

## РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ ВЫПРЯДАЕМОЙ СТРЕНГИ НА ПРЯДИЛЬНО-КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЕ

*Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган*

Для производства швейных ниток экономически целесообразным является использование высокопроизводительных прядильно-крутильных машин. Поэтому был разработан новый процесс формирования крученых комбинированных ниток на машине ПК-100МЗ [1]. В ходе работы необходимо было решить возникшую проблему: выходящая из вытяжного прибора комбинированная нить (выпрямляемая стренга), состоящая из комплексной нити и волокнистой оплетки, получает от сходящей с початка баллонировуемой нити (прикручиваемой стренги) недостаточное число кручений, что приводит к полной или частичной потере волокнистой мычки.

Для того чтобы прикручиваемая стренга могла закрутить выпрядаемую, должно выполняться условие:

$$M_{BH} \geq M_{KP}, \quad (1)$$

где  $M_{BH}$  – внешний момент со стороны прикручиваемой стренги, Н·м;

$M_{KP}$  – крутящий момент (сопротивление кручению), возникающий в поперечных сечениях выпрядаемой стренги, Н·м.

Внешний момент воздействия на выпрядаемую стренгу со стороны прикручиваемой будет равен:

$$M_{BH} = F_{TP} \cdot d_{ВП} / 2, \quad (2)$$

где  $F_{TP}$  – сила трения, Н;

$d_{ВП}$  – диаметр выпрядаемой стренги, м.

Определение расчетного диаметра нити затруднено ввиду того, что для этого необходимо знать среднюю плотность комбинированной нити, сведений о которой в литературных источниках нет. Поэтому для дальнейших вычислений воспользуемся формулой для расчета условного диаметра нити [2]:

$$d_{ВП} = 0,0357 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{T_{ВП} / \gamma}, \quad (3)$$

где  $T_{ВП}$  – линейная плотность выпрядаемой нити, текс;

$\gamma$  – плотность вещества волокон и нитей, г/см<sup>3</sup>.

Силу трения определяем из равенства

$$F_{TP} = F_{2ПР} \cdot \mu_B, \quad (4)$$

где  $F_{2ПР}$  – сила натяжения со стороны прикручиваемой стренги, Н [3];

$\mu_B$  – коэффициент трения нити о нить (для полиэфирных волокон равен 0,31 – 0,42 [4]).

Подставляя формулу (4) в (2), получим:

$$M_{BH} = F_{2ПР} \cdot \mu_B \cdot d_{ВП} / 2. \quad (5)$$

Сопротивление кручению нити можно определить по формуле [5]

$$M_{KP} = 10^{-18} \frac{GTK_{ВП}^2}{\gamma^2 (1 - 0,01Y_{ВП})^3}, \quad (6)$$

где  $G$  – модуль начальной жесткости (сдвига) при кручении, Н/м<sup>2</sup>;

$K$  – крутка, кр/м;

$Y_{ВП}$  – укрутка нити, %.

Величина укрутки нити равна [6]:

$$Y_{ВП} = 100\% \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\beta_0}{2}, \quad (7)$$

где  $\beta_0$  – угол наклона периферийных элементарных нитей к оси нити.

Угол кручения  $\beta_0$  определяется из равенства [7]

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \pi d_{ВП} K. \quad (8)$$

Подставляя в выражение (1) равенства (2) и (6), можно определить максимальное количество кручений, которое сообщит выпрядаемой стренге прикручиваемая. С учетом того, что для полиэфирных нитей  $G = 9 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>,  $\gamma = 1,38$  г/см<sup>3</sup>,  $\mu = 0,36$ , максимальное натяжение  $F_{2ПР} = 0,10$  Н, определили крутку, которую сообщает прикручиваемая стренга выпрядаемой:  $K < 12$  кр./м. На участке от вершины веретена до передней пары вытяжного прибора, длина которого составляет 0,09 м, выпрядаемая стренга может получить максимальное количество кручений, равное 1. Такой крутки недостаточно для того, чтобы скрутить выходящие из-под передней пары вытяжного прибора комплексную нить и волокнистую мычку и сформировать армированную нить.

Стабилизатор крутки, установленный в нижней части полого веретена, выполняет функцию вьюрка, который раскручивает крученую нить и закручивает ее в обратном направлении, не влияя на величину и направление окончательной крутки. При этом выпрядаемая стренга также закручивается в направлении, обратном направлению окончательной крутки, а величина ее крутки соответствует заправочной.

Натяжение выпрядаемой нити можно определить, зная удлинение комплексной нити в результате кручения и используя кривые растяжения комплексных нитей (рисунок 1) [8].

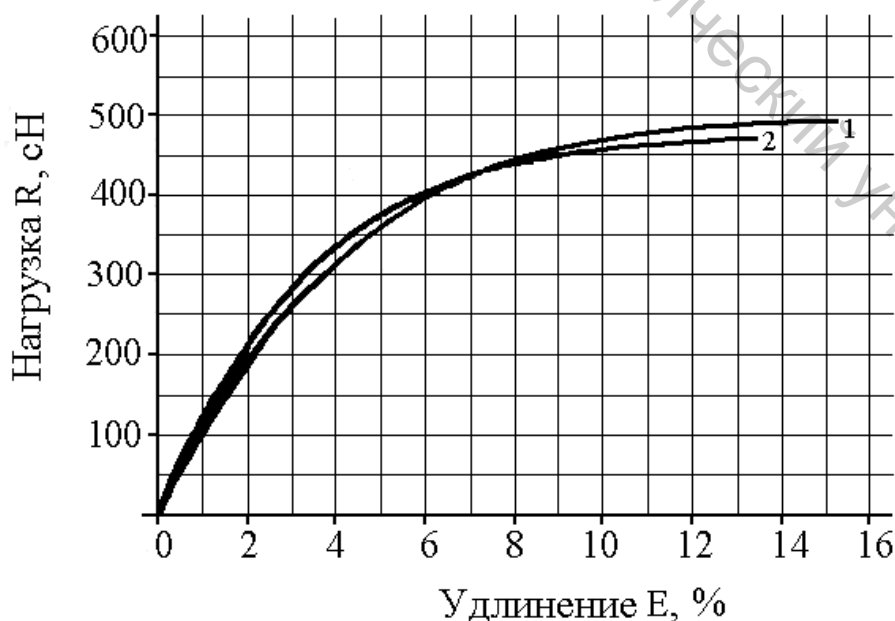


Рисунок 1 – Кривые растяжения комплексных полиэфирных нитей

Кривая 1 соответствует комплексным полиэфирным нитям с максимальными значениями разрывной нагрузки, кривая 2 – с минимальными значениями разрывного удлинения. Комплексные полиэфирные нити, используемые для получения комбинированных швейных ниток, являются высокопрочными и обладают небольшим разрывным удлинением. Поэтому для определения натяжения комплексной нити в структуре одиночной и крученой комбинированной нити при ее удлинении можно использовать любую кривую, тем более что они очень близки между собой.

Кривую 1 разбили на два участка и описали их математическими формулами зависимости нагрузки  $R$ , испытываемой нитью, от ее удлинения  $E$ :

- для нитей, испытывающих удлинение до 10 %

$$R = 99,48 E - 5,37 E^2, \quad (9)$$

- для нитей, испытывающих удлинение 10 % и более

$$R = 420,00 + 5,00 E. \quad (10)$$

Формирование выпрядаемой стренги следует рассматривать как формирование крученой нити из непрерывных волокон (элементарных нитей) при постоянной подаче их в зону кручения, но при отсутствии укрутки нити. В этом случае волокна, расположенные вдоль оси нити, не изменяют своей длины, в то время как волокна, расположенные по винтовым линиям, получают деформацию растяжения, величина которой зависит от расстояния их от оси кручения. Развернем на плоскость винтовую линию на цилиндре с диаметром  $d_x$  (рисунок 2) [6].

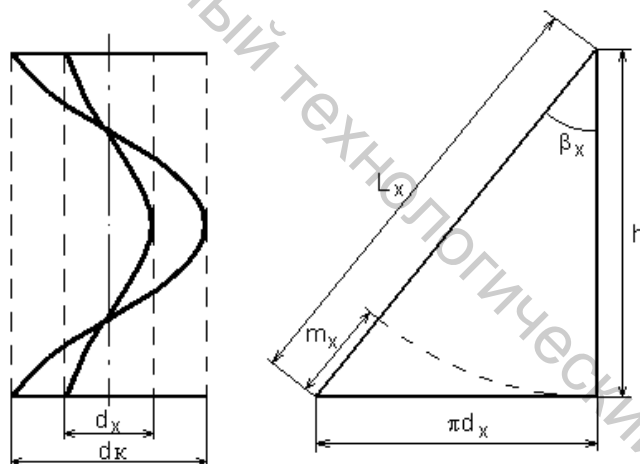


Рисунок 2 – Деформация элементарных нитей в комплексной нити при кручении ее в неподвижных зажимах

Находим, что волокна в слое с диаметром  $d_x$  удлиняются на величину

$$m_x = L_x - h, \quad (11)$$

где  $h$  – шаг витка крутки нити, м.

Относительное удлинение волокна в слое с диаметром  $d_x$  можно выразить через угол кручения  $\beta_x$  [6], %:

$$E = \frac{m_x}{h} \cdot 100 = \left( \frac{1}{\cos \beta_x} - 1 \right) \cdot 100 = \frac{\beta_x^2}{2} \cdot 100. \quad (12)$$

При формировании нити в реальных условиях периферийные волокна, получившие в первый момент подкрутки нити напряжение на одном участке длины, могут переместиться во внутренние слои на другом участке длины и тем самым частично избежать деформации растяжения [6]. Поэтому при определении относительного удлинения комплексной нити, содержащейся в структуре выпрядаемой стренги и оказывающей решающее влияние на ее натяжение, за угол наклона элементарных нитей примем угол наклона в слое с диаметром, равном 2/3 диаметра комплексной нити  $d_K$ :  $d_x = 2d_K / 3$ . Тогда угол наклона элементарных нитей определяется по формуле

$$\beta_x = \arctg(\pi \cdot 2d_K / 3 K_2), \quad (13)$$

где  $K_2$  – крутка в кручении, кр./м.

Используя выражения (9), (10), (12) и (13) можно определить, какое натяжение испытывает выпрядаемая стренга на участке между вытяжным прибором и вершиной веретена  $F_{1ВП}$  при определенной крутке.

Выпрядаемая стренга огибает верхнюю часть шпинделя полого веретена и входит в его канал (рисунок 3). Натяжение  $F_{1ВП}$  и натяжение выпрядаемой стренги в канале полого веретена  $F_{2ВП}$  связаны формулой Эйлера:

$$F_{2ВП} = F_{1ВП} \cdot \exp(\mu \cdot \beta_{ВП}), \quad (14)$$

где  $\beta_{ВП}$  – угол обхвата нитью верхней части шпинделя веретена.

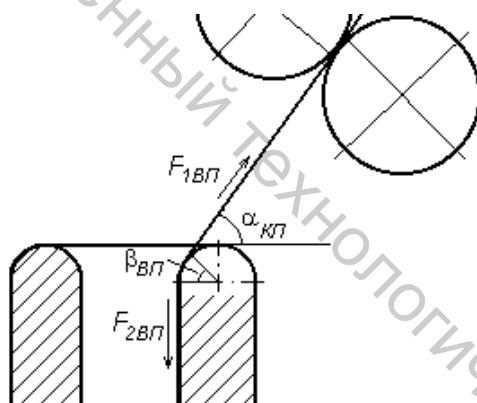


Рисунок 3 – Движение выпрядаемой стренги по верхней части шпинделя полого веретена

$$\beta_{ВП} = \pi / 2 - \alpha_{кп}, \quad (15)$$

где  $\alpha_{кп}$  – угол наклона выпрядаемой стренги относительно горизонтали, равный  $48^\circ$  (определяется исходя из конструктивных параметров машины ПК-100МЗ).

Результаты расчета натяжения  $F_{2ВП}$  по полученным формулам показали, что при изменении крутки в кручении от 500 до 800 кр./м выпрядаемая стренга в канале полого веретена испытывает натяжение 0,47 – 1,16 Н.

#### ВЫВОДЫ

1. В результате теоретических исследований получены формулы, с использованием которых можно определить натяжение выпрядаемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины.

2. Результаты проведенной работы позволяют продолжить исследования процесса формирования крученых комбинированных нитей с целью получения

формулы для расчета их натяжения на выходе из полого веретена при различных технологических параметрах работы машины ПК-100МЗ.

#### Список использованных источников

1. Сокращенная технология получения комбинированных швейных ниток / Н. Н. Бодяло, А. Г. Коган // Ресурс- и энергосберегающие технологии промышленного производства. материалы международной научно-технической конференции. Ноябрь 2003 г. Часть 1 / УО «ВГТУ» . – Витебск , 2003. – С. 240.
2. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) : учеб. для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
3. Бодяло, Н. Н. Расчет натяжения прикручиваемой стренги в канале полого веретена прядильно-крутильной машины / Н. Н. Бодяло, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник ВГТУ. – 2009. – Вып. 17. – С. 9-14.
4. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление холстов, чесальной и гребенной ленты) : учеб. для вузов / И. Г. Борзунов [и др. ]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 376 с.
5. Зарецкас, С. - Г. С. Механические свойства нитей при кручении / С. - Г. С. Зарецкас. – Москва : Легкая индустрия, 1979. – 184 с.
6. Корицкий, К. И. Инженерное проектирование текстильных материалов / К. И. Корицкий. – Москва : Легкая индустрия, 1971. – 352 с.
7. Якубовский, Ю. В. Основы механики нити / Ю. В. Якубовский [и др. ]. – Москва : Легкая индустрия, 1973. – 271 с.
8. Белицин, М. Н. Синтетические нити (структура, свойства, методы расчета) / М. Н. Белицин. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 192 с.

*Статья поступила в редакцию 21.09.2010 г.*

#### SUMMARY

As a result of theoretical researches the formulas are received, allowing to define the tension of the yarn in the drafting device on the machine with hollow spindles. It will allow to continue researches of the processes taking place on the hollow spindles while forming twisted combined threads for the purpose of definition their tension on an exit from a hollow spindle.

УДК 685.34.017.87:685.341.83

### СООТВЕТСТВИЕ ПАРАМЕТРОВ СТОП И КОЛОДОК ЖЕНСКОЙ ОБУВИ НА ВЫСОКОМ КАБЛУКЕ

***Т.М. Борисова, В.Е. Горбачик***

Как известно, удобство обуви в первую очередь зависит от соответствия размеров стопы и внутреннего пространства обуви. Размеры же внутренней формы обуви зависят от размеров колодки, на которой изготавливается обувь.

В настоящее время на территории Республики Беларусь действует ГОСТ 3927-88 «Колодки обувные»[1], в котором размеры колодок даны в принятой ещё в СССР метрической системе нумерации, то есть номер колодки и обуви соответствует длине стопы, для которой она предназначена. Большинство же образцов колодок закупается фабриками за рубежом, где действует штихмассовая