ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտություններ, սերիա XXIX, № 5, 1976 Серия технических наук

Л. Б. МКРТЧЯН

К СИНТЕЗУ КУЛИСНО-КАРДАННОГО МЕХАНИЗМА ПРИБЛИЖЕННО-РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

В данной работе для получения приближенно-равномерного движения используется сочетание механизма главного привода строгального станка с одинарным карданным шарниром.

В действующем прототипе рассматриваемого механизма ввиду нелинейности передаточной функции равномерное вращение кривошипа преобразуется в нежелательное (с технологической точки зрения) неравномерное движение выходного ползуна. Для «компенсации» указанной неравномерности в предлагаемом механизме кривошипу сообщается движение посредством промежуточного карданного шарнира, геометрические параметры которого определяются по условию минимального отклонения от постоянной скорости ползуна 5 (рис. 1). По своей постановке задача относится к известному классу «минимаксных» задач, обычно решаемых методом Чебышева.

Для составления выражения минимизируемой функции выведем зависимости скорости ползуна 5 от искомых параметров проектируемого кулисно-карданного механизма.

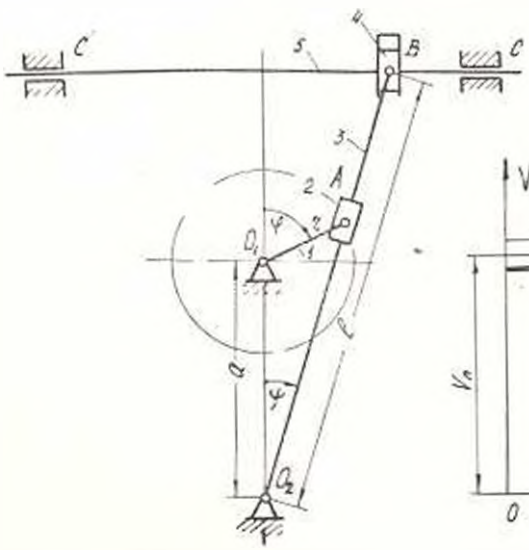

Рис. 1

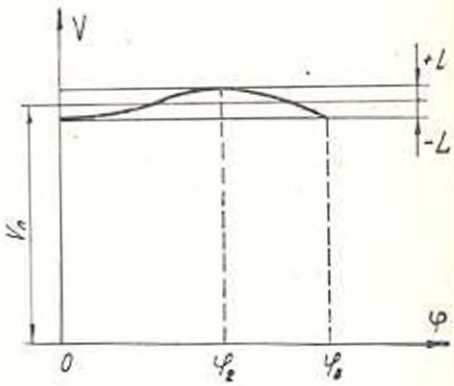

Рис. 2

Из рис. 1 непосредственно следует, что

$$v = \omega_3 l \cos\psi, \tag{1}$$

где ω_3 — угловая скорость кулисы 3; l — длина кулисы 3; ψ — угол поворота кулисы.

Угловая скорость кулисы 3 определяется по формуле [1]:

$$\omega_3 = \omega \frac{r(a\cos\varphi + r)}{(a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi)}, \tag{2}$$

где ω — угловая скорость кривошипа 1; r — длина кривошипа; φ — угол поворота кривошипа; a — расстояние между центрами вращения кривошипа и кулисы.

Подставляя значение ω из [2] в формулу (2), получим:

$$\omega_3 = \omega \cos\alpha(\operatorname{tg}^2\alpha \sin^2\varphi + 1) \frac{r(a\cos\varphi + r)}{(a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi)}; \tag{3}$$

$\cos\psi$ определяется выражением:

$$\cos\psi = \frac{a + r\cos\varphi}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi}}. \tag{4}$$

Используя (3) и (4), формула (1) запишется в виде:

$$v = \omega l \cos\alpha(\operatorname{tg}^2\alpha \sin^2\varphi + 1) \frac{r(a\cos\varphi + r)(a + r\cos\varphi)}{\sqrt{(a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi)^3}}. \tag{5}$$

Задача состоит в том, чтобы полученную зависимость приблизить к постоянной величине, для чего составляется выражение их разности (рис. 2)

$$\omega l \cos\alpha(\operatorname{tg}^2\alpha \sin^2\varphi + 1) \frac{r(a\cos\varphi + r)(a + r\cos\varphi)}{\sqrt{(a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi)^3}} - v_{\text{п}} = \delta(\varphi). \tag{6}$$

Для получения наилучшего приближения отклонение $\delta(\varphi)$ должно в точках $\varphi_1 = 0$, φ_2 и φ_3 достичь равных по модулю и знакочередующих предельных значений $\pm L$.

$$\delta(\varphi_1) = -L; \qquad \delta(\varphi_2) = +L; \qquad \delta(\varphi_3) = -L. \tag{7}$$

Кроме того, согласно рис. 2 в точке $\varphi = \varphi_2$ обращается в нуль первая производная $\delta(\varphi)$, т. е.

$$\delta'(\varphi_2) = 0. \tag{8}$$

После преобразований это условие приводится к виду:

$$E(KM\operatorname{tg}^2\alpha \sin 2\varphi_2 - MNa\sin\varphi_2 - KNr\sin\varphi_2) + 3KMNar\sin\varphi_2 = 0,$$

где

$$E = a^2 + r^2 + 2ar\cos\varphi_2; \qquad K = a\cos\varphi_2 + r;$$

$$N = \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \varphi_2 + 1; \qquad M = a + r \cos \varphi_2$$

Минимизируемая функция $\delta(\varphi)$ зависит от величин a, l, r, v_n, φ_3, δ, ω, φ_2, α. Зададимся для простоты значениями первых пяти и определим оставшиеся четыре по условию наименьшего отклонения от нуля величины $\delta(\varphi)$. Фиксируя a, l и v_n и варьируя значениями свободных параметров r и φ_3, решаем систему уравнений (7) и (8) относительно ω, δ, φ_2 и α. В процессе расчетов на ЭВМ получен ряд вариантов механизма, соответствующих различным сочетаниям φ_3 и a/r. По результатам вычислений построены справочные карты (рис. 3), позволяющие в каждом конкретном случае подобрать с конструктивной точки зрения оптимальный вариант.

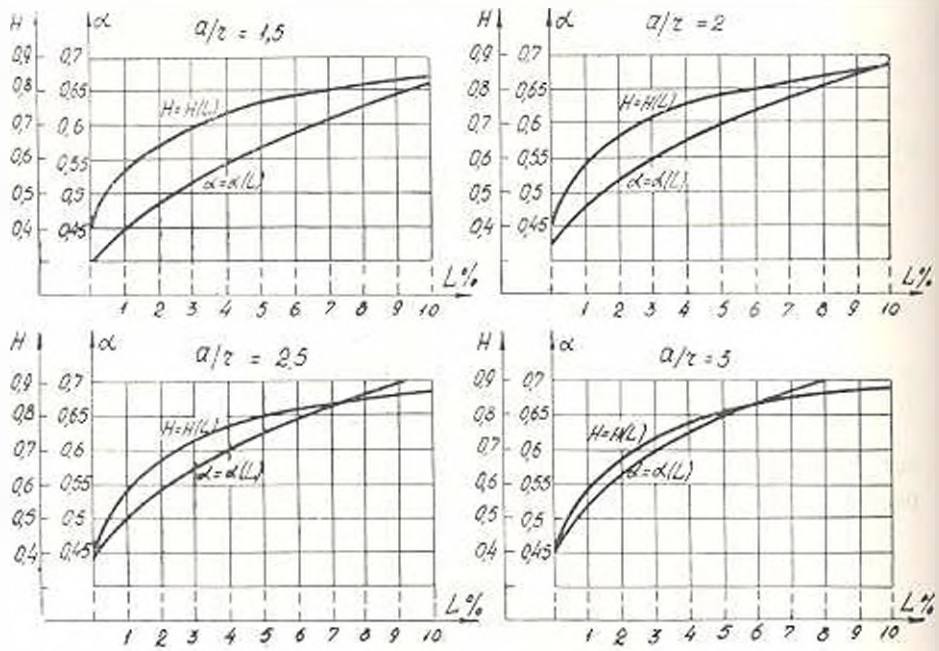

Рис. 3

Отношение длины участка приближенно-равномерного хода к общему ходу ползуна

$$H = \frac{\sin \psi_3}{\sin \psi_{3\max}},$$

где угол поворота ψ_3 кулисы соответствует углу φ_3 кривошипа, а угол $\psi_{3\max}$ — крайнему положению кулисы.

Как видно из графиков, при увеличении отклонения скорости L возрастают отношения H и угол между осями карданного шарнира α. Если сравнить сочетание кулисного механизма с карданным шарниром и синусного механизма с карданным шарниром, то в первом

случае угол α между осями карданного шарнира оказывается гораздо меньшим, что улучшает динамические характеристики механизма. Из графиков также видно, что при увеличении отношения a/r при одном и том же угле α в несколько раз повышается точность приближенно-равномерного движения.

ЕрПИ им. К. Маркса Поступила 7 V 1975.

Լ. Բ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ

ՄՈՏԱՎՈՐ-ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ՇԱՐԺՄԱՆ ԿՈՒԼԻՍԱԿԱՐԴԱՆԱՅԻՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ՍԻՆԹԵԶԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում դիտվում է մոտավոր-հավասարաչափ շարժման ստացումը, որին կարելի է հասնել կարդանային և կուլիսային մեխանիզմները հաջորդարար իրար միացնելով։ Որոշված են նոր մեխանիզմի պարամետրները։ Բերված դրաֆիկները նպատակում են մեխանիզմի պարամետրները որոշելուն։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баранов Г. Г.* Курс теории механизмов и машин. Изд. «Машиностроение», 1967.
2. *Мкртчян Л. Б.* К синтезу механизмов приближенно-равномерного движения. «Известия ВУЗов. Машиностроение», № 1, 1971.