

**ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПРЯЖИ СПОСОБОМ РКН  
(КРУЧЕНИЕ)**

**TRANSITION PROCESSES IN OBTAINING YARN BY RKN METHOD  
(TORSION)**

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

(Московский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
ООО НПК "ЦНИИШерсть")  
(Moscow State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
LLC NPK "CNIISherst")  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой математической модели процесса кручения в устройстве для получения пряжи способом раздельного кручения и наматывания (способ РКН). Получены уравнения, характеризующие изменение крутки в периоды кручения и наматывания. Показано, что колебания крутки не превышают 1...2%. Получены соотношения, характеризующие относительную длительность периодов кручения и наматывания. Выявлено, что длительность периода кручения превышает длительность периода наматывания на 1,5 порядка.*

*The article deals with issues related to the development of a mathematical torsion model under conditions of obtaining a direct difference in rotation and winding (RKN method). Equations characterizing the change in twist during the periods of torsion and winding are obtained. It is shown that the twist oscillations do not exceed 1...2%. Relations are obtained that characterize the relative duration of torsion and reeling periods. It was found that the duration of the period of the twist exceeds the duration of the winding period by 1.5 orders of magnitude.*

**Ключевые слова:** раздельное кручение и наматывание, период кручения, период наматывания, колебания крутки, тормозная горка.

**Keywords:** separate torsion and winding, torsion period, winding period, twist vibrations, brake hill.

В последние годы появились работы [1], [2] о принципиально новом способе получения пряжи – способе раздельного кручения и наматывания (способе РКН). Технологические и конструктивные особенности способа позволяют считать, что прядильное оборудование, реализующее этот способ, обеспечит существенное увеличение производительности, снижение обрывности, повышение качества пряжи, расширение ассортимента вырабатываемой продукции. Все это предопределяет интерес исследователей к новому способу.

К сожалению, технологический процесс формирования пряжи указанным способом изучен недостаточно. Нет полного описания влияния конструктивных и технологических параметров устройства на технологические характеристики получаемой пряжи. Нет ясности в пределах изменения натяжения и крутки, обеспечивающих стабильность протекающих процессов. Все это затрудняет не только оптимизацию параметров процесса, но также и выбор их величин, обеспечивающих стабильное протекание процесса. В настоящей работе разрабатывается ряд математических моделей, описывающих динамику процесса кручения, изменения натяжения (деформация). Это особенно важно, поскольку, например, натяжение пряжи в зоне формирования обеспечивает нормальное чередование периодов кручения и намотки.

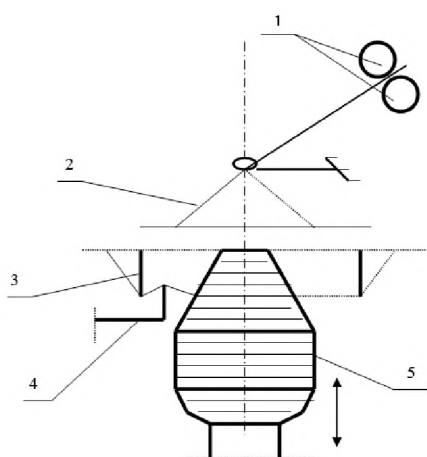


Рис. 1

Первая часть предлагаемой работы посвящена исследованию процесса кручения.

На рис. 1 (1 – вытяжная пара, 2 – нить в зоне баллона, 3 – колпак, 4 – тормозная горка, 5 – початок) представлена упрощенная технологическая схема получения пряжи по способу РКН.

Процесс прядения осуществляется следующим образом: мычка, выходящая из вытяжного прибора, при подходе к нижнему краю колпака образует баллон и поступает в зону кручения и формирования. При этом вращение початка и синхронное вращение колпака формируют крутку пряжи. Скрученная нить огибает тормозящее устройство в виде горки и наматывается на початок. При цикле кручения нить беспрепятственно прокручивается вокруг початка. Намотка пряжи на початок обеспечивается за счет кратковременной фиксации пряжи горкой, при этом кручение прекращается и наступает период намотки. Таким образом, принципиальной особенностью способа РКН является фиксированное разделение периодов кручения и намотки пряжи, именно: в период кручения происходит только крутка пряжи без ее намотки на початок, в период намотки – только намотка без кручения.

Для того чтобы математически описать процессы кручения и намотки, необходимо четко определить относительную длительность указанных периодов. Как будет видно из описанного ниже, они существенно отличаются друг от друга и определяются скоростью подвода пряжи в зону формирования при кручении и отвода ее при намотке. Определим временные соотношения периодов кручения и наматывания.

На рис. 2 показана относительная длительность периодов кручения и наматывания; сектор 1 соответствует периоду наматывания, сектор 2 – периоду кручения.

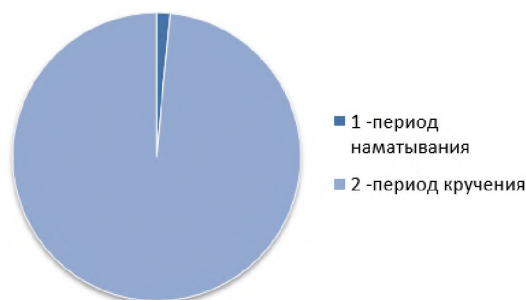


Рис. 2

Как уже указывалось, в период кручения происходит подача пряжи из вытяжного прибора без ее отвода при наматывании, то есть накопление в баллоне ее свободной длины. Скорость ее накопления равна  $V_B$ , при этом, как известно:

$$K = n_B / V_B, \quad (1)$$

где  $K$  – крутка пряжи, кр/м;  $n_B$  – частота вращения веретена,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $V_B$  – скорость поступления мычки в зону кручения, м/мин.

Или

$$V_B = n_B / K. \quad (1')$$

Скорость намотки пряжи на початок в период наматывания равняется:

$$V_H = \pi d n_B, \quad (2)$$

где  $V_H$  – скорость наматывания пряжи на початок, м/мин;  $d$  – текущий диаметр намотки пряжи на початок, м.

Отношение скорости намотки на початок к скорости подачи пряжи из вытяжного прибора соответствует относительной длительности периода кручения и наматывания:

$$A = \pi d n_B / (n_B / K) = \pi d K. \quad (3)$$

Приведем конкретный пример: пусть  $T_H = 15,6$  текс,  $K = 700$  кр/м,  $d_H = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2}$  м. Следовательно:

$$A = 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 700 = 65,94 \approx 66.$$

Это означает, что длительность периода крутки превышает длительность периода намотки в 66 раз. Если оба периода в сумме составляют  $360^\circ$ , на долю каждого из этих периодов приходится, как показывает расчет: период наматывания –  $5,4^\circ$ , а период кручения –  $354,6^\circ$ . Естественно, что при другом текущем диаметре намотки и другой крутке относительная длительность периодов кручения и наматывания будут отличаться от полученных численных значений. Несомненно, однако то, что относительная длительность периода кручения всегда будет значительно больше относи-

тельной длительности периода наматывания.

Рассмотрим теперь динамику процесса кручения.

Математические модели процесса кручения в зоне формирования устройства РКН в периоды кручения и намотки определяются балансом изменения числа кручения в зоне формирования. Мы предлагаем использовать для анализа зону баллона, поскольку в зоне между краем колпака и початком процессов кручения не происходит, так как частоты вращения колпака и початка синхронизированы. Уравнение баланса кручения в упомянутые периоды имеют принципиальное различие. В период кручения крутка из зоны кручения не отводится, а в период наматывания дополнительная крутка не формируется. Именно эти особенности надо иметь в виду в процессе дальнейшего анализа.

Рассмотрим переходные процессы в период наматывания. Как уже указывалось, внешнее кручение не сообщается и в зону намотки поступает продукт с накопленной круткой. Уравнение баланса числа кручений имеет вид [2]:

$$\ell \frac{dK(t)}{dt} + K V_H = 0. \quad (4)$$

Разделив обе части уравнения на  $V_H$ , получим:

$$T_H dK(t)/dt + K(t) = 0, \quad (4')$$

где  $T_H = \ell / V_H$  – постоянная времени намотки.

Для составления баланса числа кручений в период кручения необходимо иметь в виду, что крученая пряжа не отводится за пределы рассматриваемой зоны, но в то же время в указанную зону поступает некрученный продукт (мычка) со скоростью  $V_B$ . Напишем исходное уравнение баланса числа кручений:

$$dN = n_B dt. \quad (5)$$

Подставим в это уравнение  $N = \ell K$  и получим:

$$d(\ell K) = n_B dt.$$

По правилам дифференцирования произведения двух переменных имеем:

$$\ell dK + K d\ell = n_B dt, \quad (6)$$

но  $d\ell$  (изменение свободной длины в зоне кручения за счет работы вытяжного прибора) равно:

$$d\ell = V_B dt.$$

Подставив указанные значения в уравнение (6) и поделив обе части уравнения на  $V_B dt$ , получим:

$$T_K dK/dt + K = n_B / V_B, \quad (7)$$

где  $T_K = \ell / V_B$  – постоянная времени кручения.

Обратим внимание на то, что не смотря на отсутствие отвода крученого материала из зоны кручения, внешний вид формулы (7) совершенно аналогичен виду формулы (4), описывающей процесс с отводом крученого материала из зоны крутки (наличие члена  $K$  в левой части уравнения). Это объясняется вводом некрученого материала из вытяжного прибора в зону кручения.

Полученные формулы (4) и (7) в дифференциальной форме описывают процесс формирования крутки в устройстве РКН в периоды наматывания и кручения. Решим эти уравнения.

Полученные уравнения представляют собой линейные дифференциальные уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами. Их решение имеет вид:

- в период наматывания

$$K(t) = K_1 e^{-t/T_K}, \quad (8)$$

где  $K_1$  – начальное значение крутки в период наматывания;

- в период кручения

$$K(t) = K_2 e^{-t/T_K} + (n_B / V_B)(1 - e^{-t/T_K}), \quad (9)$$

где  $K_2$  – начальное значение крутки в период кручения.

Уравнения (8) и (9) описывают изменения крутки во времени по периодам (рис. 3 – изменение крутки во времени в период наматывания (1) и в период кручения (2)). Численный расчет показывает, что колебания крутки в период процесса торможения и кручения невелики и составляют величину, не превышающую 1...2%.

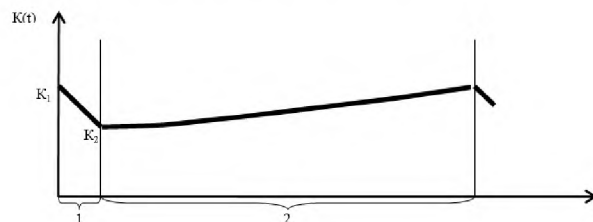


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны математические модели процесса кручения в устройстве для получения пряжи способом РКН по периодам.
2. Проведенные расчеты показали, что длительность периода кручения превышает длительность периода наматывания на 1,5 порядка.
3. Численный расчет показывает, что колебания крутки в период процесса торможения и кручения невелики и составляют величину, не превышающую 1...2%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Мовшович П.М. Развитие способа раздельного кручения и наматывания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 5. С. 39...41.
2. Павлюченко Е.В., Мовшович П.М. Прядение способом раздельного кручения и наматывания // Мат. докл. Междунар. научн.-технич. конф.: Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, 26-27 ноября 2014 г. УО "ВГТУ". – Витебск, 2014. С. 70...71.
3. Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Мовшович П.М. Изменение крутки в 1 зоне (способ РКН) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 6. С. 39...41.

## REFERENCES

1. Pavljuchenko E.V., Razumeev K.Je., Movshovich P.M. Razvitie sposoba razdel'nogo kruchenija i namatyvanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, № 5. S. 39...41.

2. Pavljuchenko E.V., Movshovich P.M. Prjadenie sposobom razdel'nogo kruchenija i namatyvanija // Mat. dokl. Mezhdunar. nauchn.-tehnič. konf.: Innovacionnye tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti, 26-27nojabrja 2014 g. UO "VGTU". – Vitebsk, 2014. S. 70...71.

3. Pavljuchenko E.V., Razumeev K.Je., Movshovich P.M. Izmenenie krutki v 1 zone (sposob RKN) //

Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, № 6. S. 39...41.

Рекомендована кафедрой прядения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 22.05.17.

---