УДК 621.01:531

КИНЕМАТИКА КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА МЕТОДОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ

О. В. БЛАГОДАРНАЯ, О. А. ПОНОМАРЕВА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

Для кулисного механизма (рис. 1) при исследовании кинематики точки B, лежащей на кулисе, может быть применен метод преобразования координат

$$\begin{cases} x_B = h_3 b_{11}; \\ y_B = h_3 b_{21}; \\ l = b_{11}^{\,2} + b_{21}^{\,2}, \end{cases} \qquad (1)$$

где $b_{11} = \cos\varphi_3$, $b_{21} = \sin\varphi_3$, $h_3 = \sqrt{(x_B^{\,2} + y_B^{\,2})}$.

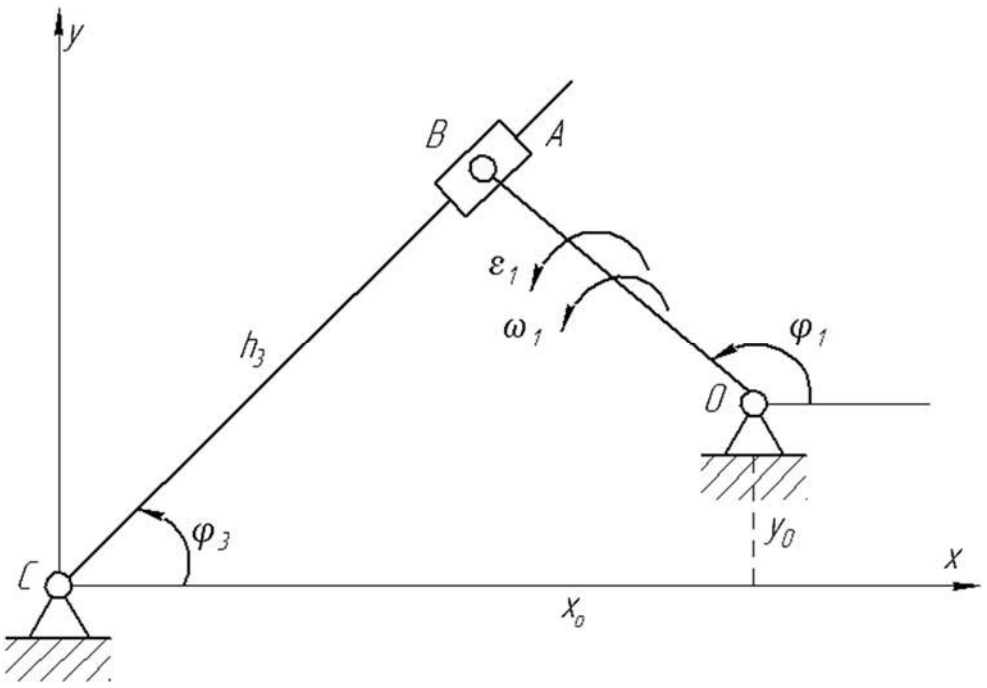

Рис. 1. Кулисный механизм

Так как геометрическое место точки A, лежащей на кривошипе, и точки B, принадлежащей кулисе, совпадает, то $x_B = x_A$, $y_B = y_A$.

После дифференцирования уравнений (1) получим систему линейных уравнений, которая в матричной записи имеет вид $V_x = MV_y$, или

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_B \\ \dot{y}_B \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & h_3 & 0 \\ b_{21} & 0 & h_3 \\ 0 & b_{11} & b_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{h}_3 \\ \dot{b}_{11} \\ \dot{b}_{21} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Решение данной системы можно найти по формуле $V_y = M^{-1} V_x$, где M^{-1} – обратная матрица,

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} -h_3 b_{11} & -h_3 b_{21} & h_3^2 \\ -b_{21} & b_{11} b_{21} & -h_3 b_{11} \\ b_{11} b_{21} & -b_{11}^2 & -h_3 b_{21} \end{bmatrix} / \det. \quad (3)$$

Здесь det – детерминант (определитель) матрицы, $\det = -h_3(b_{11}^2 + b_{21}^2)$. Элементами обратной матрицы служат алгебраические дополнения элементов исходной матрицы, найденные по известным правилам нахождения алгебраического дополнения.

Угловую скорость кулисы можно найти по формуле

$$\omega_3 = -\dot{b}_{11} / b_{21}. \quad (4)$$

После повторного дифференцирования исходной системы (1) получим систему линейных уравнений, которую можно представить в матричной форме $A_x = MA_y$, или

$$\begin{bmatrix} \ddot{x}_B - 2\dot{h}_3\dot{b}_{11} \\ \ddot{y}_B - 2\dot{h}_3\dot{b}_{21} \\ -(b_{11}^2 + b_{21}^2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & h_3 & 0 \\ b_{21} & 0 & h_3 \\ 0 & b_{11} & b_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{h}_3 \\ \ddot{b}_{11} \\ \ddot{b}_{21} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Угловое ускорение кулисы находим по формуле

$$\varepsilon_3 = -\ddot{b}_{11} / b_{11} + \dot{b}_{11}\dot{b}_{21} / b_{21}^2. \quad (6)$$

Решение системы (6) представляется в виде $A_y = M^{-1} A_x$.

Таким образом, кинематическое исследование кулисного механизма методом преобразования координат сводится к набору конечных формул, выражающих параметры движения звеньев механизма через параметры движения обобщенных координат.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/