

SUMMARY

Analysis of the modern methods of the production grouping used in a machine building for a manufacturing efficiency improving owing to its rhythm maintenance is made. The opportunity of the typification of the object, technology and equipment methodology using for compact production invariants localization is shown. The semantic connection between the terms of commodity constructive invariant and the «working module» of article (part) based on an identical function realization is revealed.

УДК 621.837.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА С ОСТАНОВКАМИ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, Е.Н. Гамзюк

В некоторых машинах исполнительный орган совершает поступательное или вращательное движение с остановками, длительность которых зависит от требований технологического процесса и может колебаться в широких пределах. Подача ткани на швейной машине, например, осуществляется при помощи кулачкового-рычажного механизма. Другим примером является подача холстиков в механизме тисков и прочеса в отделительном приборе гребнечесальных машин, которая производится при помощи мальтийского механизма. Наличие высших кинематических пар, появление жестких и мягких ударов не позволяет использовать указанные механизмы на высоких скоростях.

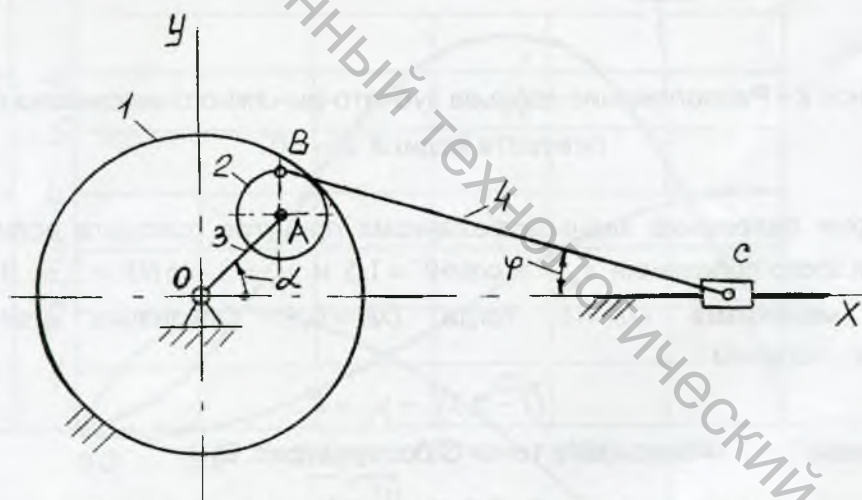


Рисунок 1 - Схема зубчато-рычажного механизма

С целью ликвидации отмеченных недостатков к применению в указанных условиях предлагаются зубчато-рычажные механизмы, которые передают значительные нагрузки с высокой надежностью и плавным законом изменения ускорения выходного звена [1]. Одним из таких механизмов является планетарный механизм (рис. 1), состоящий из неподвижного центрального колеса 1, сателлита 2, водила 3 и соединенной с сателлитом при помощи пальца В структурной группы, в которую входят шатун 4 и ползун 5. Палец В находится на делительной окружности сателлита [2], а число зубьев центрального колеса в три раза больше числа зубьев сателлита. При таких условиях точка В во время вращения водила описывает гипоциклоиду, которая на некотором участке очень близка к окружности. Если длину шатуна выбрать равной величине радиуса этой окружности, то ползун в крайнем правом положении будет иметь длительную остановку, соответствующую 120° угла поворота водила [2].

Определим кинематические характеристики водила и оценим качество остановки ползуна. Координаты точки В сателлита определяются из выражений

$$\begin{aligned} x_B &= (R - r) \cos \alpha - r \cdot \cos 2\alpha; \\ y_B &= (R - r) \sin \alpha + r \cdot \sin 2\alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

где R и r – радиусы делительных окружностей центрального колеса и сателлита; α – угол поворота водила.

Так как кинематические характеристики механизма зависят только от относительных размеров звеньев, то принимая $r = 1$ и $R = 3r$ получим

$$\begin{aligned} x_B &= 2 \cos \alpha - \cos 2\alpha; \\ y_B &= 2 \sin \alpha + \sin 2\alpha. \end{aligned} \quad (2)$$

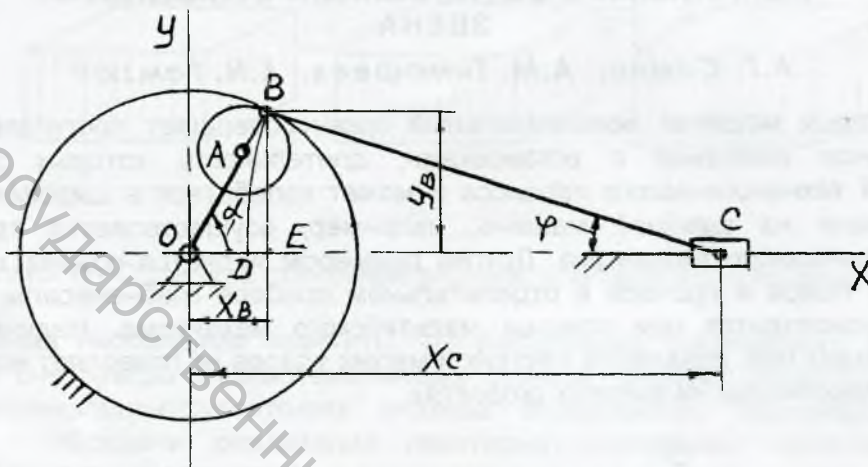


Рисунок 2 - Расположение звеньев зубчато-рычажного механизма при угле поворота водила $\alpha = 60^\circ$

Рассмотрим положение звеньев механизма при угле поворота водила $\alpha = 60^\circ$ (рис. 2). Для этого положения $x_B = 3 \cdot \cos 60^\circ = 1,5$ и $y_B = 3 \cdot \sin 60^\circ = 2,6$. В начальном положении механизма $OD = 1$, тогда $DE = 0,5$. Обозначив длину шатуна $BC = DC = l$, получим

$$(l - 0,5)^2 + y_B^2 = l^2. \quad (3)$$

Из (3) имеем $l = 7$. Координата точки С ползуна (рис. 2)

$$x_C = x_B + \sqrt{l^2 - y_B^2}. \quad (4)$$

В начальном положении механизма $x_C = 8$, тогда величина перемещения ползуна S_C от крайнего правого положения определяется из выражения

$$S_C = 8 - (x_B + \sqrt{49 - y_B^2}). \quad (5)$$

Скорость точки С ползуна

$$\vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} = \vec{V}_{Bx} + \vec{V}_{By} + \vec{V}_{CB}.$$

Проецируя последнее уравнение на ось X, получим

$$V_C = V_{Bx} - V_{By} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (6)$$

где $\varphi = \arcsin \frac{y_B}{l}$ – угол наклона шатуна (рис. 2). Учитывая, что $\alpha = \omega \cdot t$ и

дифференцируя уравнение (1) при $\omega = 1$, получим

$$\begin{aligned} \dot{x}_B &= -2 \sin \alpha + 2 \sin 2\alpha; \\ \dot{y}_B &= 2 \cos \alpha + 2 \cos 2\alpha. \end{aligned} \quad (7)$$

Из (6) с учетом (7) имеем

$$V_C = \dot{x}_B - \dot{y}_B \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (8)$$

Ускорение точки С ползуна

$$\bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}'' + \bar{a}_{CB}' = \bar{a}_{Bx} + \bar{a}_{By} + \bar{a}_{CB}'' + \bar{a}_{CB}'.$$

Проецируем это выражение на линию шатуна, получим

$$a_C \cdot \cos \varphi = a_{Bx} \cos \varphi - a_{By} \sin \varphi - a_{CB}'', \quad (9)$$

где $a_{CB}'' = \frac{V_{CB}^2}{l}$; $V_{CB} = \frac{\dot{y}_B}{\cos \varphi}$. Дифференцируя уравнения (7) при $\omega = 1$, получим

$$\begin{aligned} \ddot{x}_B &= -2 \cos \alpha + 4 \cos 2\alpha; \\ \ddot{y}_B &= -2 \sin \alpha - 4 \sin 2\alpha. \end{aligned} \quad (10)$$

Из (9) с учетом (10) имеем

$$a_C \cdot \cos \varphi = \ddot{x}_B \cos \varphi - \ddot{y}_B \sin \varphi - \frac{\dot{y}_B^2}{l \cos^2 \varphi}, \text{ или}$$

$$a_C = \ddot{x}_B - \ddot{y}_B \cdot \operatorname{tg} \varphi - \frac{\dot{y}_B^2}{l \cos^3 \varphi}. \quad (11)$$

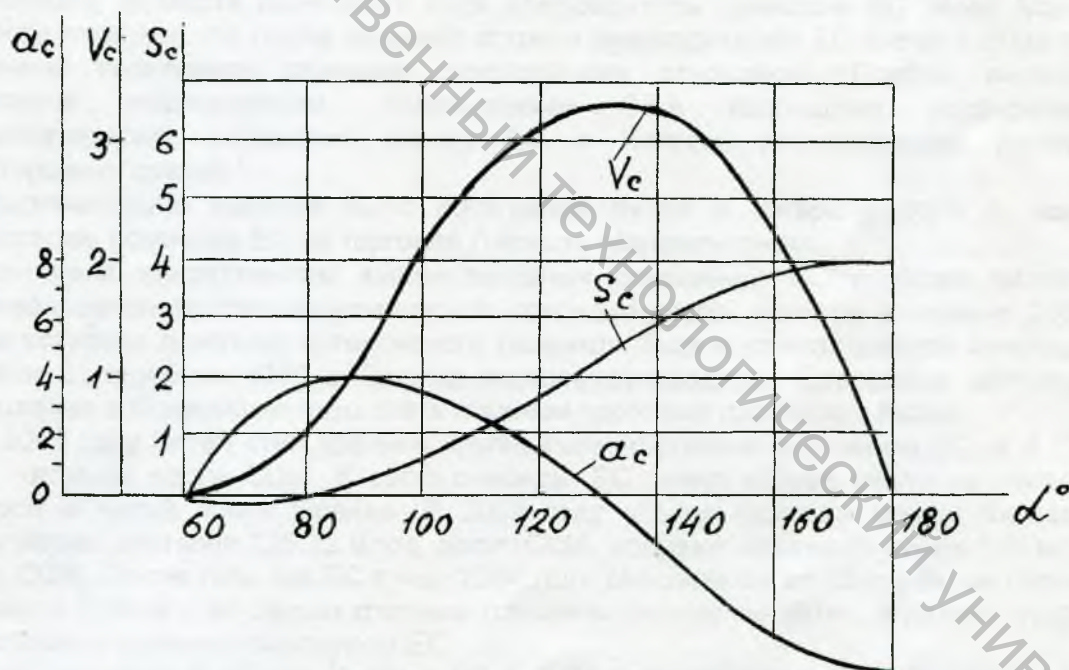


Рисунок 3 - Графики перемещения, скорости и ускорения ползуна в зависимости от угла поворота водила

На рис. 3 представлены графики перемещения S_C , скорости V_C и ускорения a_C ползуна в зависимости от угла поворота α . Ползун во время остановки практически неподвижен, его перемещение составляет 0,023 (в относительных размерах), что не превышает 0,6% от хода ползуна.

Абсолютное значение перемещений, скоростей и ускорений ползуна можно найти по формулам

$$S'_C = S_C \cdot r; \quad V'_C = V_C \cdot r \cdot \omega; \quad a'_C = a_C \cdot r \cdot \omega^2.$$

Максимальное значение скорости ползуна имеет место при $\alpha = 135^\circ$ и составляет $3,5\omega \cdot r$, а максимальное значение ускорения – при $\alpha = 180^\circ$ и составляет $6r \cdot \omega^2$.

Список использованных источников

1. А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, А.В. Локтионов. Исследование механизма с прерывистым движением выходного звена. – Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого, 2002, №3-4, с. 12-16.
2. Теория механизмов и машин: Учеб. для студ. вузов/ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.

SUMMARY

In clause the results of cinematic research of the tooth-lever mechanism with faltering movement of a target link are displayed. Is established, that crawler during a stop practically is motionless, its moving makes 0,023 (in the relative sizes), that does not exceed 0,5 % from a course of crawler.