

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Լ. Բ. ՄԿՐՏՉԻԱՆ

СОЧЕТАНИЕ СИНУСНОГО МЕХАНИЗМА С ПЛАНЕТАРНЫМ  
 МЕХАНИЗМОМ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ  
 ПРИБЛИЖЕННО-РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

В практике приборостроения и машиностроения часто возникает задача проектирования механизмов, воспроизводящих приближенно-равномерное движение. Такая задача стоит при проектировании намотывающих кареток ленточных и ровничных машин, занимающих большой удельный вес в технологической цепочке шерстопрядильного производства, привода нитеводителей мотальных машин и т. д. [1].

Приближенно-равномерное движение ведомого звена различных рычажных механизмов можно получить.

1. Задавая определенный закон движения ведущему звену, при его постоянной длине [2—3];
2. Задавая определенный закон изменения длины ведущего звена при его постоянной угловой скорости [4];
3. Изменяя определенным образом и длину звена и его угловую скорость.

При синтезе механизмов приближенно-равномерного движения по последнему способу можно последовательно присоединить шарнирные четырехзвенники к планетарным механизмам.

В данной работе рассматривается механизм, образованный присоединением синусного механизма к планетарному (рис. 1), который представляет интерес для текстильной промышленности. Палец шарнира В устанавливается на расстоянии  $h$  от центра сателлита  $O_2$ .

Перед тем как начать кинематическое исследование полученного механизма, примем следующие обозначения:

- $r_1$  — радиус начальной окружности солнечного колеса;
- $r_2$  — радиус начальной окружности сателлита;
- $R$  — длина воображаемого кривошипа (в дальнейшем будем называть кривошипом);
- $\varphi$  — угол поворота водила;
- $\alpha$  — угол поворота сателлита;
- $\beta$  — угол поворота кривошипа.

Используя рис. 1, можно написать очевидное равенство

$$R^2 - h^2 = (r_1 + r_2)^2 - 2h(r_1 + r_2) \cos(\pi - \alpha). \quad (1)$$

Для получения симметричного закона движения кривошипа примем

$$r_2 = \frac{r_1}{2}, \quad (2)$$

тогда

$$R = \sqrt{h^2 + 2,25r_1^2 + 3hr_1 \cos \alpha}. \quad (3)$$

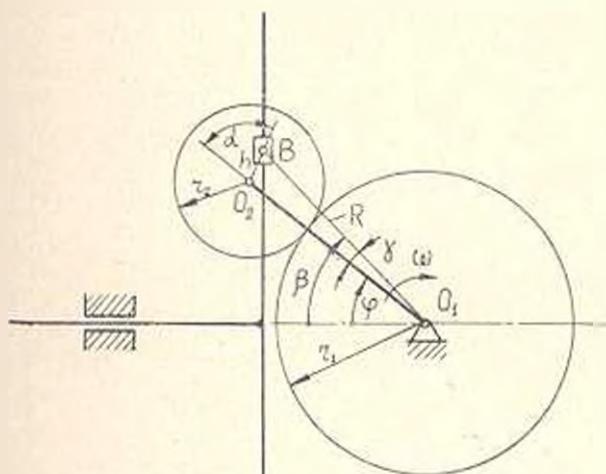


Рис. 1.

Для дальнейшего исследования удобно длину кривошипа  $R$  выразить через обобщенную координату  $\varphi$ , для чего определим зависимость между углом поворота сателлита  $d$  и углом поворота водила  $\varphi$ . Так как сателлит обкатывается вокруг солнечного колеса, то

$$r_1 \varphi = r_2 d \quad (4)$$

или, имея в виду (2),

$$\varphi = \frac{r_1}{r_2} d = 2\varphi. \quad (5)$$

Подставляя значение  $\varphi$  из (5) в формулу (3), получим:

$$R = \sqrt{h^2 + 2,25r_1^2 + 3hr_1 \cos 2\varphi}. \quad (6)$$

Определим зависимость между углом поворота кривошипа  $\beta$  и углом поворота водила  $\varphi$ .

Из рис. 1 видно, что

$$\beta = \varphi + \gamma, \quad (7)$$

где  $\gamma$  — угол между кривошипом и водилом. Угол  $\gamma$  определяется из треугольника  $O_1O_2B$ .

$$\gamma = \arcsin \left( \frac{h}{R} \sin 2\varphi \right) \quad (8)$$

и, следовательно,

$$\beta = \varphi + \arcsin \left( \frac{h}{R} \sin 2\varphi \right). \quad (9)$$

Чтобы определить скорость ползуна синусного механизма необходимо найти скорость точки  $B$  (рис. 2).

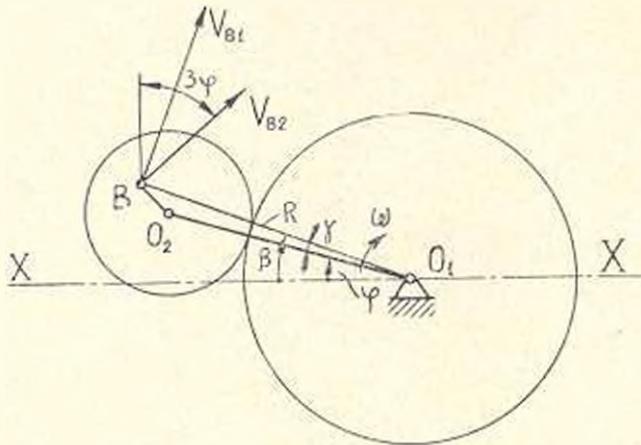


Рис. 2.

Переносная скорость точки  $B$  равна

$$V_{\text{шт}} = R\omega - \omega h^2 \cdot 2,25r_1^2 + 3hr_1 \cos 2\varphi. \quad (10)$$

а относительная скорость:

$$V_{\text{отн}} = \omega h - 2\omega h. \quad (11)$$

Сумма проекций этих скоростей на ось  $XX$  дает скорость ползуна синусного механизма

$$V = R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi. \quad (12)$$

График полученной зависимости сопоставлен на рис. 3 с прямой

$$V = \text{const.}$$

Для приближения скорости  $V$  к постоянной величине по Чебышеву составим выражение их разности [5]:

$$R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi - V_n = \delta(\varphi). \quad (13)$$

Отклонение  $\delta(\varphi)$  при значениях  $\varphi = \varphi_1$ ,  $\varphi = \frac{\pi}{2}$  и  $\varphi = \varphi_2$  достигает экстремальных значений

$$(R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi)_{\varphi = \varphi_1} - V_n = +\delta; \quad (14)$$

$$(R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi)_{\varphi_2} - V_n = -\delta; \quad (15)$$

$$(R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi)_{\varphi_1} - V_n = -\delta; \quad (16)$$

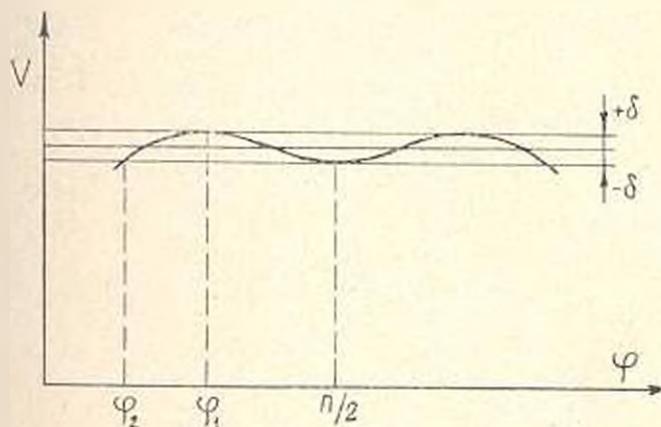


Рис. 3.

В точке  $\varphi = \varphi_1$  функция  $v(\varphi)$  имеет экстремум (максимум), и, следовательно, в этой точке производная выражения (13) равна нулю, т. е.

$$\frac{d}{d\varphi} (R\omega \sin \beta + 2\omega h \sin 3\varphi)_{\varphi_1} = 0. \quad (17)$$

Подставляя в (14), (15), (16) и (17) значения  $R$  из формулы (6),  $\beta$  из формулы (9) и учитывая, что при  $\varphi = \pi/2$   $\beta = \pi/2$  и радиус кривошипа  $R = 1,5r_1 - h$ , получим:

$$R_1\omega \sin \beta_1 + 2\omega h \sin 3\varphi_1 - V_n = +\delta; \quad (18)$$

$$\omega(1,5r_1 - h) - 2\omega h = -\delta; \quad (19)$$

$$R_2\omega \sin \beta_2 + 2\omega h \sin 3\varphi_2 - V_n = -\delta; \quad (20)$$

$$6h \cos 3\varphi_1 - \frac{K_1}{R_1} \sin \beta_1 + \cos \beta_1 \left( 1 + \frac{N_1}{R_1^2 M_1} \right) R_1 = 0, \quad (21)$$

где

$$R = \sqrt{h^2 + 2,25r_1^2 + 3hr_1 \cos 2\varphi};$$

$$K = 3hr_1 \sin 2\varphi;$$

$$N = h(2R^2 \cos 2\varphi + K \sin 2\varphi);$$

$$M = \sqrt{R^2 - h^2 \sin^2 2\varphi};$$

$$\beta = \varphi + \arcsin\left(\frac{h}{R} \sin 2\varphi\right).$$

Уравнения (18), (19), (20) и (21) были решены на ЭЦВМ, при  $V_n = 0,5$  м/сек,  $r_1 = 0,1$  м и  $r_2 = 0,05$  м, варьируя значениями свободной переменной  $\varphi_2$  ( $\varphi_2$  определяет область приближенно-равномерного хода). В результате были найдены искомые параметры  $\omega$ ,  $\delta$ ,  $h$  и угол  $\varphi_1$ , при котором отклонение скорости достигает максимального значения.

При этом по самому смыслу Чебышевского приближения обеспечивается минимально возможная величина максимального отклонения скорости на заданном интервале хода ползуна.

Отношение длины участка приближенно-равномерного хода к общему ходу ползуна

$$H = \frac{R_2 \cos \varphi_2}{1,5r_1 \cdot h}$$

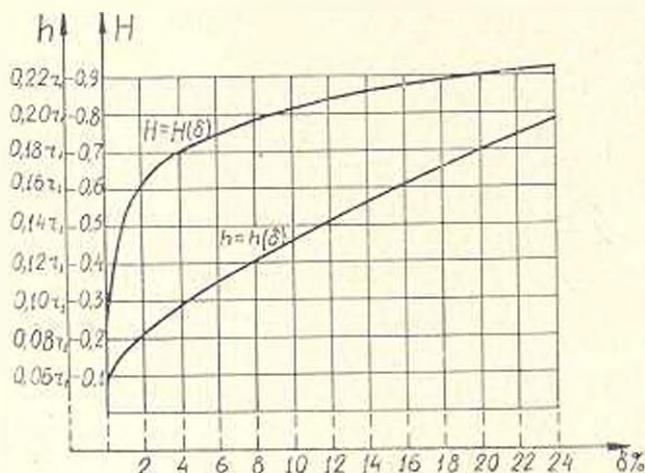


Рис. 4.

На основании расчетов построены графики  $h = h(\delta)$  и  $H = H(\delta)$  (рис. 4). Как видно из графиков, при увеличении отклонения  $\delta$  возрастают отношение  $H$  и расстояние  $h$  между центрами сателлита и пальца кривошипа.

Լ. Բ. ՄԳՅՁՅԱՆ

ՄԻՆԻՍՏՆԻՆ ԵՎ ՊԼԱՆԵՏԱՐ ՄԵԿԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ԶՈՒԿԱԿՑՈՒՄԸ ՄՈՏՄԱՎՈՐ-  
ՀԱՎԱՍԹԱԶՈՓ ՇԱՐԿՈՒՄ ՎԵՐՈՒՏԱԿՐԵՎՈՒ ՀԱՄԱՐ

## Ս Վ Փ Ո Փ Ո Ն Մ

Հորջաժում նախազգծված է ստտափոր-նախասարաչափ շարժում ապահովող մեխանիզմ, որն իր մեջ պարունակում է սինտոսային և պլանետար մեխանիզմներ:

Որոշված են նախազգծվող մեխանիզմի պարամետրները ըստ տարվող օղակի մաստափոր-նախասարաչափ շարժման պայմանի, որոնք ապահովում են տարվող օղակի արագության նաստատունությունը արված նշտության սահմաններում:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Африканов Н. А. и др. Шерстопрядильное оборудование. Изд. «Легкая индустрия», М., 1966.
2. В. Медер цур Капеллен. Механизмы с постоянной скоростью ведомого звена. Анализ и синтез механизмов. Изд. «Машиностроение», 1969.
3. Мкртчян Л. Б. К синтезу механизмов приближенно-равномерного движения. «Известия ВУЗ. Машиностроение», № 1, 1971.
4. Шац Я. Ю. Основы оптимизации и автоматизации проектно-конструкторских работ с помощью ЭВМ. Изд. «Машиностроение», 1969.
5. Чарудинин С. А. Синтез плоских механизмов. Изд. АН СССР, 1959.