

УДК. 677.052.932.8

З. Эркинов¹, Б. Мардонов¹, К. Жуманиязов¹, Х. Парпиев²

¹Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности
100100, Узбекистан, Ташкент, ул. Шохжахон, 5

²Наманганский инженерно-технологический институт
160103, Узбекистан, Наманган, 3-микрорайон, ул. Касансайская, 7.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ШАРИКА, РЕГУЛИРУЮЩЕГО РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТКИ ВДОЛЬ ПРЯЖИ

© З. Эркинов, Б. Мардонов, К. Жуманиязов, Х. Парпиев, 2016

В данной статье проанализировано состояние техники и технологии кручения, изучено движение шарика, регулирующего равномерное распределение крутки крученой пряжи, под действием натяжения нити. Для равномерного распространения крутки вдоль нити при разных углах огибания поверхности рассчитаны параметры движущегося шарика, установленного на полом веретене. По результатам теоретических исследований, полученным на новом устройстве кручения, проводились предварительные эксперименты по выработке образцов крученой пряжи и проведена оценка распределения числа кручений.

Ключевые слова: кручение, пряжа, техника, сосуд, шарик, уравнение, натяжение, угол, крутка, равномерно.

Введение. Повышение конкурентоспособности хлопчатобумажных изделий является важнейшей задачей отрасли и ее можно решить путем увеличения объема выпуска продукции, расширения ассортимента, улучшения качества и повышения эффективности работы текстильного производства.

В производстве крученых изделий создают разнообразнейшие структуры нитей. Процесс кручения в производстве крученой пряжи считается основным процессом на этом этапе. Поэтому вопросам совершенствования техники и технологии крутильного производства, а также ниточного производства уделяется большое внимание.

Крученые нити в настоящее время на текстильных предприятиях в основном производятся на машинах двойного кручения. Исследования показали, что несмотря на высокую производительность машин двойного кручения, имеются недостатки в виде ограниченности вырабатываемого ассортимента, а также неравномерного распределения крутки.

В целях увеличения ассортимента текстильных материалов и требований, предъявляемых к крученой пряже, авторами разработано новое устройство, позволяющее выработать крученую пряжу [1].

Для определения оптимальных параметров рабочих органов нового устройства было проведено теоретическое исследование. Изучена динамика вращательного движения по сферической поверхности шарика, определяющего кинематические показатели нового устройства [2, 3].

В данной статье изучено движение шарика, регулирующего равномерное распределение крутки вдоль крученой пряжи.

Теоретическое исследование. Шарик массой m контактирует с движущейся по его поверхности нитью вдоль дуги обхвата $s_0 = r\alpha_0$ (рис. 1). Движение

шарика начинается в момент времени $t = 0$, при котором натяжение нити вдоль дуги распределено по закону Эйлера:

$$T_c = T_n \exp(f\alpha) \quad (0 < \alpha < \alpha_0).$$

В процессе вращения шара на нить дополнительно действует центробежная сила $m_0 r \dot{\varphi}^2$ (m_0 — погонная масса нити, $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$, φ — угол поворота шарика вокруг оси oz с центром в точке O'), что приводит к изменению натяжения нити.

Уравнение равновесия нити с учетом вращения шарика записываем в естественных координатах в виде

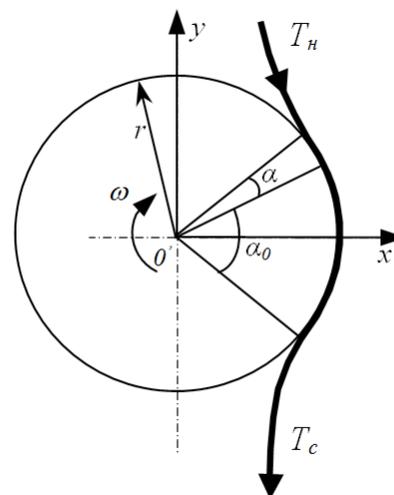


Рис. 1. Схема контакта шарика с движущейся на его поверхности нитью

$$\frac{dT}{ds} - \tau = 0 \quad (1)$$

$$\frac{T}{r} - q = m_0 r \dot{\varphi}^2 \quad (2)$$

где $T = T(t, \alpha)$ — натяжение нити в произвольной дуге контакта.

$s = r\sigma$ дуга обхвата, τ и q касательное и нормальное усилия на поверхности шара на единицу длины. Принимаем, что на поверхности контакта эти усилия связаны по закону сухого трения Кулона (f — коэффициент трения), т. е.

$$\tau = fq. \quad (3)$$

Вычитая (1) из (2) с учетом (3) получаем:

$$\frac{dT}{d\alpha} - Tf = -m_0 r^2 \dot{\varphi}^2 f. \quad (4)$$

Уравнение (4) интегрируется при условии:

$$T = T_{н0} \text{ при } \alpha = 0; \quad (5)$$

Тогда решение уравнения (4) имеет вид:

$$T = (T_{и0} - m_0 r^2 \dot{\varphi}^2) e^{f\alpha} + m_0 r^2 \dot{\varphi}^2. \quad (6)$$

При $\alpha = \alpha_0$ имеем:

$$T_{с0} = T_{н0} e^{f\alpha_0} - m_0 r^2 \dot{\varphi}^2 (e^{f\alpha_0} - 1). \quad (7)$$

В этом случае контактная сила с учетом (1) будет равна:

$$F = r \int_0^{\alpha_0} \tau \cdot d\alpha = (e^{f\alpha_0} - 1) [T_{н0} - m_0 r^2 \dot{\varphi}^2]. \quad (8)$$

Записываем уравнение движения шарика при известном значении угла α_0 :

$$J\ddot{\varphi} + m_0 r^3 \dot{\varphi}^2 (e^{f\alpha_0} - 1) = r \cdot T_{н0} (e^{f\alpha_0} - 1). \quad (9)$$

здесь J — момент инерции шара.

Это уравнение описывает вращательное движение шарика. Вводя следующие обозначения:

$$a = \frac{m_0 r^3}{J} (e^{f\alpha_0} - 1), \quad b = \frac{T_{н0} r}{J} (e^{f\alpha_0} - 1), \quad \gamma = \sqrt{ab}$$

решение уравнения приведем к виду:

$$\Phi + a\varphi^2 = b. \quad (10)$$

Для φ при условии $\dot{\varphi}(0) = 0$ имеет вид:

$$\dot{\varphi} = \frac{b}{\gamma} \operatorname{th} \gamma t. \quad (11)$$

Интегрируем уравнение (11) при условии $\varphi(0) = 0$

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{b \ln}{\gamma^2} [(\operatorname{ch} \gamma t)] = \varphi_0 + \frac{b}{\gamma^2} \operatorname{lnch} \gamma t.$$

Таким образом, закон изменения угла поворота шарика, вокруг центра тяжести описывается выражением:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{b}{\gamma^2} \operatorname{lnch} \gamma t = \varphi_0 + \frac{b}{ab} \ln(\operatorname{ch} \gamma t) = \varphi_0 + \frac{1}{a} \operatorname{lnch} \gamma t \quad (12)$$

Предельные значения угловой скорости шарика будет:

$$\dot{\varphi} = \frac{b}{\gamma} = \sqrt{\frac{b}{a}} = \sqrt{\frac{T_{н0} r (e^{f\alpha_0} - 1)}{J} \cdot \frac{J}{m_0 r^3 (e^{f\alpha_0} - 1)}} = \sqrt{\frac{T_{н0}}{m_0 r^2}} \text{ при } t \rightarrow \infty$$

$$\text{То есть: } \dot{\varphi}_{np} = \sqrt{\frac{T_{н0}}{m_0 r^2}}. \quad (13)$$

Сила натяжения нити с учетом угловой скорости, определяется в виде:

$$T = \left[T_{н0} - m_0 r^2 \cdot \frac{b^2}{\gamma^2} \operatorname{th}^2 \gamma t \right] e^{f\alpha} + m r^2 \cdot \frac{b^2}{\gamma^2} \operatorname{th}^2 \gamma t. \quad (14)$$

Натяжение на сбегающей части нити равно:

$$T_{с0} = \left[T_{н0} - m_0 r^2 \cdot \frac{b^2}{\gamma^2} \operatorname{th}^2 \gamma t \right] e^{f\alpha_0} + m r^2 \cdot \frac{b^2}{\gamma^2} \operatorname{th}^2 \gamma t. \quad (15)$$

$$\text{Имеем: } T_{с0} = \left[T_{н0} - m_0 r^2 \cdot \frac{b}{a} \right] e^{f\alpha_0} + m r^2 \cdot \frac{b}{a} \text{ при } t \rightarrow \infty$$

Анализ теоретических результатов: На рисунке 2 приведены характеры изменения угловой скорости шарика в зависимости от времени — t . Наблюдается, что при $\gamma \rightarrow \infty$, $\omega = \dot{\varphi}$ стремится к своему предельному значению $\omega = \dot{\varphi} \approx \omega_{np}$. Этот закон соответствует экспериментальным значениям ω . На рисунке 3 приведено изменение натяжения нити $T_{с0}/T_{н0}$ от времени — t , при различных значениях параметра — γ .

Из графиков следует, что с увеличением параметра γ , значение натяжения нити быстрее стремится к предельному T_{np} . Это означает, что, вращение шарика становится стационарным и способствует равномерному распределению крутки вдоль нити.

Практическое исследование. По данным теоретических исследований на новой установке кручения пряжи проводились предварительные эксперименты по выработке крученой пряжи.

Принцип работы предлагаемого устройства заключается в том, что трощеная пряжа сматываясь с вращающейся бобины, насаженной на полый шпиндель образуя баллон поступает на насадку, насаженную в верхнюю часть шпинделя. Насадка состоит из втулки, с эксцентричным отверстием, в полость которой вставлен шарик, находящийся в гнезде подпружиненной пряже выводимой трубки, благодаря которому происходит удерживание трощёной пряжи. Скручивание пряжи происходит на участке шариковый зажим — выпускная пара, при вращении шпинделя вместе с насаженной на него насадкой. Выходя из трубки, пряжа получившая кручение, поступает на выпускную пару и наматывается на цилиндрическую бобину.

Механические свойства текстильных нитей и волокон влияют на протекание технологических процессов и свойства формируемого продукта. Поэтому их необходимо знать и рационально использовать. Ввиду больших масштабов применения процессов кручения даже мелкие технологические усовершенствования или улучшения качества вырабатываемой нити дают значительный экономический эффект [4].

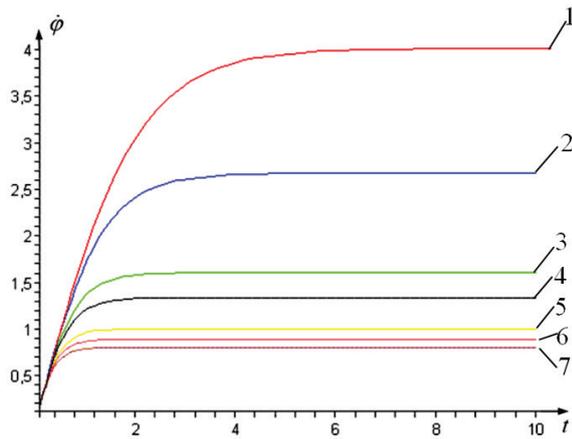


Рис. 2. Изменение угловой скорости шарика в зависимости от времени — t (сек) при различных значениях параметра $\gamma = \sqrt{ab}$: 1 — $\gamma = 0,5$, 2 — $\gamma = 0,75$, 3 — $\gamma = 1,25$, 4 — $\gamma = 1,5$, 5 — $\gamma = 2,0$, 6 — $\gamma = 2,25$, 7 — $\gamma = 2,5$

По результатам теоретических исследований шарик играет большую роль в равномерном распределении крутки на пряже и натяжения нити.

С целью решения основной задачи данной работы была выработана крученая пряжа разных ассортиментов однопроцесным способом с разными числами сложений (2,3,5,6,9,12). Также проведены теоретические исследования нового устройства вырабатывающего крученую пряжу, и по результатам опытов налажена его работа.

Для проведения предварительного эксперимента выбрана однониточная пряжа линейной плотности 37 текс из СП «ПОП ФЕН». На установке выработана крученая пряжа линейной плотности 37х6 текс и изучены физико-механические свойства. Так как, основной целью исследования было достижение равномерного распределения крутки вдоль пряжи и для сравнения, крученой пряжи выработали двух вариантов: при насадке с шариком и без шарика (рис. 4, 5).

Анализ теоретических результатов: На рисунках (рис.4, 5) приведены результаты испытаний по определению числа кручений и укрутки экспериментальной крученой пряжи, выработанной на новом устройстве. Как показано на гистограмме (рис.4) распределение крутки крученой пряжи с шариковой насадкой равномерно, чем у крученой пряжи с насадкой без шарика. Также, практическое значение крутки пряжи с шариковой насадкой более близко к номинальному (200кр/метр), чем у крученой пряжи с насадкой без шарика. Это объясняется тем, что при выработке крученой пряжи с шариковой насадкой, установленный шарик придаёт одинаковое натяжение на пряжу проходящую через насадку. Это подтверждает результаты теоретических исследований. Аналогичные положительные результаты получены и по укрутке (рис. 5) крученой пряжи.

Выводы:

1. Исследован закон движения шарика внутри вращающего сосуда под действием натяжения нити.

2. Получен характер изменения угловой скорости шарика от времени.

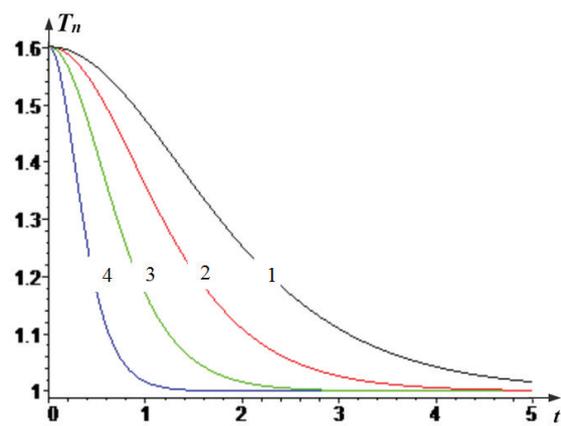


Рис.3. Изменение натяжения $T_c = T(t, \alpha_0)$ (отнесенное к T_n) от времени t (сек) при $f = 0,3$, $\alpha_0 = 90^\circ$ различных значениях параметра $\gamma = \sqrt{ab}$: 1 — $\gamma = 0,5$, 2 — $\gamma = 0,75$, 3 — $\gamma = 1,25$, 4 — $\gamma = 2,5$

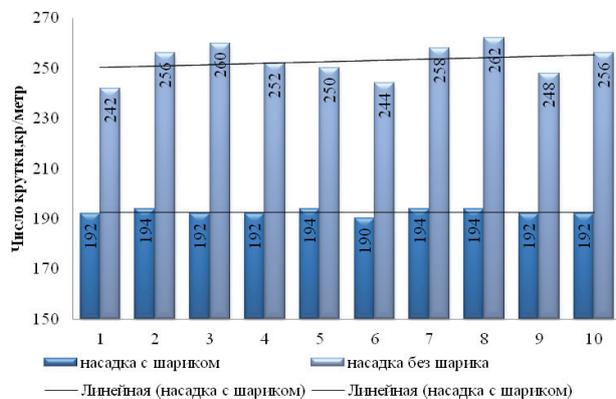


Рис. 4. Распределение крутки на крученой пряже выработанной на новом устройстве

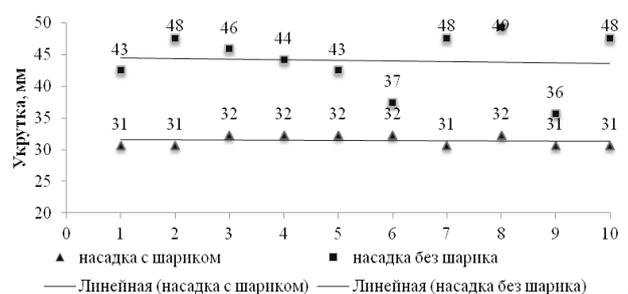


Рис. 5. Укрутка экспериментальной крученой пряжи

3. Установлен закон изменения натяжения нити в зависимости от параметра — γ .

4. По данным теоретических исследований на новой установке кручения пряжи проводились предварительные эксперименты по выработке крученой пряжи.

5. По результатам предварительного эксперимента, крутка на крученой пряже выработанной на новом устройстве распределена более равномерно, чем подтверждаются результаты теоретических исследований.

Список литературы

1. Парпиев Х., Эркинов З., Мелибоев У., Азизов И. Устройство для кручения пряжи Патент РУз. FAP 00565/ Бюллетень изобретений.
2. Эркинов З., Парпиев Х. Усовершенствование технологии производства многониточной крученой пряжи. // Молодые ученые — развитию текстильной и легкой промышленности. (Поиск-2011) ИГТА. 2011
3. Эркинов З., Парпиев Х., Атаханов А., Каримов А. Теоретическое исследование технологических и кинематических показателей нового устройства для кручения нити. «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности». (Прогресс-2013) ИГТА. 2013
4. Зарецкас С. — Г. С. Механические свойства нитей при кручении. // М.: Легкая индустрия, 1979. 184с.

Z. Erkinov¹, B. Mardonov¹, K. Jumaniyazov¹, KH. Parpiyev²

¹The Tashkent Institute of Textile and Light Industry, 100100, Uzbekistan, Tashkent, Shohzhahon 5

²Namangan Engineering and Technological Institute 160103, Uzbekistan, Namangan shahar, Kosonsoy ko'cha, 7

Determination of the law of motion ball that apply even distribution along twist yarn

This paper analyzes the state of the art technology and torsion, studied the movement of the ball that regulates uniform distribution of the twist plied yarn under the action of thread tension. To evenly spread along the twisting yarn at different angles of diffraction surface of the parameters of a moving ball designed, installed on the floor spindle. According to the results of theoretical research obtained on the new device torsion conducted preliminary experiments to develop a twisted yarn samples and evaluated the distribution of the number of twists

Keywords: twisting, yarn, machinery, container, bead, equation, tension, angle, twist, evenly.

References

1. Parpiyev H., Erkinov Z., Meliboev U. Azizov I. Patent Uzbekistan. *Ustrojstvo dlja kruchenija prjazhi* [Torsion device yarn]. FAP 00565. Bulletin of the inventions. (in Uzbek)
2. Erkinov Z., Parpiyev H. Improvement of production technology of a multi-plyed yarns. *Molodye uchenye — razvitiju tekstil'noj i legkoj promyshlennosti* [Young scientists — the development of the textile and light industry]. (Search-2011) ISTA. (in russ)
3. Erkinov Z., Parpiyev H., Atakhanov A. Karimov A. Theoretical research of technological and kinematic parameters of the new device for the twists. *Sovremennye naukoemkie tehnologii i perspektivnye materialy tekstil'noj i legkoj promyshlennosti* [Modern high technologies and advanced materials for textile and light industry]. (Progress 2013) ISTA. (in russ)
4. Zaretskas C — G. *Mehanicheskie svojstva nitej pri kruchenii*. [The mechanical properties of the filaments in torsion]. // Moscow. Light Industry, 1979. 184 p. (in russ)