

УДК 677.054

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ ВОЛОКОН**

*А.Ю. МАТРОХИН, Б.Н. ГУСЕВ, Н.А. КОРОБОВ*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**

Первым этапом в технологии производства пряжи является проектирование качества первичного полуфабриката – смеси волокон. При решении этой проблемы возникает необходимость в выборе номенклатуры количественных показателей свойств смеси, основными из которых являются свойства, характеризующие линейными размерами волокон в продольном (длина) и в поперечном (толщина) направлениях.

Согласно [1] под длиной волокна подразумевается количественный показатель, характеризующийся расстоянием между его концами в распрямленном состоянии. Однако там же под термином "длина" понимается и простое свойство волокон. Следует отметить, что в соответствии с [2] под наименованием "длина" определена физическая величина (количественный показатель), являющаяся основной. Поэтому термин "длина", применяемый в [1], более

целесообразно использовать для наименования количественного показателя, выраженного в абсолютных единицах [мм] (длина, средняя длина, штапельная длина и т.д.).

На наш взгляд, наиболее подходящим термином для наименования данного простого свойства волокон является "протяженность". Это слово образовано по тем же правилам, что и названия других простых свойств волокон (прочность, зрелость, и т.д.). Кроме того, в [3] приведено одно из возможных употреблений этого термина: "Протяженность – одно из свойств материи".

Необходимость проектирования новых количественных показателей протяженности волокон вызвана созданием базы данных, позволяющей решать следующие задачи: проектировать оптимальную смесь волокон по показателям протяженности; проводить более объективную оценку качества сырья (в отношении геометрических свойств); дополнить стандартизованную номенклатуру показателей протяженности волокон новыми показателями, которые могут быть использованы при настройке технологического оборудования; установить соотношение между показателями, определяемыми прямым [4] и косвенным [5] методами измерений.

Для решения первой задачи по проектированию качества смеси волокон на уровне простого свойства (протяженности)

предложены следующие единичные показатели: индекс  $I_{ц}$  центральной части диаграммы распределения волокон по протяженности; относительный прирост  $\delta_{(ср)н}$  среднего квадратического отклонения по протяженности; индекс  $I_{д}$  соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по асимметрии; индекс  $I_{э}$  соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по эксцессу.

Индекс центральной части диаграммы распределения волокон по протяженности определялся по выражению

$$I_{ц} = \left( L_{\text{мод}} \right)_n / \bar{L}_n, \quad (1)$$

где  $(L_{\text{мод}})_n$  – модальная длина волокон;  $\bar{L}_n$  – средняя длина волокон.

Данный показатель характеризует смещение центра группирования диаграммы распределения волокон. Как показал анализ теоретических и эмпирических распределений, смещение центра группирования диаграммы распределения вправо приводит к увеличению этого относительного показателя.

В табл.1 представлены значения  $I_{ц}$ , соответствующие различным распределениям хлопковых волокон по свойству протяженности.

Таблица 1

$(L_{\text{мод}})_n$ , мм	$\bar{L}_n$ , мм	$I_{ц}$
24	22.36	1.073
26	24.03	1.082
28	25.71	1.089
30	27.39	1.095
32	29.07	1.101
34	30.74	1.106
36	32.40	1.111
38	34.10	1.114
40	35.80	1.117
42	37.40	1.123

Особенность показателя  $I_{ц}$  заключается в том, что он косвенно характеризует сразу два направления изменения свойства протяженности, а именно: увеличение значений абсолютных показателей центра груп-

пирования и увеличение скошенности диаграммы распределения волокон вправо.

Относительный прирост среднего квадратического отклонения по протяженности находили следующим образом:

$$\delta_{(\sigma\ell)_n} = 1 - (\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n / (\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n, \quad (2)$$

где  $(\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n$  и  $(\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n$  – среднее квадратическое отклонение по протяженности соответственно смеси и базового компонента.

Показатель  $\delta_{(\sigma\ell)_n}$  характеризует динамику изменения показателя  $(\sigma_{\ell})_n$  при составлении смеси из различных компонентов.

Таблица 2

$L_{\text{ном}}$ , мм	$(\sigma_{\ell}^{\text{см}})_n$ , мм	$\delta_{(\sigma\ell)_n}$
36	7,36	0,07
38	7,41	0,06
40	7,51	0,05
42	7,67	0,03
44	7,88	0,00
46	8,14	-0,03
48	8,45	-0,07

В табл.2 представлены результаты моделирования смесей из хлопковых и полиэфирных волокон в соотношении 87:13. Среднее квадратическое отклонение хлопковых волокон (базовый компонент) составляет  $(\sigma_{\ell}^{\text{баз}})_n = 7,89$  мм, а номинальная длина  $L_{\text{ном}}$  химических волокон последовательно меняется от 36 до 48 мм.

Индекс соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по асимметрии вычисляли по формуле

$$I_A = 1 - K_A, \quad (3)$$

где  $K_A$  – коэффициент асимметрии диаграммы распределения волокон по протяженности.

Проведенные нами исследования показали, что увеличение доли длинных волокон приводит к возрастанию отрицательного значения коэффициента асимметрии. Знак "-" в выражении (3) необходим для выполнения условия роста показателя  $I_A$  с увеличением доли длинных волокон.

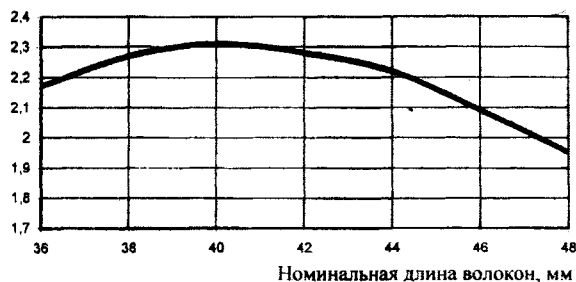


Рис. 1

На рис.1 представлена графическая зависимость показателя  $I_A$  смеси при различных значениях номинальной длины добавляемых химических волокон.

Как следует из рис.1, показатель  $I_A$  имеет максимальное значение, соответствующее оптимальному по асимметрии распределению волокон смеси. В случае симметричного (нормального) распределения показатель  $I_A$  обращается в единицу.

Индекс соответствия формы диаграммы распределения смеси волокон нормальному закону распределения по эксцессу рассчитывали по выражению

$$I_E = K_E / 3, \quad (4)$$

где  $K_E$  – коэффициент эксцесса диаграммы распределения по свойству протяженности.

Показатель  $I_E$  характеризует островершинность распределения смеси по свойству протяженности относительно нормального закона распределения. Чтобы снизить неравномерность смеси по этому свойству, целесообразно увеличить коэффициент эксцесса  $K_E$  до величины, равной 3 и более.

На рис.2 изображена кривая изменения показателя  $I_E$ , при различных значениях номинальной длины химических волокон, добавляемых к хлопковому волокну в соотношении 13:87.

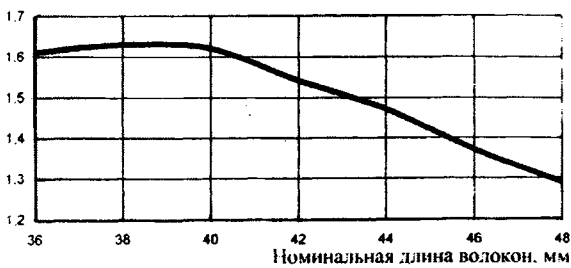


Рис. 2

Согласно выбранному направлению оптимальным вариантом смеси по эксцессу является тот, которому соответствует максимум показателя  $I_3$ .

При проектировании смеси волокон по показателям протяженности выяснилось, что существуют различные направления улучшения данного свойства. Для того, чтобы учесть всю совокупность этих направлений, нами спроектирован комплексный показатель протяженности в виде

$$Q_l = \alpha_1 I_{ц} + \alpha_2 \delta_{(ст)_n} + \alpha_3 I_A + \alpha_4 I_3. \quad (5)$$

Коэффициенты  $\alpha_i$  весомости единичных показателей определены аналитическим путем с учетом того, что показатель  $I_{ц}$  центра группирования диаграммы распределения имеет такой же вес, как и все показатели степени рассеяния  $\delta_{(ст)_n}$ ,  $I_A$  и  $I_3$  вместе взятые. При этом распределение весомостей среди показателей степени рассеяния подчиняется условию

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 &= 0,5, \\ \alpha_3 &= \alpha_2^3, \\ \alpha_4 &= \alpha_2^4. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Решая систему (6) с использованием известного подхода, в итоге выявили значения коэффициентов весомости:  $\alpha_1 = 0,50$ ;  $\alpha_2 = 0,40$ ;  $\alpha_3 = 0,07$ ;  $\alpha_4 = 0,03$ .

Условия формирования комплексного показателя  $Q_l$  таковы, что если параметры распределения волокон смеси по протяженности будут стремиться к параметрам нормального распределения, а неравномерность смеси по протяженности относительно базового компонента будет умень-

шаться, то значение  $Q_l$  будет стремиться к единице.

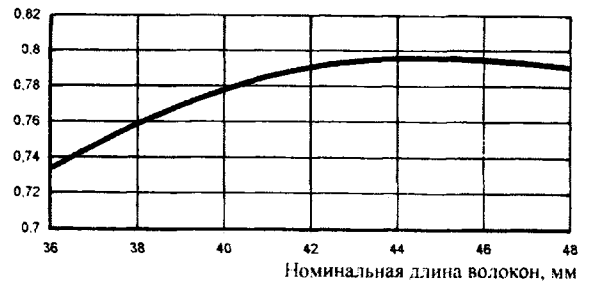


Рис. 3

На рис.3 показана графическая зависимость комплексного показателя протяженности смеси от номинальной длины добавляемого химического компонента.

Для решения второй поставленной задачи спроектирован комплексный показатель геометрических свойств хлопковых волокон [4], позволяющий перейти от многопараметрической дискретной оценки качества к более удобной – непрерывной. Номенклатура единичных показателей, участвующих в комплексной оценке, ограничена только теми показателями, которые представлены в стандарте технических условий на хлопковые волокна.

При решении следующей задачи – получения большей информации о протяженности волокон нами спроектированы новые показатели, характеризующие левую (короткую) часть диаграммы распределения. Один из них относится к абсолютным показателям центра группирования диаграммы распределения и представляет собой плавающую правую границу 15% наиболее коротких волокон  $(L_{max})_{кор}$ .

Преимущество данного показателя по отношению к известному показателю – доле коротких волокон заключается в том, что он определяет максимальную длину волокон, которые могут быть определены как короткие, и позволяет провести на этой основе оптимизацию значений параметров технологического оборудования, например, величину разводки между колосниками.

Другой спроектированный показатель представляет собой индекс левой части

диаграммы распределения волокон по протяженности, определяемый по выражению

$$I_{\text{л}} = (L_{\text{мод}})_{\text{п}} / (L_{\text{max}})_{\text{кор}} \quad (7)$$

Анализ эмпирических функциональных показателей протяженности хлопковых волокон показал, что с увеличением модальной длины  $(L_{\text{мод}})_{\text{п}}$  рост  $(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$  замедляется, следовательно, значение показателя  $I_{\text{л}}$  возрастает (табл.3).

Таблица 3

Обозначение показателя	Значения модальных длин $(L_{\text{мод}})_{\text{п}}$ , мм						
	23,8	27,0	27,9	32,7	33,8	36,0	39,8
$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$ , мм	18	20	20	23	23	23	25
$I_{\text{л}}$	1,32	1,35	1,39	1,42	1,47	1,57	1,60

Оптимальное значение фиксированной доли коротких волокон (15%) определено по результатам исследования эмпириче-

ских распределений хлопковых волокон по протяженности (табл. 4).

Таблица 4

Заданная доля коротких волокон, %	Для распределения I ( $L_{\text{шт}} = 27,5$ мм, $L_{\text{мод}} = 23,8$ мм)		Для распределения II ( $L_{\text{шт}} = 43,0$ мм, $L_{\text{мод}} = 39,8$ мм)		Рассогласование между I и II распределениями по показателю $I_{\text{л}}$ $\Delta I_{\text{л}} = I_{\text{л}}^{\text{II}} - I_{\text{л}}^{\text{I}}$
	$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$ , мм	$I_{\text{л}}^{\text{I}}$	$(L_{\text{max}})_{\text{кор}}$ , мм	$I_{\text{л}}^{\text{II}}$	
5	14	1,70	17	2,30	0,60
10	16	1,45	21	1,90	0,45
15	18	1,30	25	1,60	0,30
20	19	1,25	27	1,47	0,22
25	20	1,19	30	1,32	0,13

При решении задачи по взаимному переводу показателей протяженности прямого и косвенного методов измерений потребовалось спроектировать новый функциональный показатель протяженности. Результатом косвенного метода измерения показателей протяженности является функциональный показатель известный как фиброграмма. По способу построения фиброграмма является интегральной кривой. Вместе с тем, любое распределение можно охарактеризовать не только интегральной, но и дифференциальной кривой.

Нами получена такая кривая и выявлен ее физический смысл. Она показывает приращение числа кончиков волокон в j-м сечении пробы волокон (рис.4).

Таким образом, полученную кривую можно назвать диаграммой плотности распределения кончиков волокон в пробе.

## ВЫВОДЫ

Предложены новые параметрические и функциональные показатели протяженности волокон, которые могут использоваться при проектировании смеси различных видов волокон по показателям протяженности с целью оценки качества хлопковых волокон, установлении соотношения между показателями, определяемыми прямым и косвенным методами измерений.

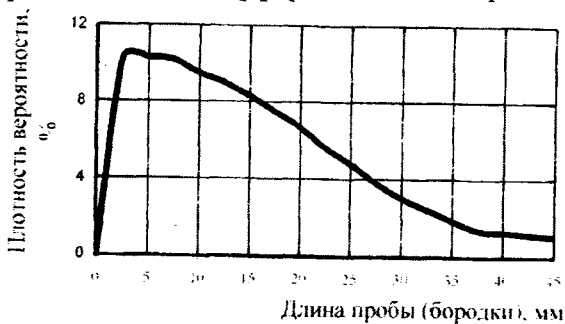


Рис. 4

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3274.5–72\*. Волокно хлопковое. Методы определения длины.
2. ГОСТ 8.417–81. ГСИ. Единицы физических величин.
3. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1984.

4. МС ИСО 4913–81 Материалы текстильные. Хлопковое волокно. Определение длины (прядомой длины) и показателя равномерности.

5. *Матрохин А.Ю. и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С.6..8.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 04.04.02.

---