

УДК 677.052.71

**ВЛИЯНИЕ СИНХРОНИЗАЦИИ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ
ЦИЛИНДРОВ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА
НА НЕРОВНОТУ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ**

О.С. БАРХОТКИНА, Ю.В. ПАВЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Крутильные колебания, которые совершают цилиндры вытяжных приборов прядильных и ровничных машин [1, 2], особенно проявляются при эксплуатации длинных машин, так как жесткость цилиндров на скручивание (ограниченная их диаметром) снижается при возрастании их длин.

В [2] исследованы вопросы влияния крутильных колебаний цилиндров на неровноту пряжи и ровницы, а также способы снижения таких колебаний путем установки различных демпфирующих устройств, уменьшающих амплитуду этих колебаний. В [3] показано, что несколько искусственно созданных объектов, совершающих при отсутствии взаимодействия колебательные движения с различными, но близкими частотами, при наложении подчас весьма слабых связей начинают двигаться с одинаковыми частотами, причем в одинаковой фазе.

Нами предложено устройство [4], позволяющее принудительно синхронизировать крутильные колебания цилиндров вытяжных приборов. Оценим влияние синхронных и синфазных крутильных колебаний цилиндров на неровноту продуктов прядения, для чего рассмотрим независимое движение пары цилиндров однозонного вытяжного прибора. Исследование проведем по первой предельной схеме движения волокон в процессе вытягивания (переход всех волокон со скорости питающей пары на скорость выпускной в зажиме вы-

пускной пары) и равномерном по толщине и структуре входящем продукте [5].

Рассмотрим случай, когда все волокна имеют постоянную длину, а крутильные колебания двух независимых цилиндров совершаются по гармоническому закону. Таким образом, угловые скорости питающего и выпускного цилиндров описываются формулами

$$\left. \begin{aligned} \omega_1(t) &= \omega_1 + a_1 \cos(p_1 t + \xi_1), \\ \omega_2(t) &= \omega_2 + a_2 \cos(p_2 t + \xi_2), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где ω_1 и ω_2 – средние (переносные) скорости питающего и выпускного цилиндров; a_1 и a_2 – амплитуды (угловые) колебания относительной скорости цилиндров; p_1 и p_2 – круговые частоты колебаний цилиндров; ξ_1 и ξ_2 – начальные фазы колебаний цилиндров.

$$\left. \begin{aligned} v_1(t) &= v_1 [1 + A_1 \cos(p_1 t + \xi_1)], \\ v_2(t) &= v_2 [1 + A_2 \cos(p_2 t + \xi_2)], \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $A_1 = \frac{a_1 r_1}{v_1} = \frac{a_1}{\omega_1}$ – относительная амплитуда колебаний скорости питающего цилиндра; $A_2 = \frac{a_2 r_2}{v_2} = \frac{a_2}{\omega_2}$ – относительная амплитуда колебаний скорости выпускно-

го цилиндра; r_1 и r_2 - радиусы питающего и выпускного цилиндров.

Используя пространственно-временную схему процесса вытягивания [5] и метод [6], определим число волокон в сечении выходящего продукта. Оно равно числу передних кончиков волокон, поданных питающей парой за время, в течение которого выпускная пара сместит поток волокон на величину L :

$$N_L(R, t) = n \int_{t_1}^{t_2} v_1(t) dt, \quad (3)$$

где n - число передних кончиков волокон на единицу длины входящего продукта ($n = \text{const}$ при равномерном по толщине и структуре продукте); t_1 - время перемещения потока волокон питающей парой на величину $(x_1 + R)$ от начала пуска машины

(R - разводка); t_2 - время перемещения потока волокон выпускной парой на величину $(x_2 + L)$ от начала пуска машины.

Для нахождения t_1 и t_2 воспользуемся уравнениями перемещения потока волокон питающей и выпускной парами, которые определяются интегрированием выражений (2):

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= v_1 t + \frac{v_1 A_1}{p_1} \sin(p_1 t + \xi_1), \\ x_2 &= v_2 t + \frac{v_2 A_2}{p_2} \sin(p_2 t + \xi_2). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Решая приближенно трансцендентные уравнения (4) относительно t и допуская небольшую погрешность $A \sin(pt + \xi) = 0$, после преобразований записываем

$$\left. \begin{aligned} t_1 &= t + \frac{R}{v_1} - \frac{2A_1}{p_1} \sin \frac{p_1 R}{2v_1} \cos(p_1 t + \frac{p_1 R}{2v_1} + \xi_1), \\ t_2 &= t_1 + \frac{L}{v_2} - \frac{A_2}{p_2} \sin \frac{p_2 L}{2v_2} \cos(p_2 t_1 + \frac{p_2 L}{2v_2} + \xi_2). \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Подставляя в (3) значение $v_1(t)$ и интегрируя его по найденным пределам, допустив упрощения, подобные предыдущим, окончательно получим число воло-

кон в сечении выходящего продукта при крутильных колебаниях цилиндров:

$$\begin{aligned} N_L(R, t) &= \frac{nL}{E} + \frac{2nv_1 A_1}{p_1} \sin \frac{p_1 L}{2v_2} \cos(p_1 t + \frac{p_1 L}{2v_2} + \frac{p_1 R}{v_1} + \xi_1) - \\ &- \frac{2nv_1 A_2}{p_2} \sin \frac{p_2 L}{2v_2} \cos(p_2 t + \frac{p_2 L}{2v_2} + \frac{p_2 R}{v_1} + \xi_2), \end{aligned} \quad (6)$$

где $E = \frac{v_2}{v_1}$ - среднее значение вытяжки.

Проанализируем (6). При принудительной синхронизации цилиндры будут совершать синхронные и синфазные колебания.

Тогда $p_1 = p_2 = p$; $\xi_1 = \xi_2 = 0$, однако при $E \neq 1$, $A_1 \neq A_2$, так как $\omega_1 \neq \omega_2$.

Примем

$$\sin \frac{pL}{2v_2} = \theta; \quad \frac{pL}{2v_2} + \frac{pR}{v_1} = Q. \quad (7)$$

Тогда

$$\begin{aligned} N_L(R, t) &= \frac{nL}{E} + \frac{2\nu_1 A_1}{p} \theta \cos(pt + Q) - \frac{2\nu_1 A_2}{p} \theta \cos(pt + Q) = \\ &= \frac{nL}{E} + A_1 \left[\frac{2\nu_1 \theta}{p} \cos(pt + Q) \right] - A_2 \left[\frac{2\nu_1 \theta}{p} \cos(pt + Q) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Окончательно имеем выражение

$$N_L(R, t) = \frac{nL}{E} + \left[\frac{2\nu_1 \theta}{p} \cos(pt + Q) \right] (A_1 - A_2). \quad (9)$$

Анализируя (9), заключаем, что при синхронном и синфазном колебании цилиндров вытяжного прибора неровнота выходящего продукта определяется гармоническим законом, причем периодическая неровнота прямо пропорциональна скорости питающего цилиндра и разности относительных амплитуд колебаний цилиндров и обратно пропорциональна частоте синхронных колебаний.

При $A_1 = A_2$ периодическая составляющая неровноты исчезает и процесс вытяжки становится идеальным. Однако

$$A_1 = \frac{a_1}{\omega_1}, \quad A_2 = \frac{a_2}{\omega_2} \text{ и при одинаковых ра-}$$

диусах цилиндров $E = \frac{\omega_2}{\omega_1}$. Тогда для того,

чтобы $A_1 = A_2$, нужно выполнить условие $a_1 E = a_2$.

Таким образом, при синхронном и синфазном движении цилиндров, но при $E \neq 1$, для исключения влияния крутильных колебаний цилиндров вытяжного прибора на неровноту продукта прядения необходимо создать такую кинематическую связь пары цилиндров, при которой амплитуда колебаний питающего цилиндра должна быть меньше амплитуды колебаний выпускного цилиндра в E раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коритыцкий Я.И. Колебания в текстильных машинах. – М.: Машиностроение, 1973.
2. Белов М.Ф. Совершенствование процесса формирования пряжи за счет снижения крутильных колебаний цилиндров ровничных и прядильных машин: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, КТУ, 1982.
3. Блехман И.И. Синхронизация динамических систем. – М.: Наука, 1971.
4. А.с. №1560651 СССР. Вытяжной прибор ровничных и прядильных машин / Бархоткина О.С., Бархоткин Ю.К., Колотилов С.И., Белов М.Ф. – Оpubл. 1990. Бюл. №16.
5. Севостьянов А.Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения. – М.: Ростехиздат, 1962.
6. Ковнер С.С. Математические методы исследования движения волокон в процессе вытягивания. – М.: Гизлегпром, 1957.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 01.10.01.