

УДК 677.021

ДИНАМИКА КРУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ПРИ ВЬЮРКОВОМ ПРЯДЕНИИ

DYNAMICS IN TWISTED YARN SPINNING FINCHES

Н.С. КУЗНЕЦОВА
N.S. KUZNETSOVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: spinner@kstu.edu.ru

В статье рассматриваются вопросы кручения пряжи вращением воздуха при вьюрковом способе прядения. Вращение воздуха во вьюрках может быть как в одинаковом направлении, так и в противоположном. Осуществлено решение системы уравнений баланса кручений для противоположного вращения воздуха, представлены переходные характеристики.

Дополнено существующее описание динамики кручения при одинаковом направлении вращения воздуха во вьюрках, построены переходные характеристики.

In the article the questions of twisting of yarn the rotation of air are examined at the brambling method of spinning. Rotating air into reels can be in the same direction and in the opposite. The theoretical description of the dynamics of three-zone air CRA rotating in different directions missing. We propose a dynamic model, made up of the balance equation of the torsion three-zone version of the CRA. The decision of the system of equations balance of twisting is carried out for contrarotating of air, transitional descriptions are presented. Existent description of twisting dynamics is complemented at identical direction of rotation of air in bramblings, transitional descriptions are built.

Ключевые слова: аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, баланс кручений, динамика.

Keywords: aerodynamic twisted the device, linen yarn, torsion balance, dynamics.

Среди новых способов прядения, имеющих достаточно широкое использование в промышленности, обращает на себя внимание вьюрковый способ формирования пряжи с помощью сжатого воздуха (рис. 1 – технологическая схема двухвьюрковой прядильной машины).

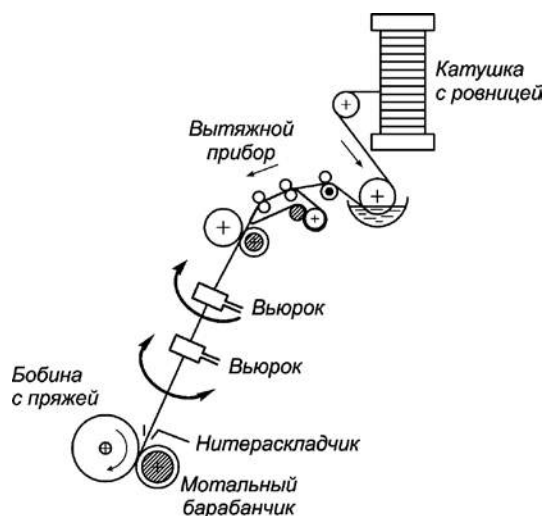


Рис. 1

Особенностью способа является формирование пряжи с помощью кручения продукта вращением воздуха в пневмовьюрках. Использование этого способа позволит существенно повысить производительность получения льняной пряжи, которая на сегодняшний день вырабатывается преимущественно кольцевым способом прядения.

Процесс кручения продукта при вьюрковом формировании пряжи на сегодняшний день изучен недостаточно. Пряжа, сформированная таким способом, имеет непостоянную локальную крутку, при этом места с круткой чередуются с зонами без крутки. Для понимания характера распределения крутки обратимся к динамике процессов кручения.

Уравнения динамики кручения, описанные П.М. Мовшовичем, Л.Н. Гинзбургом [1], [2], не рассматривают процесс кручения вьюрками, воздух в которых вращается в противоположные стороны. Для составления уравнений баланса кручений при формировании продукта двумя АКУ, воздух в которых вращается в противоположные стороны, предлагается использовать следующую динамическую модель кручения трехзонного АКУ (рис. 2).

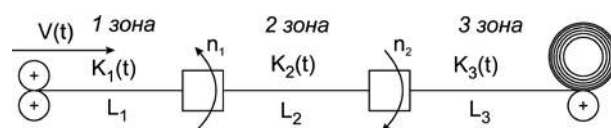


Рис. 2

Продукт движется из зажима вытяжной пары со скоростью $V(t)$, попадает под действие первого вьюрка, в котором вращается, при этом в первой зоне появляется крутка $K_1(t)$. Выходя из первого вьюрка, продукт попадает под действие воздушного вихря во втором вьюрке, который вращается в противоположном направлении, при этом продукту сообщается крутка про-

твояположного направления, в результате формируется крутка двойной интенсивности $K_2(t)$. Далее, попадая в зону наматывания, продукту снова сообщается крутка противоположного направления $K_3(t)$.

$$\begin{aligned} M_1(n_0 - n_1) &= C(n_0 - n_1) = M_K(K_1) + 2M_K(K_2) = J(K_1 - 2K_2), \\ M_2(n_0 - n_2) &= C(n_0 - n_2) = 2M_K(K_2) + M_K(K_3) = J(2K_2 - K_3), \end{aligned} \quad (1)$$

где n_0 – частота вращения воздушного вихря; n_1, n_2 – фактическая частота вращения пряжи в сечениях первого и второго АКУ соответственно; M_1 и M_2 – вращающие аэродинамические моменты, создаваемые первым и вторым АКУ соответственно; $M_K(K_1), M_K(K_2)$ и $M_K(K_3)$ – моменты сопротивления продукта, находящегося соответственно в первой, второй и третьей зонах; J – жесткость пряжи на кручение; C – константа, характеризующая конструкцию и размеры вьюрка.

Выражая фактические частоты вращения пряжи n_1 и n_2 , получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_0 - \frac{J}{C}(K_1 - 2K_2), \\ n_2 &= n_0 - \frac{J}{C}(2K_2 - K_3), \end{aligned} \quad (2)$$

Баланс крутки представляет собой систему из трех уравнений:

$$\begin{aligned} L_1 \frac{dK_1}{dt} &= n_1 - VK_1(t), \\ L_2 \frac{dK_2}{dt} &= -n_1 - n_2 + VK_1(t) - VK_2(t), \\ L_3 \frac{dK_3}{dt} &= n_2 + VK_2(t) - VK_3(t). \end{aligned} \quad (3)$$

Подставляя из системы (2) значения n_1 и n_2 в систему уравнений (3), последнюю можно решить при граничных условиях: $t=0, K_1=K_2=K_3=0$.

Решение системы осуществлено численным методом в программе Mathcad, при этом построены переходные процессы кручения в трехзонаном АКУ при вьюрковом формировании пряжи в противоположных направлениях (рис. 3).

Пренебрегая инерционными силами, реактивные крутящие моменты и моменты, создаваемые в АКУ, можно связать следующей системой уравнений:

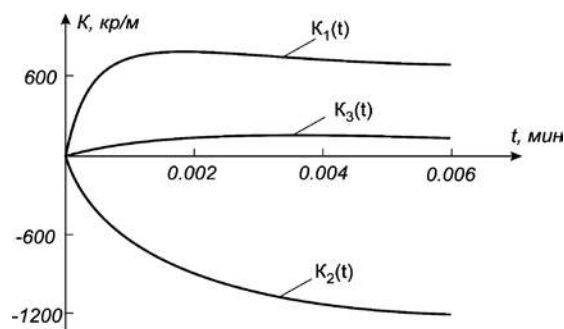


Рис. 3

Анализируя полученные графики, отмечаем, что в готовой пряже возможно возникновение крутки ($K_3 \neq 0$). При этом видно, что в первой зоне (K_1) образуется крутка одного направления, во второй зоне (K_2) – противоположного направления. Однако фактическая крутка готовой пряжи имеет участки нулевой крутки, которые, вероятно, можно объяснить наличием нитераскладчика в зоне наматывания продукта при вьюрковом формировании (рис. 4).

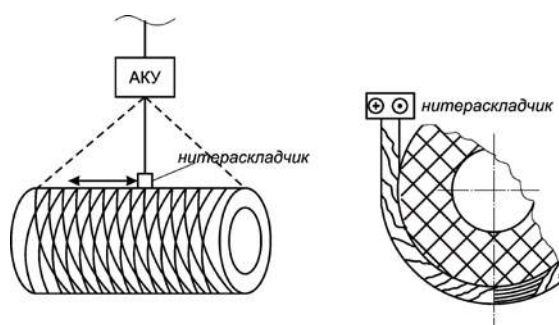


Рис. 4

Нитераскладчик в крайних положениях при наматывании пряжи выступает порогом кручения, не пропуская распространения крутки на пряжу в бобине, таким образом, появляются небольшие по длине участки нулевой крутки.

Динамика кручения пряжи при одинаковом направлении вращения воздуха во вьюрках описана в [1]. При этом отсутствует графическое решение системы диф-

$$M_1(n_0 - n_1) = C(n_0 - n_1) = M_K(K_1) + M_K(K_3) = J(K_1 - K_3),$$

$$n_1 = n_2 = n_0 - \frac{J}{C}(K_1 - K_3). \quad (4)$$

Баланс кручений для данного варианта выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} L_1 \frac{dK_1}{dt} &= n_1 - VK_1(t), \\ L_2 \frac{dK_2}{dt} &= VK_1(t) - VK_1(t) = 0, \\ L_3 \frac{dK_3}{dt} &= -n_2 + VK_1(t) - VK_3(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Решение системы уравнений (5) также осуществлено в программе Mathcad, сделано допущение: предположено, что в зоне между вьюрками осуществляется только транспортировка пряжи с круткой K_2 , приобретенной продуктом в I зоне между вытяжной парой и первым вьюрком ($K_2=K_1$). Образование двойного баллона в зоне между вьюрками 1 и 2, вращение воздуха в которых происходит в одинаковом направлении, подтверждает, что в этой зоне крутка либо транспортируется, либо количество образованных кручений продукта ничтожно мало.

На рис. 5 (переходные процессы кручения в трехзонном АКУ при вращении воздуха во вьюрках в одном направлении) показано решение системы дифференциальных уравнений баланса кручений при вращении воздуха во вьюрках в одинаковом направлении.

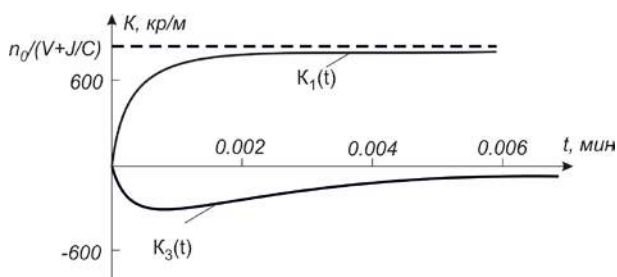


Рис. 5

ференциальных уравнений. Моменты, создаваемые в АКУ, вычисляются, исходя из уравнений:

Анализируя графические зависимости, видно, что крутка K_1 имеет экспоненциальный характер и асимптотически приближается к значению прямо пропорциональному n_0 и обратно пропорциональному скорости продукта V и жесткости пряжи на кручение J . K_3 стремится к нулю, хотя и не достигает этого значения. По нашему мнению, на крутку K_3 опять же влияет нитераскладчик при наматывании пряжи на бобину. В крайних положениях, когда нитераскладчик выступает порогом кручения, вероятно продукт накапливает кручения в зоне между вторым вьюрком и нитераскладчиком, а при дальнейшем движении нитераскладчика накопленные кручения проходят на пряжу в бобине, образуя локальные участки с круткой.

ВЫВОДЫ

1. Предложена система уравнений, описывающая динамику кручений при двухвьюрковом формировании пряжи, воздух в которых вращается в противоположные стороны, построены и проанализированы переходные процессы кручения.

2. Построены переходные процессы кручения при решении системы уравнений, описывающих динамику кручения при двухвьюрковом формировании пряжи, воздух в которых вращается в одну сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л.Н. Динамика основных процессов прядения. – Ч. III. – М.: Легкая индустрия, 1976.

2. Мовшович П.М. Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 07.06.13.