

Задача. Конструкция, состоящая из жесткого уголка, треугольника и цилиндра, расположена в вертикальной плоскости (рис. 1). Нити огибают цилиндр весом $G = 7$ кН и соединяют части конструкции. Дано: $F = 9$ кН, $P = 5$ кН, $m = 11$ кНм, $r = 1$ м. Размеры даны в метрах. Определить реакции опор конструкции (в кН) и натяжения нитей.

Решение

Уравнение равновесия всей конструкции (рис. 2):

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 5 \cdot R_B \sin \alpha + m - 2 \cdot F + G \cdot r - P \cdot 4 = 0, \\ \sum X &= X_A - R_B \cos \alpha + P = 0, \\ \sum Y &= Y_A - G + F + R_B \sin \alpha = 0. \end{aligned} \quad (0.1)$$

Здесь $\sin \alpha = 4/5$. Из первого уравнения находим

$$R_B = (-11 + 18 - 7 + 20)/4 = 5.$$

Из уравнений проекций получаем $X_A = 5 \cdot 0.6 - 5 = -2$ кН, $Y_A = 7 - 9 - 5 \cdot 0.8 = -6$ кН.

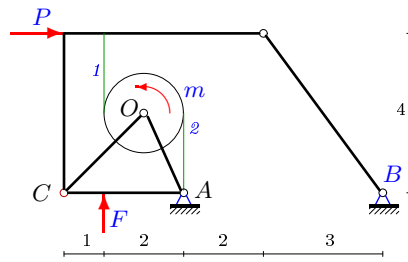


Рис. 1

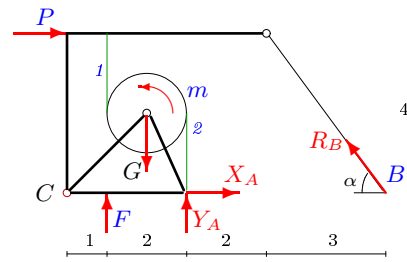


Рис. 2

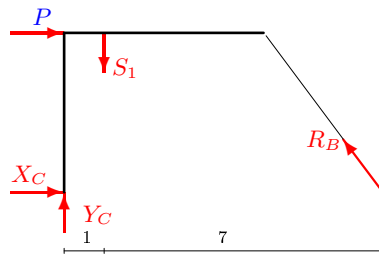


Рис. 3

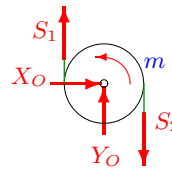


Рис. 4

Для того, чтобы найти усилие в нити 1 рассмотрим равновесие уголка (рис. 3). Нить предполагаем натянутой, усилие S_1 направим

вниз. Запишем уравнение моментов относительно шарнира C :

$$\sum M_C = 8 \cdot R_B \sin \alpha - P \cdot 4 - 1 \cdot S_1 = 0.$$

Находим $S_1 = 8 \cdot 5 \cdot 0.8 - 5 \cdot 4 = 12$ кН. Усилие в нити 2 находим из условия равновесия цилиндра (рис. 4). Составляем уравнение моментов относительно оси:

$$\sum M_O = -r \cdot S_1 - r \cdot S_2 + m = 0.$$

Отсюда $S_2 = m/r - S_1 = 11 - 12 = -1$ 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.