

УДК 621.01: 62-231.31

А.Р. Зайцев (3 курс, каф. ТММ), А.Н. Евграфов

СИНТЕЗ ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЁХЗВЕННИКА

Целью данной работы являлась разработка методики метрического синтеза шарнирного четырёхзвенника с выходным звеном шатуном (рис.1), по заданному коэффициенту изменения средней скорости K_v и углу передачи в одном из крайних положений в дальнейшем γ .

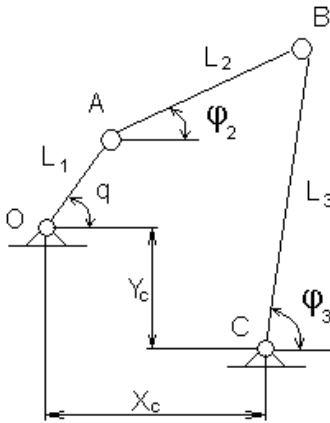


Рис. 1

При заданном коэффициенте K_v и при постоянной скорости вращения кривошипа можно определить угол холостого $\varphi_{хол}$ и рабочего $\varphi_{раб}$ ходов механизма:

$$\varphi_{хол} = \frac{360^0}{K_v + 1}; \quad \varphi_{раб} = \frac{360^0 \cdot K_v}{K_v + 1}$$

Смена рабочего и холостого ходов в механизме сопровождается прохождением через такое положение, при котором угловая скорость шатуна обратится в ноль. После составления и решения уравнений геометрического анализа для шарнирного четырёхзвенника можно написать выражение для угловой скорости:

$$\varphi_2' = \frac{-L_1 L_3 \sin(q - \varphi_3)}{L_2 L_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} = 0,$$

где L_1 - длина кривошипа; L_2 - длина шатуна; L_3 - длина коромысла; q - угол поворота кривошипа; φ_3 - угол наклона коромысла; φ_2 - угловая скорость шатуна. Очевидно, что крайнее положение наступит тогда, когда $q = \varphi_3$, т.е. кривошип и коромысло должны быть параллельны.

Выразим размеры звеньев механизма через длину коромысла:

$$L_2 = a \cdot (\lambda + 1) + a \cdot \sqrt{(\lambda + 1) \cdot \lambda}; \quad L_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot L_2 \cdot a - a^2}{2 \cdot (1 - \cos \varphi_{хол})}};$$

где a и λ - используемая замена переменных для упрощения формул:

$$a = 2 \cdot L_3 \cdot \cos\left(\frac{\varphi_{хол}}{2}\right); \quad \lambda = \operatorname{ctg}^2\left(\frac{\varphi_{хол}}{2} + \gamma\right).$$

Проекции расстояний между стойками (осью вращения кривошипа и коромысла) определяются по следующим формулам:

$$X_C = L_3 - L_2 \cdot \cos \gamma + L_1; \quad Y_C = L_2 \cdot \sin \gamma; \quad OC = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2}.$$

После нахождения всех длин и размеров необходимо проверить полученные результаты на выполнение условий существования шарнирного четырёхзвенника, а именно: условие проворачиваемости кривошипа и отсутствие особого положения.

Минимальный угол передачи необязательно будет наблюдаться в крайнем положении. Для того чтобы не превысить заданное значение угла давления, следует при синтезе механизма брать угол передачи с некоторым запасом. Для количественной оценки этого запаса следует построить план положений механизма.

При большом увеличении угла γ в получаемом механизме резко начнёт возрастать длина шатуна и, как следствие, длина кривошипа. Зависимость $L_2 = f(\gamma)$ имеет

гиперболический характер, и критический угол, который является асимптотой для этой зависимости, равен:

$$\gamma_{\text{Асимптоты}} = 180^{\circ} - \frac{\varphi_{\text{хол}}}{2}.$$

При приближении к этому углу расчётные длины будут получаться слишком большими. Во избежание подобного следует уменьшить длину коромысла, тогда при неизменной длине шатуна мы получим больший угол передачи.

При построении механизма угол передачи γ , получаемый во втором крайнем положении, зависит только от коэффициента K_v и равен $0.5\varphi_{\text{хол}}$.

Выводы. Разработана методика синтеза шарнирного четырёхзвенника с выходным шатуном по заданному коэффициенту изменения средней скорости и углу передачи в крайнем положении, позволяющая избежать заклинивания механизма.