

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:

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

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

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

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

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

Изменяемым параметром эксперимента принято усилие прижатия ножей N_x . Воспользуемся интервалом (0,93 ... 0,97 Н) с шагом 0,02 Н.

Исследуемая величина – вероятность обрезки P :

$$P = m / N,$$

где N – общее число опытов, m – число опытов, в которых происходит полная обрезка нитки.

Для получения достоверности эксперимента, равной 97 %, было проведено 100 повторений каждого эксперимента [3].

Таблица – Результаты эксперимента по проверке адекватности теоретической модели

N_x, H	P
0,93	0,96
0,95	0,99
0,97	1

Как видим гарантированная обрезка обеспечивается при усилии прижатия ножей $N_x = 0,97 \text{ Н}$, в то время как в согласии с теоретической моделью было получено значение усилия прижатия ножей $N_x = 0,95 \text{ Н}$. Отклонение теоретической модели от эксперимента составило :

$$\Delta = \left| \frac{N_{x \text{ теор.}} - N_{x \text{ экс.}}}{N_{x \text{ теор.}}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{0,95 - 0,97}{0,95} \right| \cdot 100\% = 2,1\%$$

что менее допустимого значения в 5 %. Это подтверждает адекватность теоретической модели.

Список использованных источников

1. Краснер, С. Ю. Исследование процесса резания швейных ниток / С. Ю. Краснер, Б. С. Сункуев, А. В. Радкевич // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – № 17. – С. 39-45.
2. Краснер, С. Ю. Установка и методика для исследования механических свойств швейных ниток при деформации сжатия / С. Ю. Краснер, А. В. Радкевич // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : сборник статей международной научной конференции / УО «ВГТУ», гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2009. – С. 123-125.
3. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва: Легкая индустрия, 1974. – 262 с.