

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. Б. МКРТЧЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
 ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КОЛЕС МЕХАНИЗМОВ,
 ВОСПРОИЗВОДЯЩИХ ПРИБЛИЖЕННО-РАВНОМЕРНОЕ
 ДВИЖЕНИЕ*

Во многих текстильных машинах, например, в наматывающих каретках ленточных и роничных машин [1], приближенно-равномерное движение достигается с помощью эллиптических колес с присоединением к ним синусного механизма. Условие равномерного движения ведомого звена синусного механизма будет соблюдено при скорости кривошипа

$$v = \frac{C}{\sin \varphi} \quad (1)$$

где $C = V/R$; V — скорость ведомого звена; R — радиус кривошипа; φ — угол поворота кривошипа. На рис. 1, а приведен график зависимости $\omega(\varphi)$ при $V = 0,5$ м/сек и $R = 0,05$ м. При этом

$$\omega = \frac{10}{\sin \varphi} \quad (2)$$

Такой же закон движения можно получить при помощи некруглых колес. В практике часто применяется механизм, кинематическая схема которого изображена на рис. 2 [1, 2], где 1 и 2 — эллиптические колеса с передаточным отношением $i_{12} = 1$; 2' и 3 — цилиндрические зубчатые колеса с $i_{2'3} = 2$.

Целью настоящей работы является определение оптимальных параметров эллиптических колес — определение зависимости Δ (отклонение скорости от постоянного значения, в процентах) от эксцентриситета эллипса e . Для этого необходимо построить график зависимости угловой скорости колеса 3 ω_3 от угла поворота φ_1 и сопоставить его с зависимостью (2).

Поскольку

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1 - 2e \cos \varphi_1 - e^2}{1 - e^2}, \quad (3)$$

* Научный руководитель д. т. н., проф. Э. А. Горюв.

а $\omega_2/\omega_3=2$, то

$$\omega_3 = \frac{\omega_1(1-e^2)}{2(1-2e \cos \tau_1 + e^2)}$$

Известно [3], что

$$\tau_2 = 2 \arctg \left[\frac{1+e}{1-e} \operatorname{tg} \frac{\tau_1}{2} \right] \quad \text{и} \quad \tau_3 = 2\tau_2,$$

следовательно,

$$\omega_3 = \frac{0,5(1-e^2)\omega_1}{1-2e \cos \left[2 \arctg \left(\frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \tau_1 \right) \right] + e^2} \quad (4)$$

Построим семейство кривых $\omega_3(\tau_1)$ с таким расчетом, чтобы $\omega_{\max} = \omega_{\min} = \Delta_3$, так как только при таком расположении графиков получим

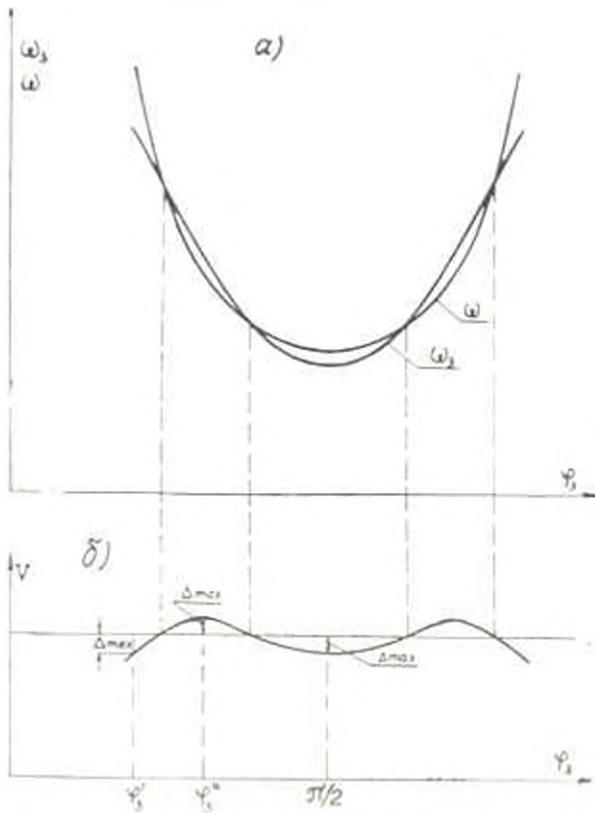


Рис. 1.

наибольшие ходы приближенно-равномерного движения при разных Δ . Поскольку кривошип синусного механизма устанавливаем на валу колеса 3 (см. рис. 2), то вместо φ и φ_3 можно принять одну обобщенную координату τ_2 . Исходя из графиков угловых скоростей кривошипа, можно построить графики скоростей ведомого звена и зависимости от

угла φ_3 (рис. 1, б). Отклонение $\delta(\varphi_3)$ от постоянной скорости можно определить по формуле:

$$\frac{0,5 R \sin \varphi_3 \cdot \omega_1 (1 - e^2)}{1 - 2e \cos \left| 2 \arg \operatorname{tg} \left(\frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) \right| - e^2} = V_n = \delta(\varphi_3). \quad (5)$$

Так как графики (рис. 1, а) симметричны относительно $\varphi_3 = \pi/2$, то достаточно рассмотреть только их половину. Из рис. 1, б видно, что

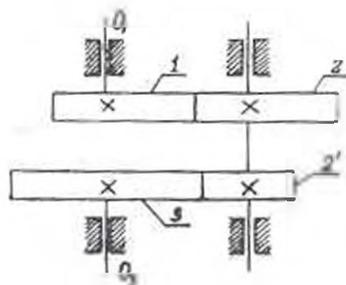


Рис. 2.

отклонение δ имеет максимумы при трех значениях φ_3 : $\varphi_3 = \varphi_3$, $\varphi_3 = \pi - \varphi_3$ и $\varphi_3 = \pi/2$. При этом неизвестными являются угловая скорость ведущего вала ω_1 , эксцентриситет эллипса e и углы φ_3 и φ_3' . Для нахождения этих четырех неизвестных составляем систему из четырех уравнений. Напишем три уравнения разности скоростей при углах φ_3 , φ_3' и $\pi/2$:

$$\frac{0,5 R \sin \varphi_3 (1 - e^2) \omega_1}{1 - 2e \cos \left| 2 \arg \operatorname{tg} \left(\frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) \right| - e^2} = V_n = -\delta_1 \quad (6a)$$

$$\frac{0,5 R \sin \varphi_3' (1 - e^2) \omega_1}{1 - 2e \cos \left| 2 \arg \operatorname{tg} \left(\frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg} \varphi_3' \right) \right| - e^2} = V_n = -\delta_2 \quad (6б)$$

$$\frac{0,5 R (1 - e) \omega_1}{1 + e} = V_n = -\delta_3 \quad (6в)$$

Четвертое уравнение системы получим, исходя из условия, что функция $\delta(\varphi_3)$ имеет максимум в точке $\varphi_3 = \varphi_3'$. Приравняв нулю производную выражения (5), будем иметь:

$$\frac{\cos \varphi_3' \left[1 - 2e \cos \left| 2 \arg \operatorname{tg} \left(\frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg} \varphi_3' \right) \right| - e^2 \right] - 4e \sin \varphi_3' \sin \left| 2 \arg \operatorname{tg} \left(\frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg} \varphi_3' \right) \right| (1 - e^2)}{1 + 2e (\cos^2 \varphi_3' - \sin^2 \varphi_3') + e^2} = 0. \quad (6г)$$

При численных значениях $V_0 = 0,5$ м/сек, $R = 0,05$ м и $\Delta = 0,1; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5\%$ на ЭВМ решены 7 вариантов системы уравнений (6).

По результатам машинных вычислений построен график зависимости $e(\Delta)$ (рис. 3). На участке $[\tau_1, (\tau = \tau_2)]$ осуществляется приближенно-равномерное движение. Обозначая отношение хода приближенно-равномерного движения к общему ходу через H , определяем зависимость $H(\Delta)$ (рис. 3). Из графиков $e(\Delta)$ и $H(\Delta)$ видно, что при увеличении отклонения Δ возрастают эксцентриситет эллипса e и область приближенно-равномерного хода. При заданной скорости V_0 , угловая скорость ведущего вала ω , определяется из уравнения (6в). Предлагаемая методика исследования применима и для других схем.

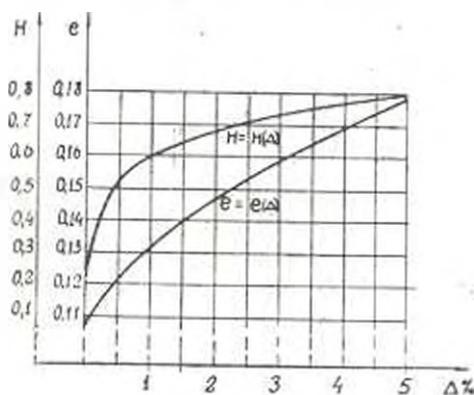


Рис. 1.

Выводы. Полученные графики могут быть использованы при проектировании наматывающих кареток ленточных и ровничных машин. Задаваясь отклонением Δ , можно определить эксцентриситет эллипса e и область приближенно-равномерного движения и наоборот, задаваясь областью приближенно-равномерного движения, определить e и Δ . Имея величину e , можно рассчитать все параметры эллиптических колес.

Московский текстильный
институт

Поступило 2.V.1971.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Африканов И. А. и др. Шерстопрядильное оборудование. Изд. „Легкая индустрия“, М., 1966.
2. Литвин Ф. А. Непругаме зубчатые колеса. Машгиз, А., 1966.
3. Артоболевский И. И. и др. Синтез плоских механизмов. Физматгиз, 1959.