

Разработка метода измерений поперечника крученой хлопчатобумажной пряжи

Ю. С. Шустов^{*1}, Т. В. Зиновьев^{**}, В. П. Зиновьев^{**}

**Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия*

***Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный
медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна, Москва, Россия*

Аннотация

В работе проведена классификация методов оценки распределения волокон в поперечном сечении пряжи. Однако кручёная пряжа отличается от одиночной и по структуре, и по внешнему виду, поэтому метод измерения диаметра кручёной пряжи имеет некоторые особенности, связанные с отличием её от одиночной. В этой связи появилась необходимость разработки более корректного метода определения объёмной плотности и диаметра кручёного продукта.

В работе предложен метод измерения диаметра крученой пряжи, который отличается от поперечного сечения одиночной пряжи. Приведены конкретные результаты расчета объёмной плотности крученой пряжи с помощью прикладного пакета Mathcad с учетом угла наклона составляющих стренг.

Ключевые слова

Пряжа хлопчатобумажная крученая, стренги, объёмная плотность, поперечник, прикладной пакет.

Введение

Исследование большого числа поперечных срезов дает возможность установить физическое расположение волокон различных компонентов в пряже, полученной различными способами прядения. Эффективность перемешивания разнородных волокон в каждом сечении пряжи оценивается различными способами. Классификация методов оценки распределения волокон подробно рассмотрена в работе И. Г. Рашкована [1]. Все имеющиеся

методы условно можно разбить на четыре группы.

Первая группа — методы, которые дают количественную оценку распределения волокон в радиальном направлении поперечного сечения пряжи. К ним относятся методы И. Гамильтона [2], Ф. Маилларда [3], Л. Рудольфа [4], Е. Киршнера [5], Н. И. Ратиани [6], А. Г. Севостьянова [7].

Вторая группа — методы, которые дают количественную оценку секториального распределения волокон в поперечном

¹ Для переписки:

Email: shustov-yus@rguk.ru

сечении пряжи. К ним относятся методы М. И. Коплана и М. Г. Блоха [8], В. Г. Клейна [9], А. Г. Севостьянова [7].

Третья группа — методы, которые дают количественную оценку распределения смешанных волокон вдоль пряжи. К ним относятся методы П. И. Аристова [10], М. И. Коплана и В. Г. Клейна [9], А. Г. Севостьянова [7].

Четвертая группа — методы, в которых перемешивание исследуется посредством оценки величины и числа групп волокон разнородных компонентов. К ним относятся методы Е. Киршнера [5], М. И. Коплана и В. Г. Клейна [9], М. В. Эммануэля [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Метод измерения поперечника (диаметра) кручёной пряжи в основном повторяет метод измерения поперечника одиночной пряжи. Однако, кручёная пряжа отличается от одиночной и по структуре, и по внешнему виду, поэтому метод измерения диаметра кручёной пряжи имеет некоторые особенности, связанные с отличием её от одиночной в структурном смысле.

Структурные особенности хорошо видны на рисунке 1, где показаны поперечные сечения кручёной пряжи с различным числом сложений.

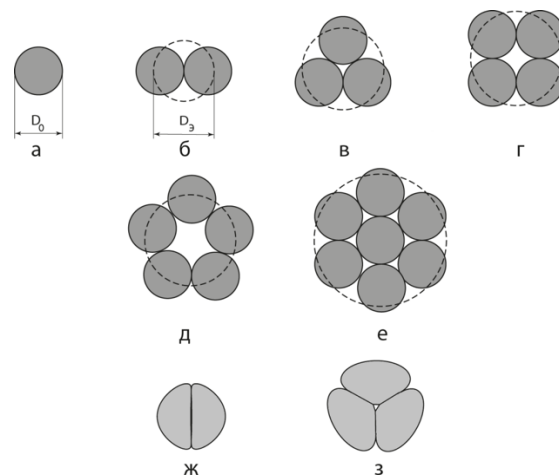
Пунктирная линия показывает так называемый эквивалентный диаметр, который получается, если вести расчёты по формуле (1), зная суммарную линейную плотность кручёного продукта и его объёмную плотность:

$$d = 0.0357T,$$

где T — линейная плотность пучка; γ — объёмная плотность пучка.

Как видно из рисунка 1, только сечения кручёной пряжи «ж» и «з» достаточно точно соответствуют понятию круглого сечения. Все остальные случаи не имеют

ничего общего с расчётными значениями эквивалентного диаметра.



а — сечение одиночной пряжи; б — сечение пряжи с креповой круткой в два сложения; в — сечение пряжи с креповой круткой в 3 сложения; г, д, е — сечение пряжи с креповой круткой в 4, 5, 7 сложений с трубчатой и стержневой структурой; ж, з — сечения пряжи с круткой малой и средней интенсивности в 2 и 3 сложения.

Рисунок 1 — Структура кручёной пряжи с различным числом сложений

Однако, справедливости ради нужно отметить, что случаи «б, в, г, д, е» имеют место только при очень высокой степени скрученности продукта, когда объёмная плотность близка к своему предельно максимальному значению и жёсткость пряжи не даёт возможность её деформировать в поперечном направлении при скручивании. Кроме того, структуры «г» и «д» являются неустойчивыми, так как пустота в середине в процессе скручивания стренг иногда заполняется одной из составляющих, что приводит к «штопорности» из-за неодинаковости натяжения составляющих и, как следствие, нерегулярности структуры.

Исходя из анализа рисунков 1ж и 1з, для корректного определения объёмной плотности кручёной пряжи нельзя использовать структурную модель, изображённую на рисунке 1б, так как это лишь частный случай возможной структуры

кручёной пряжи. В этой связи появилась необходимость разработки более корректного метода определения объёмной плотности и диаметра кручёного продукта.

Поскольку поперечное сечение одиночной составляющей в реальной кручёной пряже больше напоминает эллипс, то для определения объёмной плотности продукта в целом достаточно определить объёмную плотность одиночки в составе кручёного продукта.

Для осуществления поставленной задачи измерения проводились в соответствии с рисунком 2.

Здесь отрезок прямой АВ лежит в плоскости сечения кручёной пряжи, но нас в этом месте интересует сечение одиночной пряжи. В плоскости сечения одиночки лежит отрезок DE, который является большой осью эллиптического сечения одиночной пряжи. Рассуждая аналогичным образом, отрезок KL — это две малых оси эллипса. Зная величину большого и малого эллипса, легко можно определить его площадь, а далее, исходя из линейной плотности одиночки, рассчитать её объёмную

плотность. Также нужно отметить, что отрезок АВ соединяет две точки в наиболее узком месте проекции кручёной пряжи, а отрезок FG — наиболее широкий. Точка С — это середина отрезка АВ.

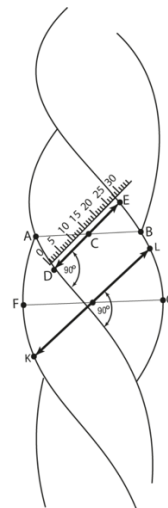


Рисунок 2 — Схема измерения большой и малой оси эллиптического сечения кручёной пряжи

Пример расчёта объёмной плотности кручёной пряжи с помощью математического прикладного пакета Mathcad приведён ниже на рисунках 3 и 4.

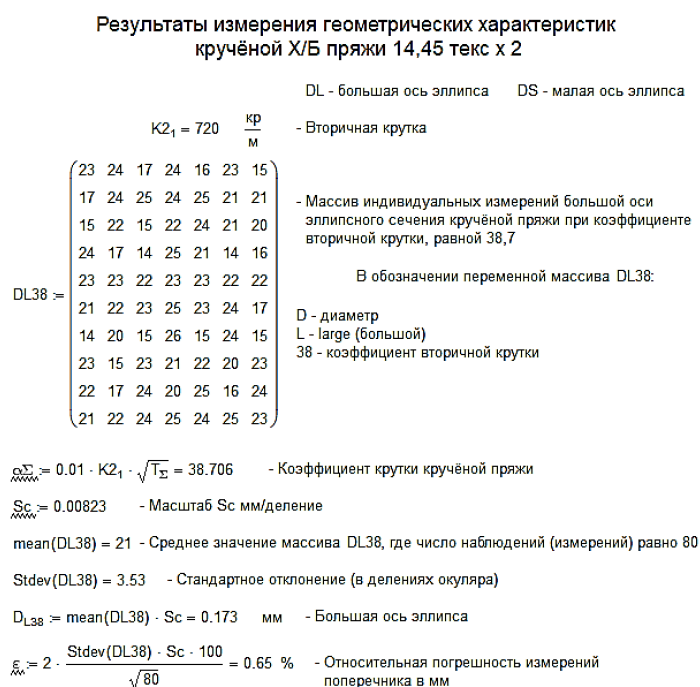


Рисунок 3 — Пример расчёта объёмной плотности и диаметра кручёной пряжи 14.45 текс × 2 (начало)

$$DS_{2_38} = \begin{pmatrix} 27 & 33 & 27 & 30 & 34 & 30 & 32 \\ 32 & 31 & 30 & 29 & 32 & 26 & 27 \\ 33 & 27 & 33 & 31 & 29 & 25 & 30 \\ 29 & 25 & 30 & 33 & 29 & 29 & 33 \\ 31 & 33 & 31 & 28 & 30 & 27 & 29 \\ 35 & 29 & 29 & 30 & 31 & 27 & 34 \\ 30 & 30 & 33 & 33 & 31 & 26 & 32 \\ 32 & 30 & 30 & 30 & 32 & 34 & 30 \\ 27 & 33 & 30 & 35 & 29 & 33 & 32 \\ 32 & 30 & 29 & 32 & 30 & 29 & 30 \end{pmatrix}$$

- Массив индивидуальных измерений малой оси эллипсного сечения кручёной пряжи при коэффициенте вторичной крутки, равной 38,7

В обозначении переменной массива DS_{2_38}:

D - диаметр
S - small (малый)
38 - коэффициент вторичной крутки
2 - удвоенное значение величины малой оси

$$Sc_{\text{www}} = 0.00823 \quad \text{- Масштаб } Sc \text{ мм/деление}$$

$$\text{mean}(DS_{2_38}) = 30.343 \quad \text{- Среднее значение массива } DS_{2_38},$$

где число наблюдений (измерений) равно 80

$$\text{Stdev}(DS_{2_38}) = 2.352 \quad \text{- Стандартное отклонение (в делениях окуляра)}$$

$$D_{S_{2_38}} = \text{mean}(DS_{2_38}) \cdot Sc \cdot 0.5 = 0.125 \quad \text{мм} \quad \text{- Малая ось эллипса.}$$

Число 0,5 в выражении - это деление на 2

$$\varepsilon_{\text{www}} = 2 \cdot \frac{\text{Stdev}(DS_{2_38}) \cdot Sc \cdot 100}{\sqrt{80}} = 0.433 \quad \text{\%} \quad \text{- Относительная погрешность измерений поперечника в мм}$$

Большая ось: $D_{L38} = 0.173 \quad \text{мм}$

Малая ось: $D_{S_{2_38}} = 0.125 \quad \text{мм}$

$$\gamma_{38} = \frac{0.00127 \cdot T_{\text{пр}} \cdot 1}{D_{L38} \cdot D_{S_{2_38}}} = 0.8504 \quad \frac{\text{мг}}{\text{мм}^3} \quad \text{- Объёмная плотность кручёной пряжи (объёмная плотность одиночек в составе кручёной)}$$

$$DTwist_{38\text{equivalent}} = 0.0356 \cdot \sqrt{\frac{T_{\Sigma}}{\gamma_{38}}} = 0.208 \quad \text{мм} \quad \text{- Эквивалентный диаметр кручёной пряжи}$$

Рисунок 4 — Пример расчёта объёмной плотности и диаметра кручёной пряжи
14.45 текс × 2 (продолжение)

Выводы

1. Разработан метод определения объёмной плотности и диаметра кручёной Х/Б пряжи.
2. Учтены особенности поперечной деформации кручёной пряжи с целью более корректного определения её диаметра и объёмной плотности.
3. Учтён угол наклона составляющих стренг при расчёте площади их поперечного сечения в составе кручёного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Рашкован И. Г. Методы оценки распределения волокон по перечным сечениям пряжи. М., Легкая индустрия, 1977, 200 с.
- [2]. Hamilton J. B. The radial distribution of fibres in biended Yarn. *Journal of*

the Textile Institute, vol. 49, 1958, №9, pp. 411-433.

[3]. Maillard E. Untersuchungen an Polyamid. *Woll-Mischungen. Chemiefasern* 1961, №12b, pp. 818-826.

[4]. Rudolph L. Untersuchungen uber die Fasergruppierung im Gespinstquerschnitt bei einigen Fasermischungen. *Textil und Faserstofftechnik*, № 5, 1955, pp. 293-300.

[5]. Kirschner E. Das Verhalten der eingemisten Fasern wahrend der Verarbeitung, *Melliand Textilberichte*, 1963, № 1, pp. 22-27

[6]. Ратиани Н. Н. Исследование методов изучения структурной неровноты пряжи. Дисс...к.т.н. 1965

[7]. Севостьянов А. Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения. М.: Ростехиздат, 1961.

[8]. Coplan M. I., Bloch M. G. A study of Blendet Woolen Struetures Part 11 *Textile Research journal*, 1955, vol. XXV, № 11.

[9]. Coplan M. J. and William G. A Study of Blended Woolen. Structures. *Textile Research journal*, 1955, vol. XXV, № 9.

[10]. Аристов П. И. Об изменении системы приготовления ленты и ровницы

при производстве меланжевой пряжи. *Труды ИВНИТИ*. Т. XXIV, 1960.

[11]. Эммануэль М. В. Оценка качества перемешивания волокон разных компонентов на основе анализа срезов ровницы и пряжи. *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, 1962, №3, с.64-74.

Шустов Юрий Степанович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения и товарной экспертизы, Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Российская Федерация, 119071, Москва, Малая Калужская ул., д. 1).

Зиновьев Тимофей Викторович — научный сотрудник, Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна (Российская Федерация, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23).

Зиновьев Виктор Павлович — канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна (Российская Федерация, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23).

Development of a method for measurement of the cross-dimension of twisted cotton yarn

Yu. S. Shustov^{*,1}, T. V. Zinoviev^{**}, V. P. Zinoviev^{**}

**The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia*

***State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center named after A. I. Burnazyan, Moscow, Russia*

Abstract

The work provides a classification of methods for assessing the distribution of fibers in the cross section of yarn. However, twisted yarn differs from single yarn both in structure and appearance, therefore the method of measuring the diameter of twisted yarn has some features associated precisely with its difference from single yarn. In this regard, there was a need to develop a more correct method for determining the bulk density and diameter of the twisted product.

This paper proposes a method for measuring the diameter of twisted yarn, which is different from the cross-section of a single yarn. Specific results are presented for calculating the bulk density of twisted yarn using the Mathcad application package, taking into account the angle of inclination of the components of the strands.

Keywords

Twisted cotton yarn, strands, bulk density, diameter, application package.

REFERENCES

- [1]. Rashkovan I. G. Metody otsenki raspredeleniya volokon po perechnym secheniyam pryazhi [Methods for assessing fiber distribution across yarn cross sections]. Moscow: Legkaya industriya Publ., 1977, 200 p. (In Russ.)
- [2]. Hamilton J. B. The radial distribution of fibres in biended Yarn, «Journal of the Textile Institute», vol. 49, 1958, №9, pp. 411–433.
- [3]. Maillard E. Untersuchungen an Polyamid / Woll-Mischungen, «Chemiefasern» №12b 1961, pp. 818–826.
- [4]. Rudolph L. Untersuchungen uber die Fasergruppierung im Gespinstquerschnitt bei einigen Fasermischungen «Textil und Faserstofftechnik», № 5, 1955, pp. 293–300.
- [5]. Kirschner E. Das Verhalten der eingemisten Fasern wahrend der Verarbeitung, *Melliand Textilberichte*, 1963, № 1, pp. 22–27.
- [6]. Ratiani N. N. Issledovaniye metodov izucheniya strukturnoy nerovnoty pryazhi [Research on methods for studying the structural unevenness of yarn]. PhD thesis, 1965. (In Russ.)

¹ *Corresponding author:*
Email: shustov-yus@rguk.ru

[7]. Sevostyanov A. G. Metody issledovaniya nerovnoty produktov pryadeniya [Methods for studying the unevenness of spinning products]. Moscow, Rostekhizdat Publ., 1961. (In Russ.)

[8]. Coplan M. I., Bloch M. G. A study of Blendet Woolen Structures Part 11 *Textile Research journal*, 1955, vol. XXV, №11.

[9]. Coplan M. J. and William G. A Study of Blended Woolen Structures. *Textile Research journal*, 1955, vol. XXV, № 9.

[10]. Aristov P.I. On changing the system for preparing sliver and roving in the production of melange yarn [Ob izmenenii

sistemy prigotovleniya lenty i rovnitsy pri proizvodstve melanzhevoy pryazhi]. *Proceedings of IvNITI*, vol. XXIV, 1960. (In Russ.)

[11]. Emmanuel M. V. Otsenka kachestva peremeshivaniya volokon raznykh komponentov na osnove analiza srezov rovnitsy i pryazhi [Assessment of the quality of mixing fibers of different components based on the analysis of roving and yarn sections], *Izvestiia vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti* [Textile Industry Technology. Series: "Proceedings of Higher Educational Institutions"], 1962, №3, c.64-74. (In Russ.)

Shustov Yu. S. — Dr. Sc. (Eng.), Head of the Department of Materials Science and Commodity Expertise, The Kosygin State University of Russia (Malaya Kaluzhskaya st., 1, Moscow, 119071 Russian Federation).

Zinoviev T. V. — Researcher, State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center named after A. I. Burnazyan (Marshala Novikova st., 23, 123098, Moscow, Russian Federation).

Zinoviev V. P. — Cand. Sc. (Tech.), Leading Researcher, State Scientific Center of the Russian Federation — Federal Medical Biophysical Center named after A. I. Burnazyan (Marshala Novikova st., 23, 123098, Moscow, Russian Federation).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Разработка метода измерений поперечника крученой хлопчатобумажной пряжи / Ю. С. Шустов, Т. В. Зиновьев, В. П. Зиновьев // Промышленные процессы и технологии. 2023. Т. 3. № 3(10). С. 42 – 48.

DOI: 10.37816/2713-0789-2023-3-3(10)-42-48

Please cite this article as:

Shustov Yu. S., Zinoviev T. V., Zinoviev V. P. Development of a method for measurement of the cross-dimension of twisted cotton yarn. *Industrial processes and Technologies*, 2023, vol. 3, no. 3(10), pp. 42 – 48.

DOI: 10.37816/2713-0789-2023-3-3(10)-42-48