для всех сил, действующих на правую часть конструкции (рис. 70),

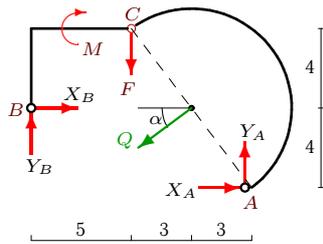


Рис. 68

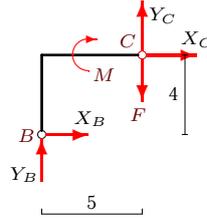


Рис. 69

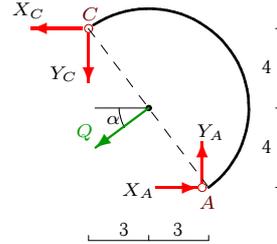


Рис. 70

$$\sum M_{iC}^{\text{прав}} = 8 X_A + 6 Y_A - 5 Q = 0, \quad (1.34)$$

и сумму моментов для всей системы в целом относительно опоры  $B$  (рис. 68)

$$\sum M_{iB} = 4 X_A + 11 Y_A - 5 F - M - 8 Q \sin \alpha = 0, \quad (1.35)$$

где  $\sin \alpha = 0.6$ . Решаем систему уравнений (1.34) и (1.35) относительно неизвестных  $X_A$  и  $Y_A$ . Получаем  $X_A = -7$  кН,  $Y_A = 26$  кН.

Аналогично получается система для реакций  $X_B$  и  $Y_B$ :

$$\begin{aligned} \sum M_{iC}^{\text{лев}} &= 4 X_B - 5 Y_B - M = 0, \\ \sum M_{iA} &= -4 X_B - 11 Y_B + 6 F - M + 5 Q = 0. \end{aligned} \quad (1.36)$$

Решение имеет вид:  $X_B = 23$  кН,  $Y_B = 18$  кН.

**Проверка.** Составим суммы проекций всех сил, действующих на раму в целом, на оси координат (рис. 68):

$$\begin{aligned} \sum X_i &= X_A + X_B - Q \cos \alpha = -7 + 23 - 20 \cdot 0.8 = 0, \\ \sum Y_i &= Y_A + Y_B - F - Q \sin \alpha = 26 + 18 - 32 - 20 \cdot 0.6 = 0. \end{aligned}$$

Равновесие подтверждается — суммы проекций, действительно, равны нулю.

**Задача 25.** Рамная конструкция состоит из трех шарнирно соединенных между собой частей. К сочленяющим шарнирам  $E$  и  $D$  приложены силы  $F_1 = 1$  кН и  $F_3 = 8$  кН, к части  $DC$  (жесткий уголок, согнутый под прямым углом) — сила  $F_2 = 10$  кН. Момент  $M = 6$  кНм приложен к уголку  $AE$ . Конструкция опирается на