



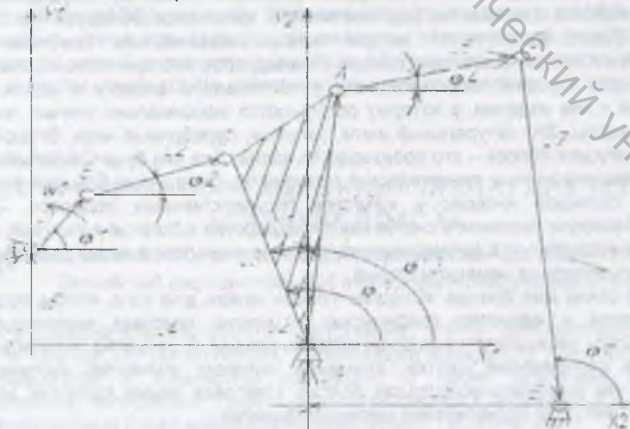
Рисунок – Логотип бренда «Слутские пояса»

УДК 677.054.845

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАТАННЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Студ. Калач В.В., доц. Буткевич В.Г., доц. Мачихо Т.А.
Витебский государственный технологический университет*

Одной из основных технологических операций ткачества является процесс прибора уточных нитей к опушке ткани. Прибором утка осуществляется батанным механизмом. Наиболее распространенной схемой батанного механизма является кривошипно-шатунный механизм или шарнирный четырехзвенник. На рисунке представлена кинематическая схема четырехзвенного батанного механизма.



Рисунок

Кривошип O_1B вращается с постоянной угловой скоростью ω_1 . Положение кривошипа определяется углом φ_1 , а положение шатуна BC и коромысла CO_2 – соответственно углами φ_2 и φ_3 по отношению к оси X . Обозначим длину звеньев $O_1B = l_1$; $BC = l_2$; $CO_2 = l_3$; $OO_2 = l_4$; $OO_1 = l_5$. Рассмотрим контур O_1BCO_2O , образованный звеньями механизма, как замкнутую ломаную линию, представляющую собой сумму векторов. можно составить следующее уравнение: $\vec{l}_1 + \vec{l}_2 + \vec{l}_3 + \vec{l}_4 + \vec{l}_5 = 0$. Проектируя это равенство на оси X и Y , получаем:

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 - l_4 = 0 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 - l_3 \sin \varphi_3 + l_5 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{или} \begin{cases} l_2 \cos \varphi_2 = -l_3 \cos \varphi_3 + l_4 - l_1 \cos \varphi_1 \\ l_2 \sin \varphi_2 = l_3 \sin \varphi_3 - l_5 - l_1 \sin \varphi_1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Обозначим известные величины } l_4 - l_1 \cos \varphi_1 = q, \quad (3)$$

$$l_5 + l_1 \sin \varphi_1 = u, \quad (4)$$

$$\text{Тогда уравнения (2) получают вид} \begin{cases} l_2 \cos \varphi_2 = q - l_3 \cos \varphi_3 \\ l_2 \sin \varphi_2 = -u + l_3 \sin \varphi_3 \end{cases} \quad (5)$$

Возведем обе части уравнения (1.5) в квадрат и сложим их почленно. Тогда получим: $l_2^2 = q^2 - 2ql_3 \cos \varphi_3 + l_3^2 + u^2 - 2ul_3 \sin \varphi_3$, (6)

Разделив обе части уравнения на $2ql_3$, получим: $\frac{q^2 + l_3^2 + u^2 - l_2^2}{2ql_3} = \cos \varphi_3 + \frac{u}{q} \sin \varphi_3$. Введем

обозначения $\frac{q^2 + l_3^2 + u^2 - l_2^2}{2ql_3} = a$, $\frac{u}{q} = tg v$. После соответствующей замены получим $\cos \varphi_3 + tg v \sin \varphi_3 = a$ или $\cos \varphi_3 \cos v + \sin \varphi_3 \sin v = a \cos v$, $\cos(\varphi_3 - v) = a \cos v$, или $\varphi_3 = \arccos(a \cos v) + v$, (7).

Из уравнения (7) можно определить угол φ_3 поворота коромысла CO_2 в функции заданного угла поворота φ_1 ведущего звена – кривошипа O_1B . Аналогично, исключая из уравнений (5) угол φ_3 , найдем угол φ_2 . Действительно, $l_3^2 = (q - l_2 \cos \varphi_2)^2 + (u - l_2 \sin \varphi_2)^2 = q^2 - 2l_2 q \cos \varphi_2 + l_2^2 + u^2 + 2l_2 u \sin \varphi_2$. Откуда $\cos \varphi_2 - \frac{u}{q} \sin \varphi_2 = \frac{q^2 + l_2^2 + u^2 - l_3^2}{2ql_2}$. Обозначим $\frac{q^2 + l_2^2 + u^2 - l_3^2}{2ql_2} = c$ и $\frac{u}{q} = tg v$. Тогда получим

$$\cos \varphi_2 - tg v \sin \varphi_2 = c \text{ или } \cos(\varphi_2 + v) = c \cos v \text{ или } \varphi_2 = \arccos(c \cos v) - v. \quad (8)$$

Из этого уравнения определим угол φ_2 . Для определения угловых скоростей ω_2 и ω_3 продифференцируем по времени t уравнение (2):

$$\begin{cases} -l_2 \sin \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{dt} = l_1 \sin \varphi_1 \frac{d\varphi_1}{dt} + l_3 \sin \varphi_3 \frac{d\varphi_3}{dt} \\ l_2 \cos \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{dt} = -l_1 \cos \varphi_1 \frac{d\varphi_1}{dt} - l_3 \cos \varphi_3 \frac{d\varphi_3}{dt} \end{cases} \quad (9)$$

Так как $\frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_1$; $\frac{d\varphi_2}{dt} = \omega_2$; $\frac{d\varphi_3}{dt} = \omega_3$, то последнее уравнения переписутся так:

$$\begin{cases} -l_2 \omega_2 \sin \varphi_2 = l_1 \omega_1 \sin \varphi_1 + l_3 \omega_3 \sin \varphi_3 \\ l_2 \cos \varphi_2 \omega_2 = -l_1 \omega_1 \cos \varphi_1 - l_3 \omega_3 \cos \varphi_3 \end{cases} \quad (10)$$

Разделим первое уравнение на второе. После упрощений получим:

$$l_3 \omega_3 (\sin \varphi_3 \cos \varphi_2 - \cos \varphi_3 \sin \varphi_2) = l_1 \omega_1 (\sin \varphi_2 \cos \varphi_1 - \cos \varphi_2 \sin \varphi_1), \text{ или}$$

$$l_3 \omega_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) = l_1 \omega_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1), \text{ откуда } \omega_3 = \omega_1 \frac{l_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}, \quad (11)$$

Аналогично из этой же системы уравнений можно исключить ω_3 .

Тогда найдем
$$w_2 = w_1 \frac{l_1 \sin(\varphi_3 - \varphi_1)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)} \quad (12)$$

Для определения угловых ускорений продифференцируем по времени оба уравнения (10).

$$\begin{cases} -l_2 w_2^2 \cos \varphi_2 - l_2 \varepsilon_2 \sin \varphi_2 = l_1 w_1^2 \cos \varphi_1 + l_1 \varepsilon_1 \sin \varphi_1 + l_3 w_3^2 \cos \varphi_3 + l_3 \varepsilon_3 \sin \varphi_3 \\ -l_2 w_2^2 \sin \varphi_2 + l_2 \varepsilon_2 \cos \varphi_2 = l_1 w_1^2 \sin \varphi_1 - l_1 \varepsilon_1 \cos \varphi_1 + l_3 w_3^2 \sin \varphi_3 - l_3 \varepsilon_3 \cos \varphi_3 \end{cases}$$

где $\varepsilon_1 = \frac{dw_1}{dt}$, $\varepsilon_2 = \frac{dw_2}{dt}$, $\varepsilon_3 = \frac{dw_3}{dt}$.

Умножив первое из этих уравнений на $\cos \varphi_2$, а второе на $\sin \varphi_2$, и, сложив почленно обе части обоих уравнений, после преобразования получим

$$-l_3 \varepsilon_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) = l_2 w_2^2 + l_1 w_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + l_1 \varepsilon_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + l_3 w_3^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2). \quad (13)$$

Из уравнения (13) найдем угловое ускорение ε_3 третьего звена:

$$\varepsilon_3 = \frac{l_2 w_2^2 + l_1 w_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + l_1 \varepsilon_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + l_3 w_3^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)} \quad (14)$$

Аналогично из тех же уравнений можно исключить ε_3 и после упрощений найти угловое ускорение ε_2 второго звена:

$$\varepsilon_2 = \frac{l_2 w_2^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2) + l_1 w_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + l_1 \varepsilon_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_3) + l_3 w_3^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)} \quad (15)$$

Если главный вал станка вращается равномерно, то угловая скорость $w_1 = \text{const}$ и $\varepsilon_1 = 0$. Тогда уравнения (14) и (15) преобразуются следующим образом

$$\varepsilon_3 = \frac{l_2 w_2^2 + l_1 w_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + l_3 w_3^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{l_2 w_2^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2) + l_1 w_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + l_3 w_3^2 \cos(\varphi_3 - \varphi_2)}{l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}$$

Полученные зависимости позволяют определить скорости и ускорения звеньев бантаного механизма ткацкого станка.

УДК 687.053.17

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ШВЕЙНОЙ НИТКИ

Асс. Краснер С.Ю.

Витебский государственный технологический университет

Для проверки адекватности теоретической модели [1] процесса резания швейной нитки проведен эксперимент на описанной установке [2]. Условия эксперимента согласованы с реальными условиями натяжения швейной нитки при работе вышивального полуавтомата (0,2 Н). Смыкание ножей производилось (вручную) с пониженной скоростью, $v = 0,01$ м/с.

Эксперимент производился для вышивальной нитки Sulky 40. Исходные данные.

Константы:

$r = 0,01$ мм; $d = 0,46$ мм; $b = 0,03$ мм; $\Delta\psi = 1^\circ = 0,017452$ рад; $\Delta a = 0,01$ мм.

Параметры зависимости деформации нитки от усилия воздействия взяты из таблицы.

В соответствии с алгоритмом, описанном в [1], получены значения усилия прижатия ножей $N_x = 0,95$ Н