

Примеры решений

Задача. Конструкция состоит из трех тел, соединенных шарниром D и стержнем 1 (рис. 23). Конструкция нагружена моментом $M = 51$ кНм, и двумя силами $F_1 = F_2 = 17$ кН. Размеры даны в метрах. Найти реакции опор и усилие в стержне 1.

Решение

Разбиваем конструкцию на части, отбрасывая стержень 1 и шарнир D . Освобождаем конструкцию от внешних связей, заменяя их реакциями. Условно считаем, что в точке D часть DA взаимодействует

сразу с двумя частями — BD и CD . Реакции от действия части BD на DA обозначим X'_D, Y'_D , а силы взаимодействия DA и CD — X''_D, Y''_D . Рассматриваем равновесие каждой из частей. Всего получается 9 неизвестных реакций. Записываем по три уравнения равновесия (два

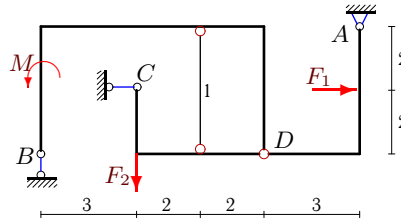


Рис. 23

уравнения проекций и уравнение моментов относительно произвольной точки) для каждой из частей.

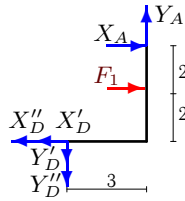


Рис. 24

К точке D приложены две горизонтальные и две вертикальные реакции. Уравнения равновесия части AD :

$$\begin{aligned} \sum X &= -X'_D - X''_D + F_1 + X_A = 0, \\ \sum Y &= -Y'_D - Y''_D + Y_A = 0, \\ \sum M_D &= 3Y_A - 4X_A - 2F_1 = 0. \end{aligned} \quad (1.21)$$

Неизвестную реакцию стержня направляем в предположении, что стержень растянут. Уравнения равновесия части CD :

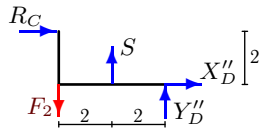


Рис. 25

$$\begin{aligned} \sum X &= R_C + X''_D = 0, \\ \sum Y &= Y''_D + S - F_2 = 0, \\ \sum M_D &= -2S - 2R_C + 4F_2 = 0. \end{aligned} \quad (1.22)$$

Уравнения равновесия части BD :

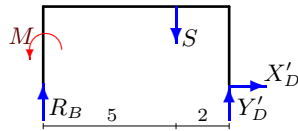


Рис. 26

$$\begin{aligned} \sum X &= X'_D = 0, \\ \sum Y &= R_B + Y'_D - S = 0, \\ \sum M_B &= -5S + 7Y'_D + M = 0. \end{aligned} \quad (1.23)$$

Последовательно исключая неизвестные, решаем систему уравнений (1.21), (1.22), (1.23). Получаем $X'_D = 0$ кН, $Y'_D = 22$ кН, $Y''_D = -24$ кН, $X_A = -10$ кН, $X''_D = 7$ кН, $Y_A = -2$ кН, $S = 41$ кН, $R_B = 19$ кН, $R_C = -7$ кН.

Проверка. Составляем сумму моментов всех сил, действующие на всю конструкцию в целом, включая найденные реакции, относительно произвольной точки. Для того,

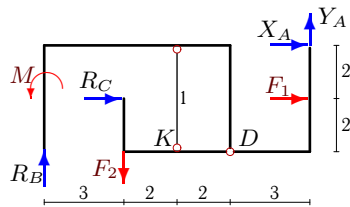


Рис. 27

чтобы одновременно проверить все реакции, желательно выбрать точку, не лежащую на линиях действия реакций. Внутренние реакции в шарнире D и усилии в стержне S в уравнение не входят. Сумма моментов относительно точки K имеет вид

$$\sum M_K = M - 5R_B - 2R_C + 2F_2 - 2F_1 - 4X_A + 5Y_A = 0.$$

Проверка выполнена.