

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Особое место в легком и текстильном машиностроении занимают кулачковые механизмы. Ряд существенных достоинств этих механизмов делает их незаменимыми в отдельных узлах машин текстильной и легкой промышленности, несмотря на некоторые недостатки. Сложность профилей кулачков и повышенные требования к точности их изготовления не всегда позволяют применять графические методы их проектирования. По этой причине в настоящее время много работ посвящается аналитическим методам синтеза кулачковых механизмов.

Не менее важен и анализ механизмов. В отдельных случаях, когда требуется высокая точность в определении параметров ведомого звена, графические методы неприемлемы.

В данной работе приводится методика аналитического способа исследования кинематики кулачковых механизмов на примере нецентрального кулачкового механизма с толкателем, совершающим поступательное движение.

Такой механизм приведен на рис. 1. Построив заменяющий механизм ACB_T (рис. 2) для исследуемого положения кулачкового механизма, представим его в виде замкнутого векторного контура, для которого можно написать:

$$\overline{OA} + \overline{AC} + \overline{CB}_T = \overline{OB}_T \quad \text{или} \quad \bar{e} + \bar{r} + \bar{\rho} = x_{B_T}.$$

Проектируя эти векторы на оси x и y , получаем:

$$\left. \begin{aligned} r \sin \beta + \rho \cos \alpha &= x_{B_T}; \\ r \cos \beta + \rho \sin \alpha &= e. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Перенесем слагаемые $\rho \cos \alpha$ и $\rho \sin \alpha$ уравнений системы (1) в правые части и возведем уравнения в квадрат:

$$\left. \begin{aligned} r^2 \sin^2 \beta &= x_{B_T}^2 - 2x_{B_T} \rho \cos \alpha + \rho^2 \cos^2 \alpha; \\ r^2 \cos^2 \beta &= e^2 - 2e \rho \sin \alpha + \rho^2 \sin^2 \alpha. \end{aligned} \right\}$$

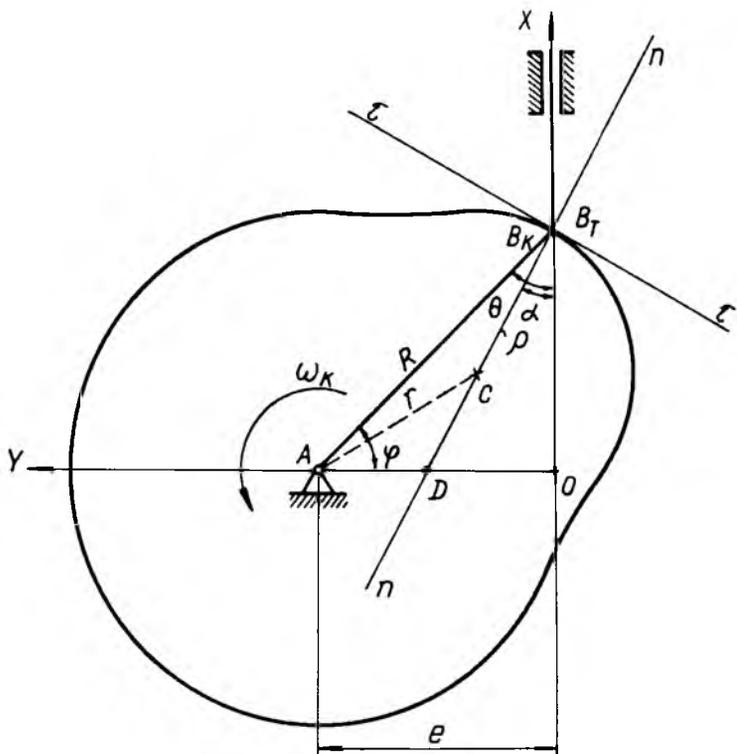


Рис. 1. Кулачковый механизм.

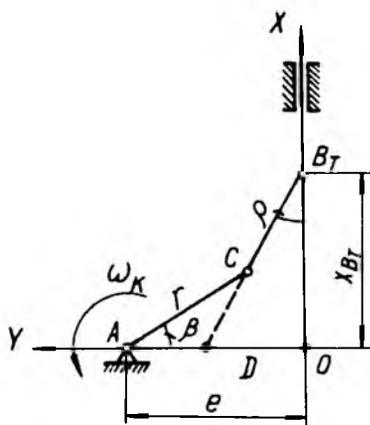


Рис. 2. Заменяющий механизм.

Складывая уравнения почленно и группируя, получаем

$$r^2 = x_{B_T}^2 + l^2 - 2\rho \cos \alpha \cdot x_{B_T} - 2l\rho \sin \alpha + \rho^2 \quad (2)$$

Для замены r известными величинами обратимся к треугольнику $AB_T C$ (рис. 1), из которого можно написать

$$r^2 = \rho^2 + R^2 - 2R\rho \cos \theta.$$

Здесь $\angle \theta = \angle ABO - \alpha$. Так как из $\triangle ABO \angle ABO = 90^\circ - \varphi$, то $\angle \theta = 90^\circ - \varphi - \alpha$.

$$\begin{aligned} \text{Поэтому } r^2 &= \rho^2 + R^2 - 2R\rho \cos (60^\circ - \varphi - \alpha) = \\ &= \rho^2 + R^2 - 2R\rho \sin (\alpha + \varphi). \end{aligned}$$

Подставив значение r^2 в равенство (2) и сделав несложные преобразования, получим квадратное уравнение

$$x_{B_T}^2 - 2\rho \cos \alpha \cdot x_{B_T} + \left\{ l^2 - R^2 + 2\rho [R \sin (\alpha + \varphi) - l \sin \alpha] \right\} = 0.$$

Для удобства известные величины обозначим так:

$$2\rho \cos \alpha = A;$$

$$l^2 - R^2 + 2\rho [R \sin (\alpha + \varphi) - l \sin \alpha] = B.$$

Тогда можно написать

$$x_{B_T}^2 - Ax_{B_T} + \beta = 0.$$

Решаем это уравнение относительно x_{B_T} :

$$x_{B_T} = \frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}. \quad (3)$$

Заметим теперь, что $\triangle ABD$ (рис. 1) есть повернутый на 90° план скоростей кулачкового механизма, в котором

$$V_{B_K} = \omega_K R = R k_V$$

Отсюда масштаб k_V этого плана скоростей будет равен ω_K .

Скорости толкателя в его абсолютном и относительном движении будут соответственно равны:

$$V_{B_T} = \overline{AD} \cdot k_V \quad \text{и} \quad V_{B_T B_K} = \overline{BD} k_V.$$

Из рис. 2 видно, что $AD = AO - OD = e - BD \sin \alpha$,

$$\text{а } BD = \frac{x_{B_T}}{\cos \alpha}.$$

Поэтому

$$V_{B_T} = (1 - x_{B_T} \operatorname{tg} \alpha) \omega_K; \quad (4)$$

$$V_{B_T B_K} = \frac{x_{B_T}}{\cos \alpha} \omega_K \quad (5)$$

так как $k_V = \omega_K$.

Подставив значение x_{B_T} в (4) и (5), из равенства (3) получим окончательно

$$V_{B_T} = \left[e - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - B} \right) \right] \omega_K;$$

$$V_{B_T B_K} = \left(\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - B} \right) \frac{\omega_K}{\cos \alpha}.$$

Таким образом, можно заключить, что кинематическое исследование кулачкового механизма аналитическим методом можно проводить без дополнительного построения заменяющего механизма, так как полученные формулы включают в себя параметры только кулачкового механизма.