УДК 621

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ УГЛОМ ПОВОРОТА КОРОМЫСЛОВОГО ТОЛКАТЕЛЯ КУЛАЧКА И УГЛОМ УДАЛЕНИЯ

А. Т. Бельский, И. С. Плешкунов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Кулачковые механизмы с плоским коромысловым толкателем (рис. 1) нашли широкое применение в техники, особенно в двигателях внутреннего сгорания.

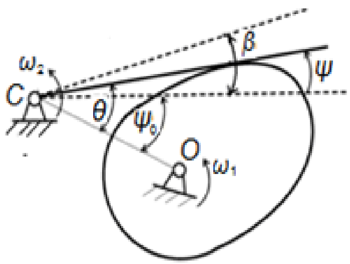

Рис. 1. Кулачок с коромысловым толкателем

Основным условием работоспособности такого механизма является условие выпуклости профиля кулачка, т. е. чтобы радиус кривизны профиля кулачка всегда был больше нуля:

$$\rho > 0\,.$$

Для определения радиуса профиля кулачка воспользуемся заменяющим механизмом (рис. 2).

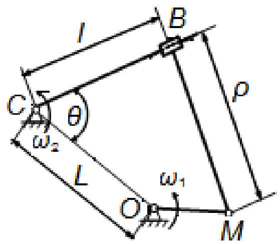

Рис. 2. Заменяющий механизм

Построив план скоростей и план ускорений для заменяющего механизма, нетрудно получить зависимость для определения радиуса кривизны в следующем виде:

$$\rho = L\frac{\dfrac{d^2\psi}{d\varphi^2}\cos\theta + \left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\left(1-2\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\sin\theta}{\left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)^3}.$$

В этом случае условие выпуклости кулачка будет иметь следующий вид:

$$\frac{\dfrac{d^2\psi}{d\varphi^2}\cos\theta + \left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\left(1-2\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\sin\theta}{\left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)^3} \geq 0.$$

Разделив обе части неравенства на $\cos\theta$, получим:

$$\frac{\dfrac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\left(1-2\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)\mathrm{tg}\theta}{\left(1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)^3} \geq 0.$$

Чтобы данное неравенство было больше нуля, необходимо, чтобы числитель и знаменатель имели одинаковые знаки.

Величина $1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}$ будет положительная, так как $\dfrac{d\psi}{d\varphi}=\dfrac{\omega_2}{\omega_1}<1$. Так как знаменатель положителен, то и числитель тоже должен быть положительным.

Рассмотрим второе слагаемое числителя. Данное слагаемое будет отрицательным, если $1-2\dfrac{d\psi}{d\varphi}<0$, так как $1-\dfrac{d\psi}{d\varphi}>0$; $\mathrm{tg}\theta>0$, полагая, что $\theta<90°$.

Чтобы слагаемое $1-2\dfrac{d\psi}{d\varphi}$ было отрицательным, необходимо, чтобы $\dfrac{d\psi}{d\varphi}>\dfrac{1}{2}$.

Предположим, что максимальное значение $\dfrac{d\psi}{d\varphi}>\dfrac{1}{2}$. В этом случае при $\dfrac{d\psi}{d\varphi}=\left(\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)_{\max}$ вторая производная $\dfrac{d^2\psi}{d\varphi^2}$ будет равна нулю, и все выражение будет отрицательным.

Таким образом, радиус кривизны профиля кулачка всегда будет больше нуля в том случае, если $\left(\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)_{\max}<\dfrac{1}{2}$.

Полученное значение дает возможность определить предельно допустимое значение для заданного закона движения величины $\dfrac{\beta}{\varphi_y}$, для этого необходимо определить $\left(\dfrac{d\psi}{d\varphi}\right)_{\max}$ и положить ее меньше $\dfrac{1}{2}$.

Литература

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : учеб. для вузов / И. И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1988. – 640 с.