

**ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ПОКАЗАТЕЛЯ,  
ОЦЕНИВАЮЩЕГО РАДИАЛЬНУЮ МИГРАЦИЮ СМЕСИ ВОЛОКОН  
В СЕЧЕНИИ ПРЯЖИ**

**A CHOICE OF THE BEST FACTOR ESTIMATING RADIAL MIGRATION  
OF FIBERS MIX IN A YARN SECTION**

*Ю.М. ВИНТЕР*  
*JU.M. VINTER*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: retniw35@mail.ru

*Разработаны методы генерации координат центров разнородных волокон в сечении пряжи как для абсолютно случайного распределения волокон по сечению пряжи, так и для распределения с миграцией компонентов. Предложена оценка качества показателей миграции, основанная на их различительной способности*

*Methods of generation of co-ordinates of the diverse fibers centres in a yarn section are developed as for absolutely casual distribution of fibers over a yarn section, and for distribution with migration of components. Evaluation test of the migration factors, based on their distinctive ability is offered herein.*

**Ключевые слова:** распределение волокон в смеси по сечению пряжи, выбор наилучшего показателя, компьютерное моделирование, методы генерации координат центров разнородных волокон, оценка качества показателей миграции.

**Keywords:** distribution of fibers in a mix over a yarn section, a choice of the best factor, computer modelling, methods of generation of co-ordinates of the diverse fibers centres, an evaluation test of migration factors.

Известно множество показателей для оценки неравномерности и тенденций в распределении волокон смеси по сечению пряжи. Большинство показателей не использует в методике расчета сравнения с абсолютно случайным распределением волокон по сечению пряжи. Такие показатели имеют смещенную оценку, зависящую от конкретных значений чисел волокон компонентов в сечениях пряжи и от других параметров. Поскольку в сравниваемых образцах эти значения почти наверняка отличаются, то применение таких показателей нецелесообразно. Из оставшихся показателей нужно выбрать такие, которые позволяют дать оценку образцу пряжи с заданной точностью при минимальном

числе экспериментов. Обычно при сравнении показателей по статистической точности ограничиваются величиной коэффициента вариации (CV). Однако зачастую показатели с большим значением CV одновременно дают большее значение разности в оценках "плохой" и "хорошей" пряж. Поэтому статистическую точность показателей следует оценивать различительной способностью. Под различительной способностью здесь понимается отношение разности значений (абсолютной) показателя для двух образцов пряжи к корню квадратному из суммы дисперсий показателя. Поскольку экспериментальное определение различительной способности практически невозможно из-за огромной трудо-

емкости, эту задачу нужно решать с помощью компьютерного моделирования. Исследуемые показатели ориентируются на современные методы считывания информации с фотографии сечения пряжи. Имеются две группы показателей: одна для оценки неравномерности распределения компонентов по радиусу сечения, другая – в тангенциальном направлении. В первой из них есть 2 показателя, опирающихся на сравнение с абсолютно случайным распределением волокон по сечению пряжи:

– предложенный мной [1], [2] показатель степени миграции, опирающийся на места, занимаемые в упорядоченной по расстоянию от центра волокна до центра сечения последовательности волокон рассматриваемым компонентом.

– модифицированный показатель миграции Гамильтона [3].

Для вычисления 1-го показателя проводятся описанные в работе [1] манипуляции, приводящие изображение сечения пряжи к кругу, затем вычисляется номер места в порядке удаления от центра  $K_{1,i}$ , занимаемого  $i$ -м волокном 1-го компонента и среднее значение места:

$$\bar{K}_1 = \sum_{i=1}^{n_1} K_{1,i}, \quad (1)$$

где  $n_1$  – число волокон 1-го компонента в данном сечении.

После чего вычисляется показатель миграции  $M_1$  первого компонента:

$$M_1 = \frac{(2\bar{K}_1 - N - 1)}{N - n_1} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Модифицированный показатель Гамильтона для одного сечения пряжи определяется так:

$$M = \begin{cases} \frac{R_\phi - R_o}{R_n - R_o} \cdot 100\% & \text{при } R_\phi > R_o, \\ \frac{R_\phi - R_o}{R_b - R_o} \cdot 100\% & \text{при } R_o > R_\phi, \end{cases} \quad (3)$$

где  $R_\phi, R_o, R_b, R_n$  – средние радиусы волокон компонента соответственно: фактический, при равномерном (абсолютно случайном) распределении, при полной миграции волокон компонента внутрь и на периферию (наружу). Абсолютно случайное – это такое распределение, когда вероятность центру любого волокна попасть в данную область сечения пропорциональна площади области. Площадь кольца толщиной  $dr$  равна  $2\pi dr$ . Так как вероятность волокну попасть в сечение пряжи с радиусом  $R$  должна быть равна 1, то плотность распределения расстояний волокон до центра сечения при абсолютно случайном распределении выражается формулой:

$$\phi_p(\rho) = \frac{2\rho}{R^2}. \quad (4)$$

Среднее значение расстояния равно:

$$R_o = \int_0^R \frac{2\rho^2}{R^2} d\rho = \frac{2}{3} R. \quad (5)$$

Доля 1-го компонента, взвешенная по площади волокон в сечении:

$$p = \frac{n_1 S_1}{n_1 S_1 + n_2 S_2}. \quad (6)$$

С учетом (4) и (5) найдем:

$$R_b = 2R\sqrt{p}/3, \quad (7)$$

$$R_n = \frac{2R(1-q\sqrt{q})}{3(1-q)}, \quad \text{где } q = 1-p. \quad (8)$$

Недостатком модифицированного метода Гамильтона является необходимость знать площади  $S$  сечений волокон. Для нашей цели – сравнительной оценки различительной способности двух методов можно считать, что  $S_1 = S_2$ .

Для оценки различительной способности показателей с помощью компьютерного моделирования необходимо генерировать сечения пряжи с различной степенью миграции. Чтобы управлять степенью неравномерности распределения, можно вы-

брать в качестве модельного распределения волокон вдоль радиуса полиномиальную функцию вида:

$$\phi(r) = r(a + cr^{n-1}). \quad (9)$$

При  $c=0$  данное распределение превращается в (4).

Значения параметров  $n$  и  $c$  не могут быть выбраны произвольно, так как в любом случае распределение должно удовлетворять условию положительности своих значений, то есть  $f(r) \geq 0$  при любых  $r$  и равенство 1 интеграла от  $f(r)$

Из последнего условия следует, что

$$\frac{aR^2}{2} + \frac{cR^{n+1}}{n+1} = 1, \quad (10)$$

$$a = 2 \frac{1 - c \frac{R^{n+1}}{n+1}}{R^2}. \quad (11)$$

Для целей моделирования необходимо обеспечить условия, чтобы общее распределение волокон независимо от распределений компонентов было в сечении равномерным. Это означает, что должно выполняться соотношение:

$$p_1 \phi_1(r) + p_2 \phi_2(r) = \phi_p(r), \quad 0 \leq r \leq R. \quad (12)$$

Здесь  $p_1, p_2$  – доли первого и второго компонентов по числу волокон в данном сечении пряжи, а  $\phi_1(r), \phi_2(r)$  – радиальное распределение 1-го и 2-го компонентов соответственно:

$$\begin{aligned} \phi_1(r) &= r(a_1 + c_1 r^{n-1}), \\ \phi_2(r) &= r(a_2 + c_2 r^{n-1}). \end{aligned} \quad (13)$$

Подставляя выражения для  $\phi_1(r), \phi_2(r), \phi_p$  в равенство (12), и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях  $r$ , получим уравнения:

$$\begin{cases} p_1 a_1 + p_2 a_2 = \frac{2}{R^2}, \\ p_1 c_1 + p_2 c_2 = 0. \end{cases} \quad (14)$$

Решая систему, найдем взаимосвязь между параметрами распределений:

$$c_2 = -c_1 \frac{p_1}{1-p_1} = -c_1 \frac{p_1}{1-p_1}. \quad (15)$$

Параметры  $c$  и  $a$  должны быть таковы, чтобы выполнялось условие положительности распределений. В данном случае для допустимых значений параметров должны выполняться 2 легко проверяемых условия:

– значения производных от функций плотности распределения при  $r=0$  должны быть неотрицательны;

– значения функций плотности распределения при  $r = R$  должны быть неотрицательны.

На рис.1 приведены типичные графики функций плотности распределения расстояний волокон компонентов от центра при частичной миграции 1-го компонента наружу. Радиус сечения пряжи был принят за 1, а  $p_1=0,3$ .

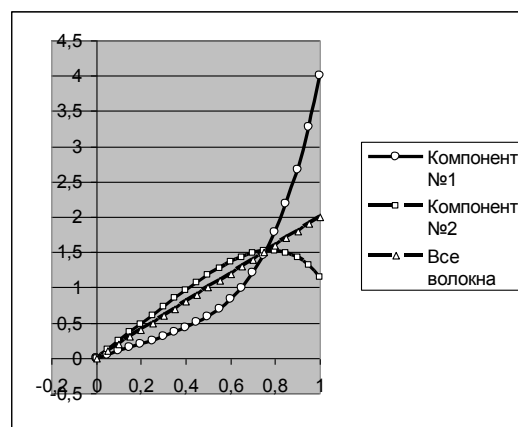


Рис. 1

Неравномерности распределения центров волокон в радиальном и тангенциальном направлениях пряжи взаимосвязаны. Например, при полной миграции компонентов ( $M = 100\%$ ) неравномерность в тангенциальном направлении (НТН) равна нулю. Поэтому при исследовании показателей миграции мы будем полагать  $НТН = 0$ . В этом случае маргинальное распределение углов центров волокон (в координатах радиус – угол) является равномерным на отрезке  $[0, 2\pi)$ , а двумерное

распределение координат центров равно произведению распределений по радиусу и углу. Предварительные вычислительные эксперименты показали, что результаты определения показателей миграции практически не зависят от того, будем ли мы генерировать двумерное распределение центров волокон (с длительной проверкой, не пересекаются ли контуры сечений хотя бы одной пары волокон) или просто генерировать случайные расстояния волокон от центра в соответствии с (4) и (9). Естественно, был выбран второй вариант.

Указанным выше способом было сгенерировано несколько образцов пряжи.

Для повышения точности определения различительной способности показателей в каждом образце пряжи для любого сечения сохранялись одинаковыми числа волокон компонентов. Образец состоял из двух "подобразцов". В 1-м из них искусственно создавалась миграция компонентов, во втором генерировалось абсолютно случайное распределение волокон компонентов. Число сгенерированных и обработанных сечений для каждого "подобразца" составляло 10000. Были вычислены средние значения и дисперсии показателей миграции для различных образцов пряж. Результаты приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Сечение пряжи		Показатель Винтера, %		Показатель Гамильтона, %		Различительная способность	
число волокон 1-го компонента	число волокон 2-го компонента	при наличии миграции	при абсолютно случайном распределении	при наличии миграции	при абсолютно случайном распределении	показатель Винтера	показатель Гамильтона
50	50	50,18	-0,01	48,83	-0,01	3,32	2,13
40	60	42,07	0,32	42,31	0,86	2,63	1,94
30	70	45,12	-0,40	44,58	0,68	2,61	1,97
30	70	35,30	0,06	37,49	1,10	2,02	1,67
20	80	54,62	-0,18	54,83	1,70	2,77	2,27
20	80	30,77	0,09	33,53	1,71	1,55	1,37
10	90	70,30	0,35	72,57	3,40	2,95	2,71
25	25	65,80	0,29	67,60	0,43	3,26	2,24
25	25	50,33	-0,10	49,01	-0,27	2,39	1,53
25	25	45,27	0,72	43,13	0,59	2,04	1,30
25	25	39,97	0,12	38,49	0,32	1,78	1,14
20	25	61,02	1,91	62,92	2,77	2,64	2,01

Во всех случаях модифицированный показатель Гамильтона уступает 1-му показателю по различительной способности. Значения обоих показателей близки, что объясняется одинаковыми принципами их нормировки.

## ВЫВОДЫ

Наилучшим является показатель миграции, опирающийся на среднее место волокон компонента в упорядоченной последовательности расстояний волокон от центра сечения пряжи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Винтер Ю.М.* Прогнозирование и оценка эффективности процесса смешивания в прядении. Дис.... докт. техн. наук. – М., 1982.
2. *Winter Y. M., Monakhov V.I.* Computer – aided evaluation of migration degree of heterogenic fibers at cross-section of yarn // *Textile industry technology.* – №3с, 2009.
3. *Hamilton J.J.* // *J. Textile institute.* – Т.637, 1958.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 09.03.11.