

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЦЕНТРОВОГО И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЕЙ КУЛАЧКА

Анципорович П.П., Акулич В.К., Дубовская Е.М.

УО «Белорусский национальный технический университет», Минск

В учебной литературе приводятся, как правило, выражения полярных координат центрального профиля кулачка. Для получения полярных координат действительного профиля кулачка рекомендуется способ составления уравнения огибающей положений ролика радиуса  $r_p$  с использованием методов дифференциальной геометрии. В настоящей работе рассматривается задача получения выражений декартовых координат как центрального, так и действительного профиля кулачка без использования формул полярных координат.

На рис. 1. показана схема кулачкового механизма с качающимся толкателем (коромыслом) в произвольном положении на фазе удаления толкателя.

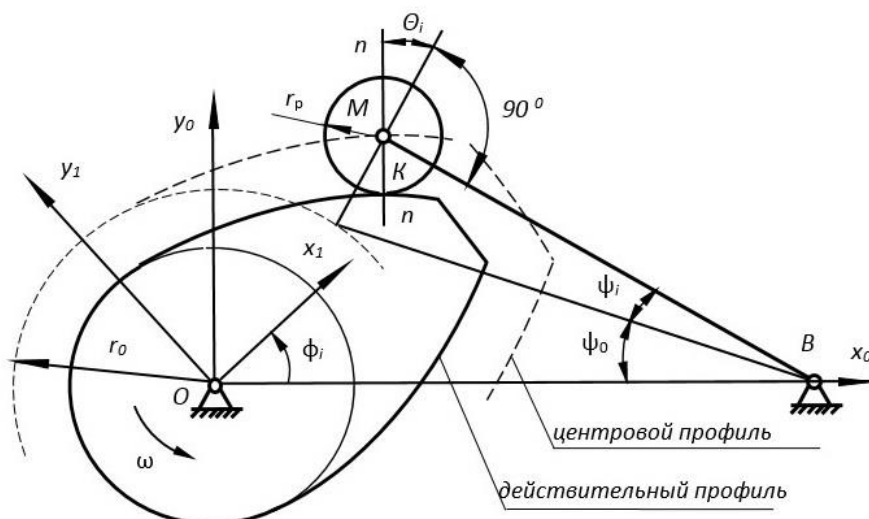


Рис. 1. Схема кулачкового механизма с качающимся толкателем

Для получения соответствующих формул используются две системы прямоугольных координат: неподвижная система  $x_0 y_0 z_0$  и подвижная система  $x_1 y_1 z_1$ , связанная с кулачком (оси  $z_0$  и  $z_1$ , перпендикулярные плоскости рисунка, не показаны). Матрица поворота системы  $x_1 y_1 z_1$  относительно системы  $x_0 y_0 z_0$  на основании [1] имеет вид

$$A_{10} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_i & \sin \varphi_i & 0 \\ -\sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где  $\varphi_i$  – текущий угол поворота кулачка.

Тогда формулы связи координат обеих систем получают известным способом:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = A_{10} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix},$$

Откуда

$$x_1 = x_0 \cos \varphi_i + y_0 \sin \varphi_i \quad (1)$$

$$y_1 = -x_0 \sin \varphi_i + y_0 \cos \varphi_i \quad (2)$$

Координаты центра ролика (точки  $M$ ) в неподвижной системе координат выражаются следующим образом:

$$x_M^{(0)} = a - l_K \cos(\psi_0 + \psi_i) \quad (3)$$

$$y_M^{(0)} = l_K \sin(\psi_0 + \psi_i) \quad (4)$$

где  $l_K = l_{OB}$  – длина коромысла,  $\psi_i$  – текущий угол поворота коромысла,  $\psi_0$  – начальный угол отклонения коромысла от межосевой линии  $OB$ .

Подставляя зависимости (3) и (4) в формулы связи координат (1) и (2), получим координаты точки  $M$  в системе координат кулачка, т.е. уравнения центрального профиля кулачка:

$$\begin{aligned} x_1 &= a \cos \varphi_i - l_K \cos(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i), \\ y_1 &= -a \sin \varphi_i + l_K \sin(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i). \end{aligned}$$

Выражения для определения координат действительного профиля кулачка можно получить из условия, что положение общей нормали  $n-n$  в точке  $K$  касания кулачка с роликом известно, так как известен угол давления  $\theta_i$ . С учетом этого координаты точки  $K$  в неподвижной системе координат получаются в следующем виде:

$$x_K^{(0)} = a - l_K \cos(\psi_0 + \psi_i) - r_p \sin(\psi_0 + \psi_i - \theta_i) \quad (5)$$

$$y_K^{(0)} = a \sin(\psi_0 + \psi_i) - r_p \cos(\psi_0 + \psi_i - \theta_i) \quad (6)$$

После подстановки выражений (5) и (6) в формулы связи координат (1) и (2) получим уравнения действительного профиля кулачка:

$$\begin{aligned} x_1 &= a \cos \varphi_i - l_K \cos(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i) - r_p \sin(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i - \theta_i), \\ y_1 &= -a \sin \varphi_i + l_K \sin(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i) - r_p \cos(\psi_0 + \psi_i + \varphi_i - \theta_i). \end{aligned}$$

Угол давления  $\theta_i$  определяется по формуле [2]

$$\theta_i = \operatorname{arctg} \left( \frac{S_i' + l_K - a \cos(\psi_0 + \psi_i)}{a \sin(\psi_0 + \psi_i)} \right),$$

где  $S_i'$  – аналог скорости точки  $M$ , который определяется на основании принятого закона движения толкателя.

Полученные выражения могут быть использованы, в частности, при определении радиуса кривизны центрального профиля кулачка, для чего требуется иметь выражения декартовых координат плоской кривой (центрального профиля), задаваемой уравнениями в параметрической форме  $x = x(\varphi)$  и  $y = y(\varphi)$ .

Рассмотренная методика используется в программном обеспечении курсового проектирования на кафедре теории механизмов и машин БНТУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Филонов, И.П. Теория механизмов, машин и манипуляторов / И.П. Филонов, П.П. Анципович, В.К. Акулич. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 656 с.

2. Анципорович, П.П. Синтез кулачковых механизмов / П.П. Анципорович, В.К. Акулич, Е.М. Дубовская. – 5-е изд. – Минск: БНТУ. – 80 с.