

Пример решения

Задача. Конструкция, состоящая из жесткого уголка, треугольника и цилиндра, расположена в вертикальной плоскости (рис. 52). Нити

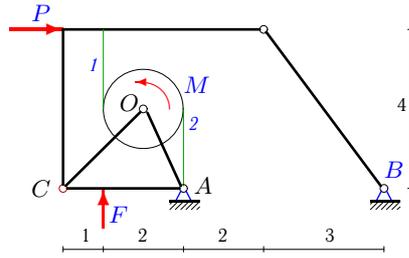


Рис. 52

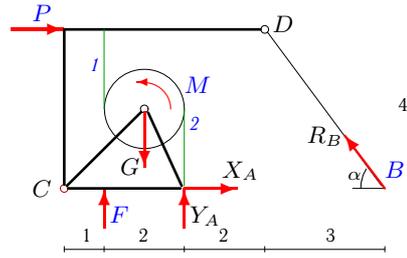


Рис. 53

оглают цилиндр весом $G = 2$ кН и соединяют части конструкции. Дано: $F = 1$ кН, $P = 15$ кН, $M = 20$ кНм, $r = 1$ м. Размеры даны в метрах. Определить реакции опор конструкции (в кН) и натяжения нитей.

Решение

Сначала рассмотрим всю конструкцию в целом, не выделяя из нее отдельные части. В данном случае для определения внешних реакций разбиение не требуется. В этой задаче всего три таких реакции: две реакции в неподвижном шарнире A и усилие в опорном стержне DB (рис. 53). Составим систему уравнений равновесия всей конструкции:

$$\begin{aligned} \sum M_{iA} &= 5 R_B \sin \alpha + M - 2F + Gr - 4P = 0, \\ \sum X_i &= X_A - R_B \cos \alpha + P = 0, \\ \sum Y_i &= Y_A - G + F + R_B \sin \alpha = 0, \end{aligned} \quad (1.35)$$

где $\sin \alpha = 4/5$. Находим все три неизвестные. Из первого уравнения:

$$R_B = (-20 + 2 - 2 + 60)/4 = 10 \text{ кН.}$$

Из уравнений проекций получаем

$$X_A = 10 \cdot 0,6 - 15 = -9 \text{ кН, } Y_A = 2 - 1 - 10 \cdot 0,8 = -7 \text{ кН.}$$

Для того, чтобы найти усилие в нити 1 необходимо отделить цилиндр от конструкции, заменив действие нитей их усилиями S_1 , S_2 , а шарнир O его реакциями X_O , Y_O (рис. 54). На уголок CD усилие S_1 будет направлено в другую сторону (нить предполагаем натянутой). Рассмотрим сначала равновесие уголка (рис. 55).

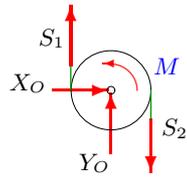


Рис. 54

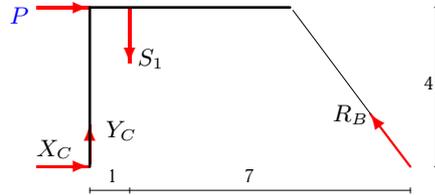


Рис. 55

Запишем уравнение моментов относительно шарнира C :

$$\sum M_{iC} = 8R_B \sin \alpha - 4P - 1 \cdot S_1 = 0.$$

Находим $S_1 = 8 \cdot 10 \cdot 0,8 - 15 \cdot 4 = 4$ кН. Усилие в нити 2 находим из условия равновесия цилиндра (рис. 54). Составляем уравнение моментов относительно его оси:

$$\sum M_{iO} = -r S_1 - r S_2 + M = 0.$$

Отсюда $S_2 = M/r - S_1 = 20 - 4 = 16$ кН. Задача решена. Усилия в нитях получились положительными. Это означает (согласно принятому направлению векторов усилий S_1 и S_2), что нити натянуты. Если бы получились отрицательные усилия, то это бы означало, что для заданных значений нагрузок равновесие недостижимо.