

- Kujawińska // Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'2001) : Ninth International Conference proceedings, Warsaw, 5-7 September 2001. / Warsaw University of Technology, Springer; Ed.: W. Skarbek [et al.]. – Warsaw, 2001. – Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2124. – P. 391–399.
9. Pollefeys, M. Self-calibration and metric reconstruction in spite of varying and unknown intrinsic camera parameters / Pollefeys, M., R. Koch and L. V. Gool // International Journal of Computer Vision. – 1999. – Vol. 32, № 1. – P. 7–25.

Статья поступила в редакцию 17.11.2010

#### SUMMARY

The problem of the geometrical description automation of technical objects with an irregular surface for CAD designing is considered. Systems of the automated description (digitizing) of irregular surfaces are analyzed. The basic quality parameters of digitizing system are given. Their estimation will provide efficiency of these systems introduction in manufacturing. Photogrammetric systems as the most effective means for CAD designing of the irregular form objects at the light industry enterprises are considered.

УДК 677.021.16/022.019

### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПРОДУКТАХ

*Д.Б. Рыклин, А.Е. Авсеев*

В настоящее время существенную долю всей выпускаемой в мире пряжи составляет пряжа из смеси разнородных волокон. Как известно, сочетание волокон нескольких видов позволяет получить пряжу, обладающую комплексом ценных свойств, присущих ее отдельным компонентам, но только при качественном смещивании компонентов. Плохое качество смещивания приводит к повышению неровноты по всем свойствам пряжи, снижению стабильности технологических процессов ее производства и переработки.

Однако в производственных условиях неровнота смещивания компонентов не определяется из-за отсутствия апробированного инструментального метода для ее оценки. В то же время возможность определения неровноты смещивания разнородных компонентов в продуктах прядения позволила бы осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

Наиболее распространенным способом определения неровноты волокнистых продуктов по линейной плотности является применение приборов, основанных на емкостном методе измерения. Однако данные приборы не позволяют оценить неровноту смещивания компонентов в неоднородных волокнистых продуктах.

Решение данной задачи возможно в случае модернизации электронно-емкостных приборов за счет установки на них дополнительного датчика (конденсатора), отличающегося частотой электромагнитного поля, создаваемого между его пластинами. Сигнал, получаемый с основного датчика, используется для определения традиционных характеристик неровноты продуктов прядения по линейной плотности (диаграмма и гистограмма массы отрезков, градиент, спектр неровноты и т.д. [1]), а соотношение сигналов, получаемых от основного и дополнительного датчиков – для определения неровноты смещивания компонентов.

Известно, что с увеличением частоты электромагнитного поля происходит существенное снижение величины диэлектрической проницаемости материалов.

Так при частоте 1 кГц и относительной влажности воздуха 65 % эффективная диэлектрическая проницаемость хлопкового волокна составляет 18, а полиэфирного волокна – 2,62 [2, 3], в то время как при частотах выше 10 МГц различия диэлектрической проницаемости текстильных волокон незначительны, что позволяет использовать данный метод для оценки неровноты по линейной плотности не только однородных, но и смесевых продуктов прядения.

Пусть волокнистый материал проходит через два емкостных датчика, отличающихся рабочей частотой. Частота  $f_1$  электромагнитного поля, создаваемого между пластинами первого датчика, значительно ниже, чем частота  $f_2$  между пластинами второго датчика.

Допустим, что при частоте  $f_2$  диэлектрическая проницаемость волокон компонентов практически одинакова. Тогда при близкой объемной плотности волокон компонентов емкость второго конденсатора  $C_2$  за вычетом емкости конденсатора, определенной при отсутствии в нем волокнистого материала, можно считать пропорциональной линейной плотности текущего участка продукта  $T$ , находящегося между пластинами.

$$C_2(T) - C_0 \approx k_0 T, \quad (1)$$

где  $k_0$  – коэффициент пропорциональности.

При низкой частоте электромагнитного поля значения диэлектрической проницаемости компонентов различны. Тогда

$$C_1(T) - C_0 \approx k_1 T_1 + k_2 T_2, \quad (2)$$

где  $k_1$  и  $k_2$  – коэффициенты пропорциональности для каждого компонента при низкой частоте электромагнитного поля,  $T_1$  и  $T_2$  – линейные плотности компонентов в продукте.

$$T_1 = \beta_1 T, \quad T_2 = \beta_2 T, \quad (3)$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – массовые доли содержания компонентов в волокнистом продукте.

Соотношение сигналов

$$Z = \frac{C_1(T) - C_0}{C_2(T) - C_0} \approx \frac{k_1 T_1 + k_2 T_2}{k_0 T} = \frac{k_1 T_1}{k_0 T} + \frac{k_2 T_2}{k_0 T} = Z_1 \beta_1 + Z_2 \beta_2, \quad (4)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – соотношение сигналов для волокнистых продуктов, полученных из каждого компонента в отдельности, которые могут быть определены заранее.

Среднее значение соотношения  $Z$

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2, \quad (5)$$

Среднее квадратическое отклонение соотношения  $Z$ , определенное при  $n$  измерениях:

$$\begin{aligned}
\sigma(Z) &= \sqrt{\frac{\sum (Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 - Z_1 \beta_1 - Z_2 \beta_2)^2}{n}} = \\
&= \sqrt{\frac{\sum (Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2(1 - \bar{\beta}_1) - Z_1 \beta_1 - Z_2(1 - \beta_1))^2}{n}} = \\
&= |Z_1 - Z_2| \sqrt{\frac{\sum (\bar{\beta}_1 - \beta_1)^2}{n}} = |Z_1 - Z_2| \cdot \sigma(\beta_1)
\end{aligned} \tag{6}$$

Квадратическая неровнота показателя  $Z$

$$C_V(Z) = \frac{\sigma(Z)}{\bar{Z}} \cdot 100. \tag{7}$$

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2(1 - \bar{\beta}_1) = \bar{\beta}_1(Z_1 - Z_2) + Z_2 = \bar{\beta}_1 \left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]. \tag{8}$$

Тогда

$$\begin{aligned}
C_V(Z) &= \frac{\sigma(Z)}{\bar{Z}} \cdot 100 = \frac{|Z_1 - Z_2| \cdot \sigma(\beta_1)}{\bar{\beta}_1 \left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]} \cdot 100 = \\
&= \frac{\sigma(\beta_1)}{\bar{\beta}_1} \cdot 100 \cdot \frac{|Z_1 - Z_2|}{\left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]} = C_V(\beta_1) \cdot \frac{|Z_1 - Z_2|}{\left[ Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1} \right]}.
\end{aligned} \tag{9}$$

Таким образом, квадратическая неровнота по доле первого компонента может быть рассчитана по формуле

$$\begin{aligned}
C_V(\beta_1) &= C_V(Z) \cdot \frac{Z_1 - Z_2 + \frac{Z_2}{\bar{\beta}_1}}{|Z_1 - Z_2|} = C_V(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 - Z_2 \bar{\beta}_1 + Z_2}{\bar{\beta}_1 |Z_1 - Z_2|} = \\
&= C_V(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{\bar{\beta}_1 |Z_1 - Z_2|}.
\end{aligned} \tag{10}$$

Аналогичным образом можно получить формулу для расчета квадратической неровноты по доле второго компонента:

$$C_V(\beta_2) = C_V(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{\bar{\beta}_2 |Z_1 - Z_2|}. \tag{11}$$

Неровнота смешивания волокон в двухкомпонентном продукте рассчитывается по формуле, предложенной проф. А.Г. Севостьяновым [4]:

$$C_{CM} = \sqrt{\frac{C_V^2(\beta_1) + C_V^2(\beta_2)}{2}}. \tag{12}$$

После подстановок формул (10) и (11) в формулу (12) и преобразований получаем

$$C_{cm} = C_v(Z) \cdot \frac{Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2}{|Z_1 - Z_2|} \sqrt{\frac{1}{2\bar{\beta}_1^2} + \frac{1}{2\bar{\beta}_2^2}}. \quad (13)$$

Однако использование формулы не всегда возможно, так как фактический состав волокнистого материала может существенно отличаться от планируемого, что ведет к погрешности оценки средних значений долей компонентов.

Таким образом, из формулы (13) необходимо исключить величины  $\bar{\beta}_1$  и  $\bar{\beta}_2$ . С учетом формулы (6)

$$\bar{Z} = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 \bar{\beta}_2 = Z_1 \bar{\beta}_1 + Z_2 (1 - \bar{\beta}_1) = (Z_1 - Z_2) \bar{\beta}_1 + Z_2. \quad (14)$$

Тогда

$$\bar{\beta}_1 = \frac{\bar{Z} - Z_2}{Z_1 - Z_2}. \quad (15)$$

Аналогично

$$\bar{\beta}_2 = \frac{\bar{Z} - Z_1}{Z_2 - Z_1}. \quad (16)$$

Подставляя полученные формулы в формулу (13) находим

$$\begin{aligned} C_{cm} &= C_v(Z) \cdot \frac{\bar{Z}}{|Z_1 - Z_2|} \sqrt{\frac{(Z_1 - Z_2)^2}{2(\bar{Z} - Z_2)^2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{2(\bar{Z} - Z_1)^2}} = \\ &= C_v(Z) \cdot \bar{Z} \sqrt{\frac{1}{2(\bar{Z} - Z_2)^2} + \frac{1}{2(\bar{Z} - Z_1)^2}}. \end{aligned} \quad (17)$$

Для использования формулы (17) не требуется точной информации о процентном вложении компонентов, что позволяет снизить погрешность расчета неровноты смешивания.

С целью проверки полученной аналитической формулы (17) разработана имитационная программа для моделирования процесса испытания многокомпонентного волокнистого материала новым методом. Программа позволяет моделировать двух- и трехкомпонентные волокнистые продукты, которые обладают случайной или комбинированной неровнотой, включающей до трех периодических составляющих.

Для оценки достоверности полученной формулы для расчета неровноты смешивания осуществлено моделирование пряжи линейной плотности 20 текс из смеси хлопка и полиэфирных (ПЭ) волокон, результаты которого представлены в таблице 1. Можно отметить, что отклонение значений неровноты смешивания, полученных в процессе моделирования, от результатов расчетов по формуле (17) не превышает 5 %, что является приемлемым для решения практических задач.

Таблица 1 – Результаты моделирования пряжи из смеси хлопка и полиэфирных волокон

Вид компонента	Содержание компонента, %	Длина волны периодической составляющей неровноты, мм	Амплитуда колебаний в % от среднего процентного содержания компонента	Неровнота смещивания, %	
				Рассчитанная по формуле (17)	Определенная в процессе моделирования
Хлопок ПЭ волокно	80 20	- -	- -	13,00	12,78
Хлопок ПЭ волокно	67 33	- -	- -	9,48	9,84
Хлопок ПЭ волокно	50 50	- -	- -	8,54	8,78
Хлопок ПЭ волокно	33 67	- -	- -	9,60	9,79
Хлопок ПЭ волокно	67 33	500 -	10 -	10,20	10,58
Хлопок ПЭ волокно	67 33	500 -	20 -	12,09	12,38
Хлопок ПЭ волокно	67 33	- 500	- 20	11,93	12,39
Хлопок ПЭ волокно	67 33	500*	10 20	10,16	10,61

\* без сдвига фаз периодической составляющей

## ВЫВОДЫ

Предложен новый метод определения неровноты смещивания волокон в неоднородных волокнистых продуктах и формула для расчета данного показателя с использованием полученной данным методом информации.

В результате моделирования процесса испытания двухкомпонентного продукта с применением специально разработанной программы подтверждена возможность использования полученной формулы для расчета неровноты смещивания волокон.

Использование предложенного метода позволит осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон в производственных условиях и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

## Список использованных источников

1. Uster Tester 5 : Application Handbook. – Uster, 2007.
2. Радовицкий, В. П. Электродинамика текстильных волокон / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 254 с.
3. Радовицкий, В. П. Электроаэромеханика текстильных волокон / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 432 с.

4. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учебник для вузов / А. Г. Севостьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

#### SUMMARY

New method for determining of mixing irregularity index is offered. Formula for calculation this index is developed. The simulation of cotton/polyester yarn using testing by specially designed program confirms the possibility of using this formula for calculating of mixing irregularity index.

Developed method allows to evaluate the effectiveness of fibrous blend processing and to make adjustments in technology of blended yarn production.

УДК 677.022.484.9:533.6

## АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*М.В. Сех, В.И. Ольшанский*

Разработка новых видов текстиля и декоративных материалов для разных отраслей промышленности в настоящее время является весьма перспективным направлением деятельности в экономически развитых странах мира.

Комбинации различных сырьевых компонентов, всевозможных связующих и добавок, применение высокотехнологичных способов производства позволяют создавать многослойные материалы с широчайшим спектром свойств. Многослойные материалы встречаются практически во всех областях техники и быта.

Анализ мирового промышленного производства текстильных материалов показал, что постоянное расширение сферы производства многослойных декоративных материалов объясняется спецификой состава, широтой их использования, особенностю свойств.

Многослойные текстильные материалы целесообразно получать с использованием имеющегося на предприятиях Республики Беларусь оборудования с незначительной модернизацией, используя классические технологии получения композиционных материалов. Значительный экспериментальный и теоретический опыт исследований данных технологических процессов позволяет использовать его при получении многослойных текстильных материалов декоративного назначения.

Основным технологическим процессом в производстве многослойных декоративных материалов является процесс аэродинамического транспортирования и осаждения волокнистых либо мелкодисперсных частиц и процесс взаимофиксации слоев [1].

В лаборатории кафедры “ПНХВ” УО “Витебский государственный технологический университет” разрабатывается технология получения многослойного декоративного материала аэродинамическим способом формирования и параллельно идет разработка экспериментальной установки для получения декоративного материала с деформированной поверхностью при помощи аэродинамического механизма с вертикальной подачей воздуха.

Суть аэродинамического способа формирования многослойного материала заключается в изменении влажной поверхности материала с помощью вертикально подаваемых потоков воздуха. На подложку (это может быть как бумага, так и ткани) наносится жидкий полимерный материал слоем не более 1 – 3 мм, далее полученная основа проходит через устройство с вертикальной подачей воздуха,