

УДК 677.052

**ОСОБЕННОСТИ РАЗЪЕДИНЕНИЯ СК-РОВНИЦЫ В ПРЯДЕНИИ**  
**FEATURES OF SELF-TWISTING ROVING SEPARATION IN SPINNING**

*Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, П.М. МОВШОВИЧ, К.Э. РАЗУМЕЕВ*  
*E.V. PAVLYUCHENKO, P.M. MOVSHOVICH, K.E. RAZUMEEV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Рассмотрен процесс разъединения самокрученной ровницы на входе в вытяжной прибор прядильной машины.*

*Показано, что пики натяжения не совпадают с минимальными значениями крутки и прочности разъединенных прядей. Это подтверждает возможность использования такой ровницы.*

*The process of separation of self-twisting roving at the input to a draft device of a spinning machine has been considered. It is shown that tension peaks do not coincide with minimum values of twist and durability of separated strands. This confirms the possibility of using such roving.*

**Ключевые слова:** ровница, самокруточный, разделение, прядь, крутка, прочность.

**Keywords:** a roving, self-twist, separation, a strand, twisting, durability.

На входе в вытяжной прибор прядильной машины самокрученная (СК) ровница разъединяется, и под каждую тумбочку поступает отдельная прядь. Поскольку суммарная прочность прядей существенно меньше прочности сформированной СК-

ровницы, сопротивление, оказываемое со стороны ровничной катушки при разматывании, может привести к ложной вытяжке и к повышенной неровноте пряжи. В данной работе проведен анализ изменения крутки прядей в процессе разъ-

единения СК-ровницы и изменения натяжения, испытываемого пряжами.

Определим связь между крутками прядей в СК-ровнице и в разъединенном состоянии на входе в вытяжной прибор прядельной машины (рис. 1 – схема разъединения СК-ровницы). Пусть сила  $T$  сопротивления со стороны катушек постоянна и известна, СК-ровница в зоне I не закручивается и не создает момента сопротивления скручиванию прядей.

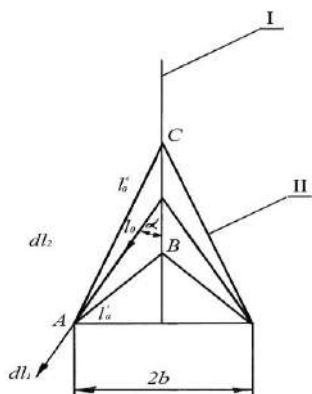


Рис. 1

В качестве исходных уравнений для модели разъединения СК-ровницы примем уравнения баланса сил, моментов и деформаций.

Уравнения баланса сил (рис. 1) имеют вид:

$$T = T_1 \cos \alpha, \quad (1)$$

$$T_2 = T_1 \sin \alpha, \quad (2)$$

где  $T_1$  – сила, приложенная к разъединенной пряди;  $2T$  – сила сопротивления размотке со стороны катушки;  $T_2$  – сила, перпендикулярная к подводимой ровнице и создающая крутящий момент, уравновешенный крутками прядей.

Из уравнений (1) и (2) следует, что

$$T_2 = T \operatorname{tg} \alpha. \quad (3)$$

Уравнение баланса крутящих моментов, вызванных силами  $T_2$  и уравновешенных упругими деформациями прядей, имеет вид:

$$2C_0K_0 \cos \alpha = DT \operatorname{tg} \alpha, \quad (4)$$

где  $K_0$  – крутка разъединенных прядей;  $D$  – диаметр прядей;  $C_0$  – жесткость прядей ровницы на кручение.

С учетом (4) запишем:

$$2C_0K_0 \cos \alpha = DT \operatorname{tg} \alpha. \quad (5)$$

Уравнение баланса кручений в зоне разъединения имеет вид:

$$dN = d(K_0 \ell_0) = \ell_0 dK_0 + K_0 d\ell_0,$$

где  $\ell_0$  – длина зоны разъединения;  $d\ell_0$  – изменение длины зоны разъединения за время  $dt$ .

С другой стороны:

$$dN = K_1 d\ell_2 - K_0 d\ell_1,$$

где  $K_1$  – крутка прядей, поступающих в зону разъединения;  $d\ell_2$ ,  $d\ell_1$  – элементарные длины прядей, соответственно поступающих в зону разъединения и отводимых из нее за время  $dt$ .

Очевидно, изменение длины зоны разъединения равно:

$$d\ell_0 = d\ell_2 - d\ell_1. \quad (6)$$

Приравнявая оба выражения для изменения числа кручений, после преобразования получим уравнение баланса числа кручений в зоне разъединения:

$$\ell_0 \frac{dK_0}{d\ell_1} + K_0 \left(1 + \frac{d\ell_0}{d\ell_1}\right) = K_1 \left(1 + \frac{d\ell_0}{d\ell_1}\right). \quad (7)$$

Здесь  $K_1$  – предполагается известной функцией длины  $\ell_2$  СК-ровницы, поступающей в зону разъединения;  $K_0$  – искомая функция длины  $\ell_1$  прядей, покидающих эту зону. Исключим из уравнения (7) длину зоны  $\ell_0$ , для чего выразим  $\ell_0$  через угол  $\alpha$  (рис. 1):

$$\ell_0 = \frac{b/2}{\sin \alpha}. \quad (8)$$

Решим совместно уравнения (5) и (8) и исключим  $\alpha$ :

$$K_0 = \frac{2Ab}{4b^2}, \quad (9)$$

где  $DT/0$ ,  $2b$  – расстояние между мычками в вытяжном приборе (рис. 1).

Из уравнения (9) найдем:

$$\frac{dK_0}{dt} = b^{-1} \left( \frac{A + \sqrt{A^2 + 4K_0^2}}{4K_0} \right)^{-1} \left( \frac{1}{K_1 - K_0} + \frac{A}{K_0 \sqrt{A^2 + 4K_0^2}} \right). \quad (11)$$

Особенность этого нелинейного уравнения состоит в том, что  $K_0$  и  $K_1$  являются функциями различных аргументов (соот-

$$0 = \frac{b}{4K_0} (A + \sqrt{A^2 + K_0^2}). \quad (10)$$

Решение со знаком минус перед радикалом не имеет смысла, поскольку  $\ell_0 > 0$ .

Дифференцируя обе части выражения (10) по  $\ell_1$  и подставляя в (7) выражения для  $\ell_0$  и  $d\ell_0/d\ell_1$  в виде функций  $K_0$ , после преобразований имеем:

ответственно  $\ell_1$  и  $\ell_2$ ). Дифференцируя обе части выражения (10) и подставляя в (6), получим:

$$d\ell_2 = d\ell_1 + b \left( \frac{1}{\sqrt{A^2 + 4K_0^2}} - \frac{A + \sqrt{A^2 + 4K_0^2}}{4K_0^2} \right) dK_0. \quad (12)$$

Это выражение позволяет решать уравнение (11) численным методом.

На рис. 2 представлен баланс сил при разъединении СК-ровницы.

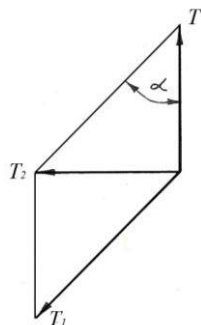


Рис. 2

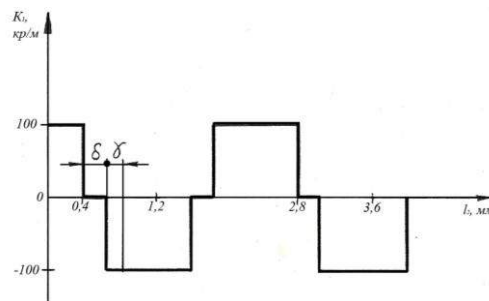


Рис. 3

Пусть функция  $K_1$  имеет вид, показанный на рис. 3 (крутка на входе в зону разъединения). В этом случае уравнение (11) хорошо описывает изменение крутки  $K_0$  в зонах, где крутки  $K_0$  и  $K_1$  отличны от нуля. Процесс изменения в местах перехода крутки  $K$  через нуль имеет следующие особенности.

1. Крутка  $K_0$  изменяется скачкообразно от нуля, вызывая частичное раскрытие очередного полупериода крутки  $K_1$  противоположного знака на длину  $J$ , причем:

$$J = \frac{K_0}{K_0}, \quad (13)$$

где  $K_0$ ,  $\ell_0'$  – соответственно крутка и длина пряди к концу предыдущего полупериода.

2. Появляется избыточная длина пряди, поскольку сумма двух сторон треугольника больше третьей (рис. 1):

$$f = \ell_0 + \delta + J - \ell_0, \quad (14)$$

где  $\delta$  – длина нулевого участка (рис. 3);  $l'_0, l''_0$  – длина АВ и АС (разъединенных участков – рис. 1).

В течение отрезка времени, при котором длина  $l$  выводится из зоны разъединения, крутка  $K_0$  остается равной нулю.

3. Постепенно увеличивается крутка  $K_0$  от нуля до некоторого критического значения  $K_{0кр}$ , при котором возникает баланс моментов.

Из формулы (9) следует:

$$K_{0кр} = \frac{2Ag''_0}{4^{''_2-b^2_0}}. \quad (15)$$

При возрастании крутки  $K_0$  от 0 до  $K_{0кр}$  величина крутящего момента, создаваемого круткой, недостаточна для уравновешивания момента, создаваемого силой  $T_2$  (3). При каждом шаге  $d\ell_1$ , отводящем прядь из зоны разъединения, возникает сила  $T_1$ , разъединяющая пряди. При этом образуется небольшой избыток длины  $df$  в зоне разъединения, сила  $T_1$  исчезает, а в зону поступает число кручений  $K_1d\ell_2$ . Точка разъединения практически остается неподвижной, и  $d\ell_1=d\ell_2$ , то есть длина зоны постоянна. Изменение крутки описывается экспонентой:

$$K_0 = K_1(1 - \exp(- / ''_0)). \quad (16)$$

При  $K_0=K_{0кр}$  крутка начинает изменяться по закону, описываемому уравнением (11).

На рис. 4 (крутка и натяжение на выходе из зоны разъединения) приведена кривая 1 изменения крутки, построенная по разработанной методике, а также кривая 2 изменения натяжения, состоящая из трех участков:  $ab$ , где  $T_1 = 0$ , поскольку имеется избыток свободной длины;  $cd$ , на котором натяжение описывается формулой

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{A + \sqrt{A^2 + 4K_0^2}}{2A}}, \quad (17)$$

полученной при совместном решении уравнений (2) и (5), а также участка  $bc$ , где натяжение не имеет определенного значения и колеблется в пределах от нуля до  $T_c$  в соответствии с изменением крутки от нуля до  $K_{0кр}$ .

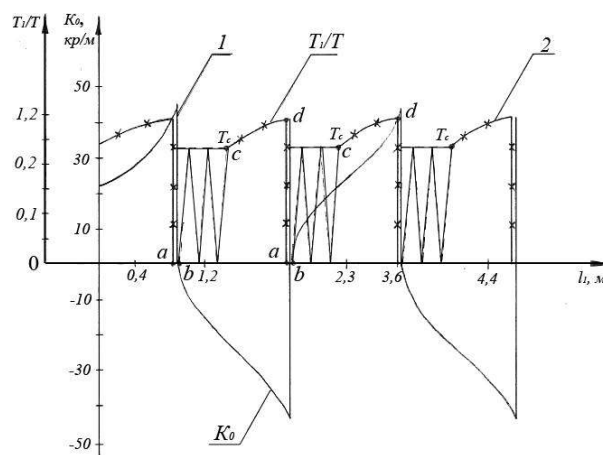


Рис. 4

Из полученных зависимостей следует, что протяженность участка с нулевым значением выходящей крутки  $K_0$  меньше протяженности участка с нулевым значением входящей крутки  $K_1$ . При этом важно, что малым значениям крутки  $K_0$  соответствуют малые значения натяжения пряди  $T_1$ , что создает благоприятные условия для переработки СК-ровницы на прядильных машинах. Измерения натяжения в прядях, проведенные в процессе экспериментов, подтвердили то, что пики натяжения не совпадают с минимумами крутки в прядях. Косвенное подтверждение этому можно видеть в уже упомянутых фактах отсутствия ложной вытяжки (анализ спектрограмм пряди).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшович П.М. Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Павлюченко Е.В., Мовшович П.М., Разумеев К. Э. Экспериментальные исследования для получения самокрученной ровницы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 27.01.12.