

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ НА ПРИМЕРЕ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

А. В. Локтионов

*Учреждение образования «Витебский государственный  
технологический университет», Республика Беларусь*

При расчете условия равновесия механизмов используются геометрический и аналитический методы [1], [2]. При геометрическом методе расчета элементарные работы активных сил на возможном перемещении можно подсчитать по формуле

$$\delta A_k = m_0 (\bar{F}_k) \delta \varphi_k. \quad (1)$$

Оценку методов расчета условия равновесия рассмотрим на примере кулисного механизма [1]. В кулисном механизме (задача 46.10) при качении рычага  $OC = R$  вокруг проходящей через точку  $O$  оси ползун  $A$ , перемещаясь вдоль  $OC$ , приводит в движение стержень  $AB$ , движущийся в вертикальных направляющих  $K$ ;  $OK = l$ . Сила  $P$  направлена вдоль стержня  $AB$ . Угол отклонения рычага от горизонтали равен  $\varphi$ . Какую силу  $Q$  надо приложить в точке  $C$  перпендикулярно рычагу  $OC$ , чтобы механизм находился в равновесии?

Если сообщить возможное перемещение в виде элементарного поворота рычага  $OC$  на угол  $\delta\varphi$ , тогда  $\frac{\delta S_c}{\delta S_A} = \frac{OC}{OA} = \frac{R}{l/\cos\varphi} = \frac{R \cos\varphi}{l}$ ;  $\delta S_A = \delta h \cos\varphi$ . Следовательно,

$\delta S_c = \frac{R \cos\varphi}{l} \delta S_A = \frac{R \cos\varphi}{l} \delta h \cos\varphi \frac{R^2 \cos\varphi}{l} \delta\varphi$ . Составляя уравнение  $\sum \delta A_k = 0$ , полу-

чим:  $P \delta h - Q \delta S_c = 0$ , или  $P \delta h - Q \frac{R \cos^2\varphi}{l} \delta h = 0$ , окончательно получим

$$Q = \frac{Pl}{R \cos^2\varphi}.$$

Составляя уравнение возможных работ в аналитической форме, получим:

$$P \frac{l}{\cos^2\varphi} \delta\varphi - Q R \sin^2\varphi \delta\varphi - Q R \cos^2\varphi \delta\varphi = 0.$$

Откуда следует, что

$$P \frac{l}{\cos^2\varphi} \delta\varphi - Q R \delta\varphi = 0. \quad (2)$$

Окончательно получим:  $Q = \frac{Pl}{R \cos^2 \varphi}$ .

Из расчета следует, что для рычажного механизма [1] расчет условия равновесия геометрическим методом значительно проще, чем использование аналитического метода расчета. При расчете условия равновесия рычажного механизма как геометрическим, так и аналитическим методом следует элементарную работу силы  $Q$  подсчитать по формуле (1). При этом  $P_Y = P$ ,  $\delta Y_A = \left( \frac{l}{\cos^2 \varphi} \right) \delta \varphi$ . Тогда уравнение возможных работ в аналитической форме можно записать в виде  $P \delta Y_A - QR \delta \varphi = 0$ . С учетом  $\delta Y_A$  получим равенство (2), из которого и определяется сила  $Q$ .

Следовательно, при расчете условия равновесия кулисного механизма следует использовать аналитический метод расчета и формулу (1), рекомендованную для решения задач геометрическим методом. Для системы с несколькими степенями свободы условия равновесия составляются для каждого из независимых возможных перемещений системы.

#### Литература

1. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики / С. М. Тарг. – М. : Высш. шк., 2003. – 416 с.
2. Мещерский, И. В. Сборник задач по теоретической механике : учеб. пособие / И. В. Мещерский. – М. : Наука, 1981. – 480 с.