

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ РАДИУСА ВОРСИСТОСТИ ПРЯЖИ

Т.Н. КОРОБОВА, Н.В. ЕВСЕЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Основными источниками информации о качестве потребительской продукции являются контроль, испытания и рекламации, реализация которых связана с процессами измерения. При решении этих задач важное место отводится качеству измерений, которое обеспечивается совокупностью свойств состояний измерений, обуславливающих получение результатов с требуемыми характеристиками, а именно такими, как точность, сходимость, воспроизводимость, изменчивость и стабильность [1].

Оценка качества процесса измерения показателей свойств текстильных материалов усложнена прежде всего тем, что они обладают значительной изменчивостью в соответствии с особенностями технологии производства изделий и строения объекта исследования. Современные подходы к оценке качества процесса измерения показателей конкретного свойства текстильного материала основаны на методах метрологии и математической статистики. Применение этих методов при управлении процессами измерения для повышения их эффективности регламентируется и в международных стандартах ИСО серии 9000 на системы менеджмента качества.

В качестве объекта исследования выбрана смесовая пряжа (полиэстер – 67%, вискоза – 33%) линейной плотностью 16,6 текс. Областью исследования является качество процесса измерения показателей ворсистости пряжи, а предметом исследования – количественная характеристика свойства ворсистости пряжи на фиксированной длине, а именно радиус ворсистости.

Под радиусом X ворсистости понимается величина, характеризующая расстояние расположения средней плотности распределения ворсинок, которая определяет-

ся по графику плотности распределения ворсинок (рис. 1), с учетом наложения двух графиков распределения от левой (Л) и правой (П) частей поверхности пряжи путем пересечения касательной линии оси абсцисс.

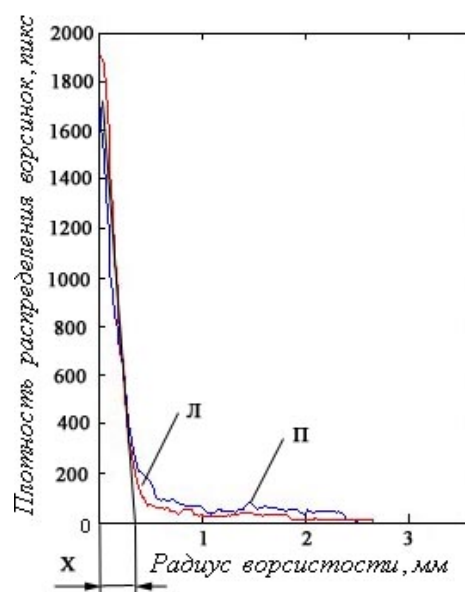


Рис. 1

Первоначально были собраны данные по результатам реализации программы измерения выделенного показателя ворсистости пряжи. Размер пробы, подвергавшейся сканированию в отраженном свете, составил 12,7 мм в ширину и 132,3 мм в длину. Суммарная длина нити составила 2,646 м. Всего для решения данной проблемы проведено 1500 испытаний.

На следующем этапе исследования в соответствии с методикой, описанной в [2], была проведена оценка качества процесса измерения радиуса ворсистости графическим и аналитическим методами. Исследование показателей точности измерения радиуса ворсистости пряжи подробно

проведено в [3], где в качестве базового метода измерения использовался проекционный метод измерения.

Графический метод использовался для определения показателя стабильности и заключался в построении контрольной карты $\bar{X} - R_x$ (где $R_x = X_{MAX} - X_{MIN}$).

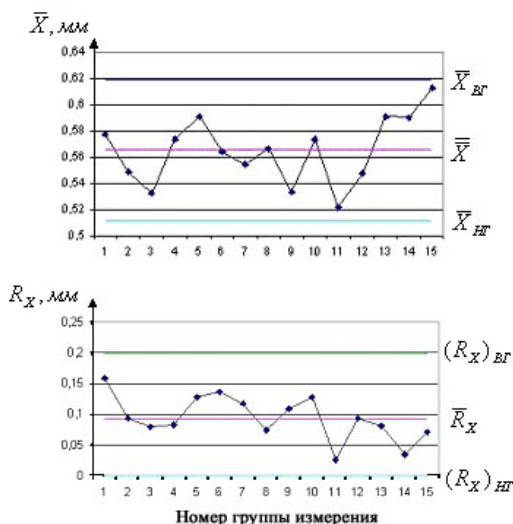


Рис. 2

В работе исходя из того, что продукт имеет большую вариацию по значениям, в исходной таблице для построения $\bar{X} - R_x$ -карты приведены средние значения по выборке. Данные, по которым определялась стабильность процесса измерения путем построения $\bar{X} - R_x$ -карты (рис. 2), приведены в табл. 1 для пяти испытаний.

Центральная линия (\bar{X}) для X-карты определялась как среднее арифметическое из 15 измерений. Верхняя контрольная \bar{X}_{BG} и нижняя контрольная \bar{X}_{HG} границы определялись по формуле:

$$\bar{X}_{BG(HG)} = \bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}_x, \quad (1)$$

где A_2 – коэффициент, определяемый по [4] в зависимости от числа наблюдений в подгруппе.

Таблица 1

Номер испытания	Значения радиуса ворсистости при повторностях и его статистических характеристик, мм											
	1	2	3	4	5	\bar{X}	R_x	$\bar{\bar{X}}$	\bar{X}_{BG}	\bar{X}_{HG}	\bar{R}_x	$(R_x)_{BG}$
1	0,62	0,48	0,60	0,56	0,63	0,58	0,158	0,57	0,62	0,51	0,09	0,20
2	0,58	0,52	0,53	0,51	0,60	0,55	0,092					
3	0,54	0,48	0,52	0,56	0,56	0,53	0,078					
4	0,52	0,55	0,58	0,60	0,61	0,57	0,082					
5	0,60	0,63	0,52	0,65	0,54	0,59	0,128					

Центральная линия \bar{R}_x для R_x -карты также определялась как среднее арифметическое из 15 измерений. Верхняя контрольная граница $(R_x)_{BG}$ и нижняя контрольная граница $(R_x)_{HG}$ определялись по формулам:

$$(R_x)_{BG} = D_4 \bar{R}_x, \quad (R_x)_{HG} = D_3 \bar{R}_x, \quad (2)$$

где D_3, D_4 – коэффициенты, определяемые по [4] в зависимости от числа наблюдений в подгруппе.

Проанализировав полученные графические данные, можно сделать вывод, что значения исследуемого параметра не выходят за контрольные границы, поэтому вмешательства в измерительный процесс не требуется.

Изменчивость процесса измерения радиуса ворсистости пряжи отражают показатели сходимости и воспроизводимости.

Для анализа изменчивости процесса измерения применялся метод построения карты средних, на которой средние нескольких показаний каждого оператора по каждой части строятся с индексом номера части. На карту также наносятся общее среднее и контрольные границы, определенные с использованием среднего размаха. Такая карта может помочь в определении идентичности работы операторов и показывает «пригодность» измерительного процесса [2].

Отметим, что контрольные карты размахов используются для того, чтобы определить, находится ли процесс под контролем. Размахи многократных показаний ка-

ждого оператора по каждой части строят на стандартной карте размахов, включая средний размах и контрольные границы.

Исходная таблица с данными для построения карты средних и размахов состоит из 15 повторностей. В табл. 2 приведены данные только для пяти повторностей.

Таблица 2

Повторности операторов		Значения радиуса ворсистости пряжи (мм) при повторностях					Средние значения, \bar{X} , мм
		1	2	3	4	5	
Оператор А	1	0,617	0,530	0,606	0,557	0,634	0,557
	2	0,609	0,512	0,605	0,539	0,633	0,554
Среднее \bar{X}		0,613	0,521	0,606	0,548	0,633	0,556
Размах R_x		0,008	0,017	0,001	0,017	0,001	0,007
Оператор В	1	0,606	0,521	0,603	0,523	0,632	0,556
	2	0,596	0,517	0,602	0,520	0,631	0,553
Среднее \bar{X}		0,601	0,519	0,602	0,522	0,631	0,554
Размах R_x		0,010	0,004	0,001	0,003	0,001	0,006
Среднее по значениям	\bar{X}	0,607	0,520	0,604	0,535	0,632	0,555
	\bar{R}_x	0,009	0,011	0,001	0,010	0,001	0,006

Значения центральной линии, верхней и нижней границ определены аналогично предыдущему примеру по выражениям (1) и (2) и равны: $\bar{X} = 0,555$; $\bar{X}_{BG} = 0,566$; $\bar{X}_{HG} = 0,543$; $\bar{R}_x = 0,006$; $(R_x)_{BG} = 0,02$.

Контрольная карта для определения показателя воспроизводимости процесса измерения показателя ворсистости пряжи изображена на рис. 3.

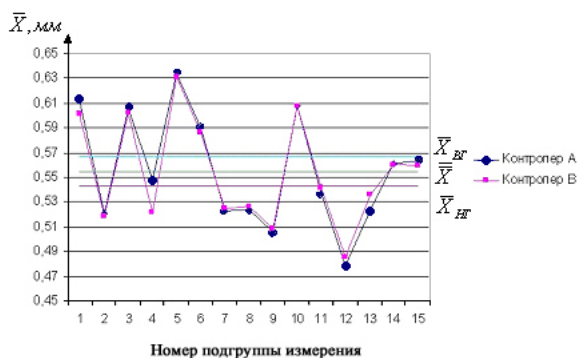


Рис. 3

Анализ данных, представленных на рис. 3, показывает, что процесс измерения может давать полезную информацию для обнаружения изменчивости от одной серии испытаний к другой и для анализа и управления технологическим процессом,

так как больше половины значений выйдут за контрольные границы [2].

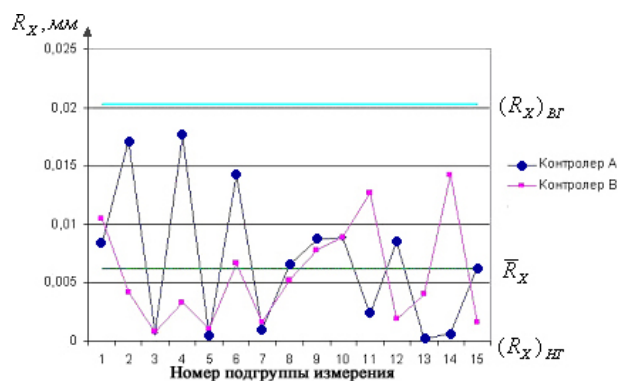


Рис. 4

Контрольная карта для определения показателя сходимости процесса измерения радиуса ворсистости пряжи представлена на рис. 4.

Так как все значения находятся в пределах контрольных границ, это означает, что операторы работают одинаково, их принципы работы не отличаются друг от друга. На рис. 3 видно, что ломаные линии карты \bar{X} почти параллельны, следовательно, отсутствует взаимное влияние операторов друг на друга.

Показатели сходимости измерительного процесса определяем по формуле:

$$C_{R_x} = \bar{R}_{X(AB)} K_1 = 0,003, \quad (3)$$

где $\bar{R}_{X(AB)} = 0,5(\bar{R}_{X(A)} + \bar{R}_{X(B)})$ – среднее значение показаний обоих операторов; K_1 – коэффициент, который зависит от числа подгрупп измерений и равен обратной величине d_2^* (выбирают по табл. приложения С [2] в зависимости от числа измерений и числа частей, умноженного на число операторов).

Показатель воспроизводимости находили по выражению:

$$V_{\bar{X}} = \sqrt{\left[\left[\bar{X}_A - \bar{X}_B \right] K_2 \right]^2 - \left[\frac{C_{R_x}^2}{2n} \right]} = 0,001, \quad (4)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от числа операторов, участвующих в исследовании процесса измерения и равный обратной величине d_2^* (находят по табл. в приложении С [2] в зависимости от числа измерений и числа операторов, равного 1); n – число подгрупп измерения.

Показатели изменчивости измерительного процесса определяли по формулам:

– показатель изменчивости от показателей сходимости и воспроизводимости

$$I_{\bar{X}, R_x} = \sqrt{\left[(C_{R_x})^2 + (V_{\bar{X}})^2 \right]} = 0,003, \quad (5)$$

– показатель изменчивости от одной серии испытаний к другой

$$I_{X_i} = (\bar{X}_{\max(AB)} - \bar{X}_{\min(AB)}) K_2 = 0,067, \quad (6)$$

где $(\bar{X}_{\max(AB)} - \bar{X}_{\min(AB)})$ – разница максимального и минимального средних значений измеренного параметра двух операторов;

– показатель полной изменчивости

$$I_{\Pi} = \sqrt{\left[(I_{\bar{X}, R_x})^2 + (I_{X_i})^2 \right]} = 0,067. \quad (7)$$

Долю уровней показателей сходимости и воспроизводимости от полной вариации

процесса измерения определяли по выражению:

$$\delta_{C,B} = I_{\bar{X}, R_x} / I_{\Pi} = 0,045. \quad (8)$$

Используя оценочную шкалу, приведенную в [1], можно сделать вывод, что измерительный процесс радиуса ворсистости пряжи является приемлемым, так как $\delta_{C,B}$ ниже 0,1.

ВЫВОДЫ

1. В результате оценивания качества процесса измерения компьютерным методом радиуса ворсистости пряжи по свойству стабильности с использованием $\bar{X} - R_x$ -карты было установлено, что вмешательства в измерительный процесс не требуется.

2. При оценке компьютерного метода измерения радиуса ворсистости пряжи по свойству воспроизводимости графическим методом выявлено, что процесс измерения обнаруживает изменчивость от одной серии испытаний к другой и может давать информацию для управления технологическим процессом.

3. Анализ процесса измерения по свойству сходимости графическим методом показал отсутствие взаимодействия операторов и различий в принципах их работы.

4. Уточнены количественные характеристики свойств сходимости, воспроизводимости и изменчивости, которые подтверждают пригодность компьютерного метода измерения исследуемого показателя ворсистости пряжи к применению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеева Н.В. Оценивание качества процесса измерения линейной плотности пряжи // Вестник ИГТА. – 2002, №2. С. 72...77.
2. Анализ измерительных систем MSA // Перевод с англ. – Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 2002.
3. Коробова Т.Н. Разработка методики поверки компьютерного метода измерения показателей ворсистости пряжи. Проектирование, контроль и управление качеством продукции и образовательных услуг // Мат. Седьмой всероссийской науч.-техн. конф. Ч. II.: Управление качеством на произ-

водстве и в образовании / Под ред. В.В. Щипанова, Ю.К. Черновой. – Тольятти: ТГУ, 2004. С.40...41.

4. ГОСТ Р 50779.42–99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – М.: Изд-во стандартов, 1999.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 06.12.06.
