УДК 621.01

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЛАЧКА С ПОСТУПАТЕЛЬНО ДВИЖУЩИМСЯ ПЛОСКИМ ТОЛКАТЕЛЕМ

Н.В. Иноземцева, М.О. Прядко
Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Кулачковые механизмы наряду с зубчатыми механизмами относятся к наиболее распространенному виду передаточных механизмов современных машин. Они позволяют осуществлять любой закон движения ведомого звена при непрерывном вращении кулачка, а также согласовать работу нескольких исполнительных органов машины, приводимых в действие разными механизмами.

Ведомое звено обычно бывает двух видов: с роликовым толкателем или с плоским толкателем.

При проектировании кулачковых механизмов главными критериями являются: допустимый угол давления при проектировании кулачка с роликовым толкателем и условие выпуклости при проектировании кулачка с плоским толкателем.

Данная работа посвящена получению условия выпуклости профиля кулачка с поступательно движущимся плоским толкателем (рис.1).

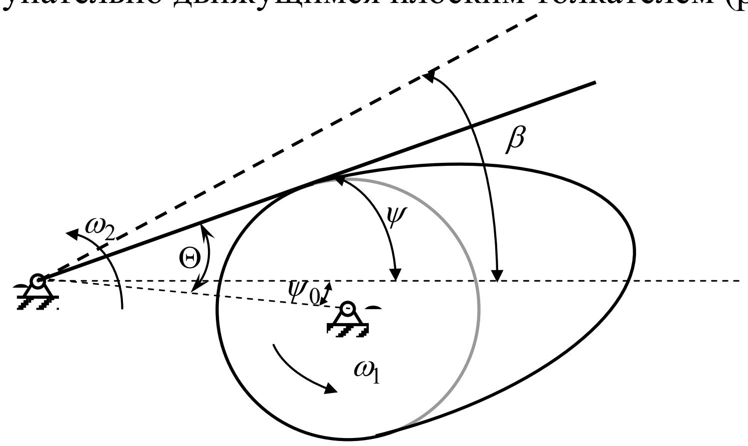

Рис. 1 – Кулачковый механизм

Используя заменяющий механизм (рис. 2) для определения радиуса кривизны профиля кулачка с коромысловым толкателем, была получена зависимость

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

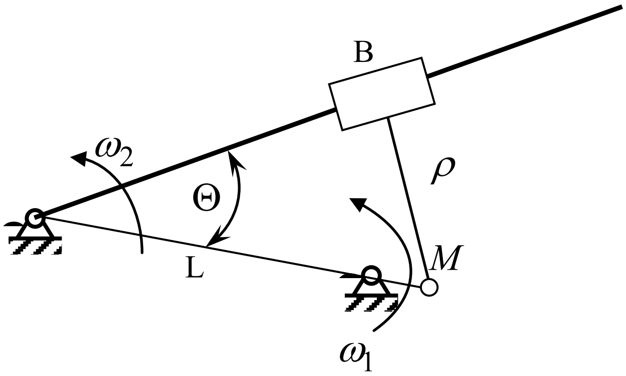

Рис. 2 – Заменяющий механизм

Радиус кривизны будет меньше нуля в том случае, если отрицательным будет или числитель, или знаменатель уравнения (1).

На основании теоремы Виллиса, а именно, что нормаль, проведенная через точку контакта высшей кинематической пары, делит межосевое расстояние на отрезки обратные пропорциональные угловым скоростям, было доказано, что выражение $\left(1-\frac{d\psi}{d\varphi}\right)^3$ является положительной величиной.

В этом случае условие выпуклости кулачка можно записать в следующем виде

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi_2}+\left(1-\frac{d\psi}{d\varphi}\right)\left(1-2\frac{d\psi}{d\varphi}\right)tg\theta\geq 0 \qquad (2)$$

Рассмотрим произвольное положение механизма, изображенного на рис. 1.

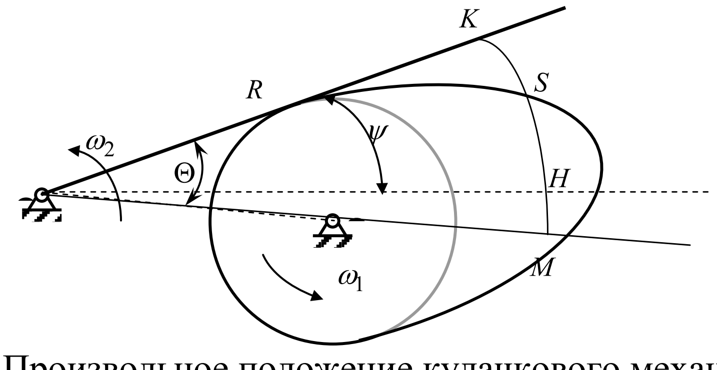

Рис. 3 – Произвольное положение кулачкового механизма

Возьмем на коромысле произвольную точку и радиусом проведем дугу . Согласно обозначениям чертежа, имеем

$$\theta=\frac{S}{R} \qquad (3)$$

$$\psi = \frac{s}{R} \tag{4}$$

Дважды дифференцируя выражение (4), находим

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi} \tag{5}$$

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = \frac{1}{R} \cdot \frac{d^2 s}{d\varphi^2} \tag{6}$$

Подставляя значения , и из выражений (3), (5) и (6) в неравенство (2), получаем

$$\frac{1}{R} \cdot \frac{d^2 s}{d\varphi^2} + \left(1 - \frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right)\left(1 - 2\frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right) tg\,\frac{S}{R} \geq 0 \tag{7}$$

или

$$\frac{d^2 s}{d\varphi^2} + \left(1 - \frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right)\left(1 - 2\frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right) \frac{tg\,\frac{S}{R}}{\frac{1}{R}} \geq 0 \tag{8}$$

Механизм с поступательно движущимся толкателем (рис. 4) можно в пределе рассматривать как видоизменение механизма, изображенного на рис. 3, при удалении центра в бесконечность

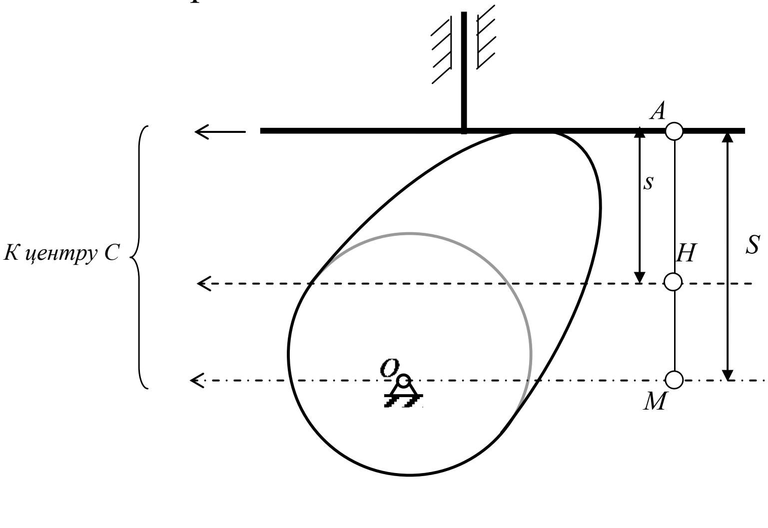

Рис. 4 – Видоизмененный кулачковый механизм

При неограниченном возрастании величины произведение

$$\left(1 - \frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right)\left(1 - 2\frac{1}{R} \cdot \frac{ds}{d\varphi}\right) \tag{9}$$

стремится к 1.

Дробь $\dfrac{tg\dfrac{S}{R}}{\dfrac{1}{R}}$ при $R=\infty$ принимает неопределенную форму вида $\dfrac{0}{0}$.

Применяя правило Лопиталя, находим

$$\lim_{R\to\infty}\left[\frac{tg\dfrac{S}{R}}{\dfrac{1}{R}}\right]=\lim_{R\to\infty}\left[\frac{\dfrac{d}{dR}\left(tg\dfrac{S}{R}\right)}{\dfrac{d}{dR}\left(\dfrac{1}{R}\right)}\right]=\lim_{R\to\infty}\left[\frac{S}{\cos^2\left(\dfrac{S}{R}\right)}\right]=s \qquad (10)$$

Таким образом, выражение (8) с учетом (9) и (10) примет вид

$$\frac{d^2S}{d\varphi^2}+S\geq 0,$$

что представляет собой условие профессора Я.Л. Геронимуса.

Таким образом, было получено условие выпуклости профиля кулачка с поступательно движущимся плоским толкателем.

Литература

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин.– М.: Наука, 1975. – 640 с.