

УДК 677.052.71

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА ПЕРЕГИБА НИТИ
В НИТЕПРОВОДНИКЕ КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ**

АНАТОЛИЙ А. СТОЛЯРОВ, Ю.В. ПАВЛОВ, АЛЕКСЕЙ А. СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: stolyarovanatoly@yandex.ru

Рассматривается методика определения оптимального угла перегиба нити в нитепроводнике, обеспечивающего наилучшие условия формирования и наматывания пряжи на кольцевой прядильной машине.

The technique of determination of an optimum angle of a thread kink in a thread guide, providing the best condition of the yarn forming and reeling it on a ring spinning machine, is considered herein.

Ключевые слова: технологический процесс формирования пряжи, крутка пряжи, угол перегиба нити, нитепроводник, относительная разрывная нагрузка, обрывность пряжи.

Известно, что условия выработки пряжи на кольцевой прядильной машине в значительной мере определяются геометрией ее заправочной линии, которую формируют такие параметры, как расстояние между осью переднего цилиндра вытяжного прибора и осью веретена, угол наклона вытяжного прибора, величина размаха нитепроводника, расстояние от кольцевой планки до нитепроводника в начале и в конце наработки сьема.

Особое значение для правильной организации технологического процесса прядения имеет угол перегиба нити в нитепроводнике [1]. При большой величине угла перегиба в нитепроводнике затруднено прохождение крутки за нитепроводник, что ослабляет нить и приводит к повышенной обрывности в зоне выпускной цилиндр – нитепроводник. По данным многочисленных исследований потеря в крутке и прочности пряжи при соприкосновении с нитепроводником может достигать 19...20%. Поэтому для обеспечения нормальной работы кольцевой прядильной машины необходимо обеспечить оптимальную величину угла перегиба нити в нитепроводнике.

Будем считать, что направление движения нити в зоне выпускной цилиндр – нитепроводник совпадает с касательной к баллону. Тогда угол перегиба за каждый оборот нити меняется от величины угла при вершине баллона до нуля. А это означает, что при каждом обороте нити наступает момент, когда препятствия для прохождения крутки будут минимальными.

Следовательно, для определения оптимального угла перегиба необходимо решить задачу по определению угла касательной к баллону при его вершине. Рассмотрим решение данной задачи, выбрав за начало координат вершину баллона. При этом расположим вертикальную ось баллона вдоль оси X , а ось Y – по направлению радиуса вращения (рис.1 – за-

правочная линия кольцевой прядильной машины).

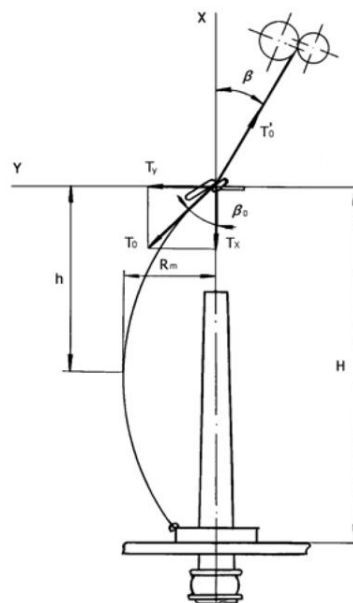


Рис. 1

Запишем дифференциальное уравнение кривой баллона как

$$-\ddot{y} = \frac{m\omega^2}{T_x} y \sqrt{1 + (\dot{y})^2}, \quad (1)$$

где m – масса единицы длины нити; ω – угловая скорость вращения нити; T_x – проекция натяжения нити на ось X .

Поскольку $(\dot{y})^2 = \text{tg}^2 \beta < 1$, то сделаем допущение и опустим квадрат производной, тогда:

$$\ddot{y} = -\frac{m\omega^2}{T_x} y. \quad (2)$$

Интеграл этого выражения:

$$y = R \sin \left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x \right). \quad (3)$$

Тангенс угла наклона касательной к кривой баллона в любой точке:

$$\operatorname{tg}\beta_0 = \frac{dy}{dx} = R \sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} \cos\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x\right). \quad (4)$$

Для решения уравнения (4) используем следующие граничные условия.

1. Точка вершины баллона при $x = 0$:

$$\operatorname{tg}\beta_0 = R \sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}}. \quad (5)$$

2. Точка максимального радиуса баллона, отстоящая от вершины на расстоянии l при $x = l$, $y = R$:

$$\sin\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} l\right) = \sin \frac{\pi}{2},$$

$$l = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{T_x}{m\omega^2}}. \quad (6)$$

3. Точка окружности прядильного кольца с радиусом r при $y = r$:

$$R \sin\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x\right) = r.$$

Из этого следует:

$$R = \frac{r}{\sin\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x\right)},$$

$$\operatorname{tg}\beta_0 = \frac{r\omega\sqrt{\frac{m}{T_x}}}{\sin\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x\right)}. \quad (7)$$

Тогда угол при вершине баллона будет:

$$\beta_0 = \operatorname{arctg} \frac{r\omega\sqrt{\frac{m}{T_x}}}{\sin\left(\sqrt{\frac{m\omega^2}{T_x}} x\right)}. \quad (8)$$

Из выражения (8) видно, что для определения величины угла при вершине баллона необходимо знать натяжение нити T_x в баллоне и геометрические размеры баллона.

На основании аналитических вычислений и экспериментальных исследований, проведенных по методике из [2...4], нами построена графическая зависимость изменения угла при вершине баллона от натяжения T_x для хлопчатобумажной пряжи различных линейных плотностей, вырабатываемой на кольцевой прядильной машине П-76-5М, при частоте вращения веретен 12500 об/мин, диаметре кольца 40 мм, при максимальной высоте баллона 220 мм, массе бегунка 0,05г.

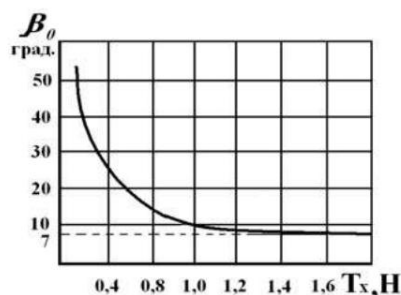


Рис. 2

Как видно из графика (рис. 2 – зависимость угла при вершине баллона β от натяжения T_x пряжи линейной плотности 25 Текс), с увеличением натяжения угол при вершине баллона уменьшается по кривой гиперболического вида, причем это характерно и для пряжи других линейных плотностей. Целью наших исследований является определение оптимального угла перегиба нити в нитепроводнике для лучшего прохождения крутки на участок выпускной цилиндр–нитепроводник и для обеспечения достаточной прочности пряжи, предотвращающей ее обрыв в критический

момент резкого повышения натяжения. Известно, что обрыв пряжи происходит в момент, когда величина натяжения превышает величину ее разрывной нагрузки, поэтому эта величина и представляет для нас наибольший интерес. Для этого используем формулу:

$$P_{\min} = PT - \frac{2PTC_p}{100} = PT\left(1 - \frac{C_p}{50}\right), \quad (9)$$

где P – относительная разрывная нагрузка одиночной нити мн/текс; T – линейная плотность, текс; C_p – коэффициент вариации по относительной разрывной нагрузке.

Так, например, для хлопчатобумажной основной пряжи линейной плотности 25 текс $P_{\min} = 1,61Н$, следовательно, усилия вызывающие разрыв данной пряжи, составляют примерно 1,6 ньютона.

Из графика видно, что угол при вершине баллона, соответствующий такому натяжению, составляет 7 градусов.

С другой стороны, мы знаем, что обрыв нити на этом участке происходит под действием натяжения T'_0 , направленного вдоль этой нити (рис. 1):

$$T'_0 = T_0 e^{\mu\alpha}, \quad (10)$$

где T_0 – натяжение нити при вершине баллона, направленное по его касательной; μ – коэффициент трения между нитью и нитепроводником; α – угол охвата нитепроводника нитью.

Поскольку при уменьшении угла перегиба угол охвата нитепроводника нитью уменьшается и стремится к нулю можно условно считать

$$T'_0 \cong T_0. \quad (11)$$

Зная, что

$$T_0 = \frac{T_x}{\cos\beta_0} \quad (12)$$

и принимая во внимание, что в рассматриваемом случае величина угла β_0 мала, допуская, что

$$T'_0 \approx T_x. \quad (13)$$

Чтобы проанализировать влияние линейной плотности пряжи на изменение угла при вершине баллона, величину P_{\min} из выражения (9) подставим под радикал выражения (7) и, выразив натяжение пряжи T_x , получим:

$$\sqrt{\frac{m}{T_x}} = \frac{1}{10^3 \sqrt{P\left(1 - \frac{C_p}{50}\right)}}. \quad (14)$$

Из выражения (14) видно, что величина предельного угла при вершине баллона не зависит от линейной плотности, а зависит только от относительной разрывной нагрузки пряжи и ее коэффициента вариации.

Относительная разрывная нагрузка для хлопчатобумажной пряжи кардной и гребенной систем прядения линейной плотности от 5 до 54 текс варьируется от 100 до 172 мН, а соответствующий коэффициент вариации – от 12,5 до 19,2%, что приводит к колебанию величины предельного угла от $6^{\circ}30'$ до 8° .

При изменении частоты вращения веретен в диапазоне от 9 до 15,5 тыс. об/мин предельный угол для пряжи линейной плотности 25 текс меняется от 8° до 6° .

Исследования условий, при которых наиболее вероятен обрыв пряжи от повышенного натяжения на участке вытяжной прибор–нитепроводник, позволили определить значения предельного угла при вершине баллона: для формирования нижней части початка он составляет $6...9^{\circ}$, при формировании верхней части $9...12^{\circ}$.

ВЫВОДЫ

1. На основании аналитического и экспериментального исследований разработана методика определения оптимального

угла перегиба нити в нитепроводнике, обеспечивающего наилучшие условия формирования и наматывания пряжи.

2. Установлено, что величина предельного угла при вершине баллона не зависит от линейной плотности, а зависит только от относительной разрывной нагрузки пряжи и ее коэффициента вариации.

3. Определены значения угла наклона линии выпускной цилиндр – нитепроводник, обеспечивающие наиболее благоприятные условия распространения крутки за нитепроводник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Т. Прядение хлопка. – М.: Легкая промышленность, 1951.
2. Столяров А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С.41...44.
3. Столяров А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. С.28...31.
4. Столяров А.А. О натяжении нити в точке наматывания при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине. – Иваново: ВИНТИ, 2006, №388.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 05.06.10.
