

УДК 677.072.61:001.8

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КРУЧЕНОЙ ПРЯЖИ**

Д.П. ЗУБКО, Н.А. КОРОБОВ, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В целях совершенствования методов измерения показателей скрученности пряжи с использованием современных компьютерных средств первоначально теоретически определяли вид поверхности крученой пряжи. Объектом исследования служила хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 32,0 текс × 2 с вторичной круткой 416 кр/м.

Согласно [1] модель поверхности крученой нитки относили к цилиндрической винтовой поверхности, а ее линии очерка описывали уравнениями циклоиды. Анализ поверхности крученой пряжи показал, что при построении ее проекции на плоскость, параллельную оси пряжи в пределах одного кручения, она также проецируется в виде циклоиды.

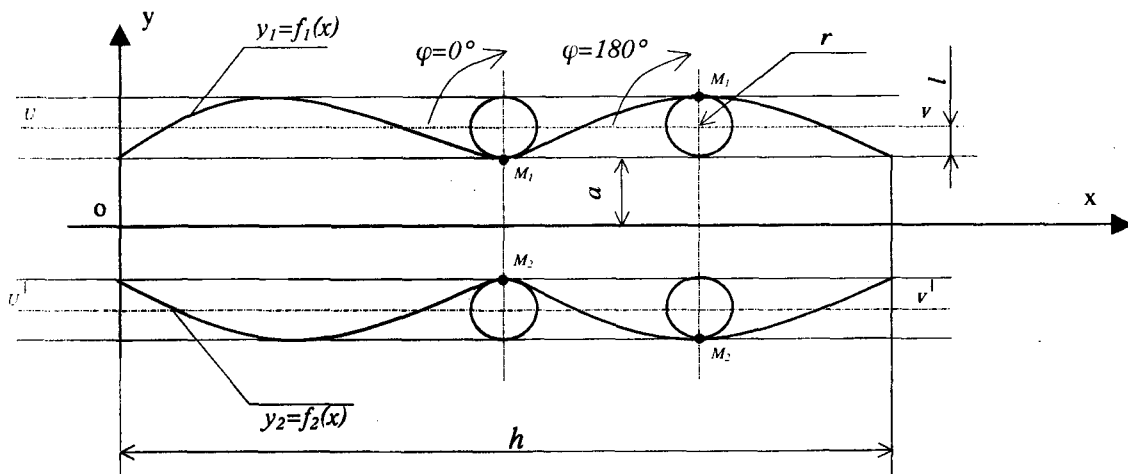


Рис.1

Для записи уравнений циклоиды расположим систему координат таким образом, чтобы ось  $ox$  совпадала с продольной осью крученой пряжи (рис.1).

Зададимся радиусом  $r$  производящего круга, расстоянием от точки  $M$  до центра производящей окружности  $l$ , постоянным значением  $a$ , характеризующим смещение

циклоиды вдоль оси  $oy$  и построим линии очерка пряжи  $y_1 = f_1(x)$  и  $y_2 = f_2(x)$ . Угол поворота  $\varphi$  характеризует поворот точки  $M$  от ее начального положения. Диапазон изменения угла  $\varphi$  от 0 до  $2\pi$ . При построении линии очерка  $y_2$  необходимо учитывать, что линия очерка  $y_2 = f_2(x)$  имеет фазовый сдвиг  $\alpha = \varphi + 180^\circ$ .

С учетом вышеизложенного параметрические уравнения линий очерка крученной пряжи в общем виде запишутся так:

для  $y_1 = f_1(x)$ :

$$\begin{aligned} x &= r\varphi - l \sin\varphi, \\ y &= (a + r) - l \cos\varphi. \end{aligned} \quad (1)$$

для  $y_2 = f_2(x)$ :

$$\begin{aligned} x &= r\varphi - l \sin(\varphi + \alpha), \\ y &= -(a + r) + l \cos(\varphi + \alpha). \end{aligned} \quad (2)$$

Используя полученные уравнения и учитывая диаметр  $d_{пр}$  однониточной пряжи, рассчитаем основные показатели модели поверхности крученной пряжи, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателей	Обозначение	Значение
Средний шаг крутки, мм	$h$	2,54
Радиус производящей окружности, мм	$r = h/4\pi$	0,2
Линия центра производящей окружности, мм	$l = d_{пр}/4$	0,08
Смещение циклоиды, мм	$a = d_{пр}/2$	0,16

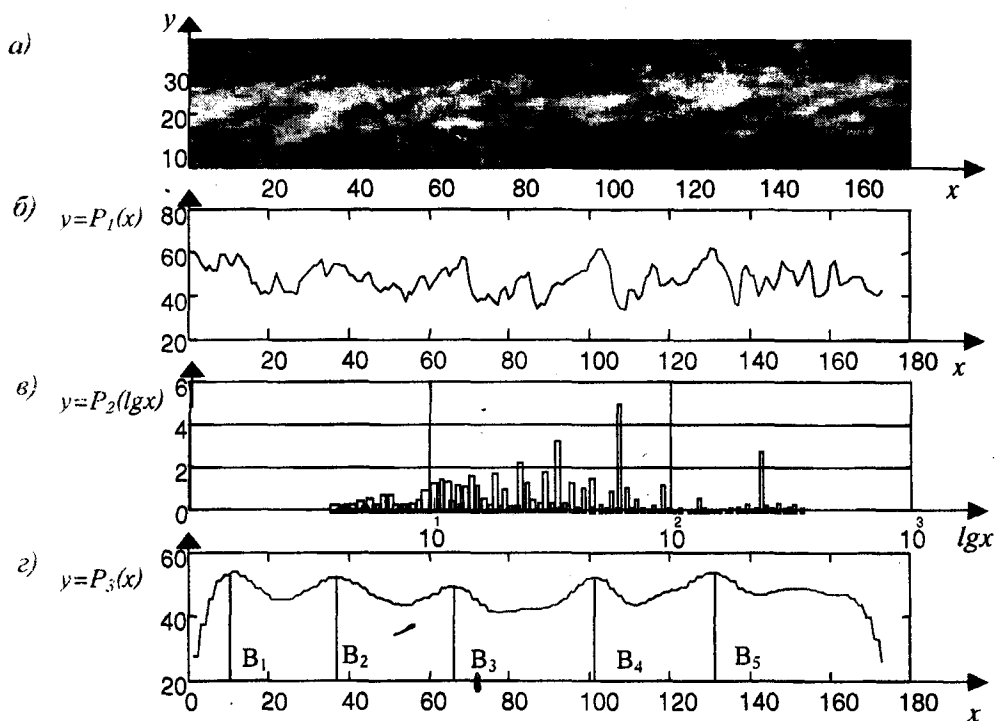


Рис.2

Компьютерное изображение поверхности крученной пряжи (рис.2-а) получали с помощью бытового планшетного сканера. Изображение получено с разрешением 600 пикселей на дюйм, а размер изображения по вертикальной и горизонтальной осям указан в пикселях. Визуальный анализ изображения поверхности пряжи показывает – по нему невозможно четко определить линии очерка поверхности пряжи. Это связано с тем, что реальная крученная

пряжа обладает неравномерностью по линейной плотности однониточной пряжи и ворсистостью, наличие которых и не позволяет однозначно установить границы пряжи. В связи с этим возникла необходимость в дополнительной информации о цифровом изображении.

Один из важнейших параметров при цифровом изображении – это тоновая характеристика, содержащая уровни распределения тонов между темными и светлыми

участками изображения. Для исследуемого объекта использовали серое полутоновое изображение, где тоновая характеристика определялась числовым диапазоном от 0 до 64. Нулевому значению соответствовал черный цвет, максимальному значению – самые светлые участки изображения.

Чтобы рассмотреть тоновый рисунок крученой пряжи, использовали изображение по линии, проходящей по центральной части пробы. В результате получили функцию  $y = P_1(x)$  (рис.2-б). Анализ распределения яркости по длине этой функции свидетельствует, что наиболее яркие участки изображения приходятся на места перегибов однониточной пряжи. Согласно [2] в принятой выше математической модели наиболее яркие участки изображения приходятся на положение максимумов на линии  $y_1 = f_1(x)$  и минимумов на линии  $y_2 = f_2(x)$ . Количество максимумов (минимумов) яркости изображения поверхности пряжи является показателем, отражающим количество кручений на исследуемом отрезке пряжи.

В целях уточнения среднего расстояния появления максимумов яркости функции  $y = P_1(x)$  первоначально получали амплитудный спектр на основе преобразования [3]:

$$P_{2s}(x) = \sqrt{b_s^2 + c_s^2} \quad (3)$$

Коэффициенты  $b_s$  и  $c_s$  определяли по формулам численного интегрирования :

$$b_s = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n P_{1i}(x) \cos \frac{2\pi}{s} \quad (4)$$

$$c_s = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n P_{1i}(x) \sin \frac{2\pi}{s} \quad (5)$$

где  $s$  – длина волны;  $n$  – длина вектора изображения.

Результаты вычислений, представленные в логарифмическом масштабе на рис.2-в, показывают, что максимальная амплитуда в спектре соответствует среднему значению расстояния появления максимумов яркости в изображении пряжи, что является полшагом крутки.

Для получения информации о неравномерности шага крутки использовали вейвлет-анализ [4]. Применение данного преобразования позволяет разделять крупные и мелкие детали сигналов с учетом одновременной локализации их на временной оси. В общем виде преобразование равно скалярному произведению функции  $P_1(x)$  и базисной функции  $\psi_{z,q}(x)$ :

$$P_3(x) = \langle P_1(x), \psi_{z,q}(x) \rangle = z^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} \psi\left(\frac{x-q}{z}\right) P_1(x) dx \quad (6)$$

Представим базисные функции в виде

$$\psi_{z,q}(x) = z^{-1/2} \psi\left(\frac{x-q}{z}\right) \text{ при } z \in \mathbb{R}^+, q \in \mathbb{R} \quad (7)$$

где  $z$  – параметр масштаба;  $q$  – параметр, характеризующий положение по оси  $ox$ .

Графическая интерпретация данного преобразования изображена на рис.2-г. Числовой анализ полученных результатов

с учетом функции  $P_3(x)$  показывает на неравномерность появления максимумов яркости в изображении на участке  $B_1B_5$  (рис.2-г). Соответствующие расчеты приведены в табл.2.

Таблица 2

Отрезок	$B_1B_2$	$B_2B_3$	$B_3B_4$	$B_4B_5$
Длина, мм	1,19	1,27	1,31	1,27

## ВЫВОДЫ

Разработана и апробирована методика теоретического и экспериментального исследования параметров скрученности крученой пряжи с использованием компьютерных средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.Н. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, № 1.

2. Грузман И.С. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах. – Новосибирск: НГТУ, 2000.

3. Лазарев Ю.Ф. MatLAB 5.x – Киев: Изд. группа ВНУ, 2000.

4. Новиков Л.В. Основы вейвлет-анализа сигналов. – С.-П.: РАН, 1999.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 03.12.01.

---