

УДК 006.015.5:677.014.66

Г.А. Скрипко, С.Н. Ваколюк

Научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр при УМВД Украины в Николаевской области, Николаев, Украина

ОЦЕНКА ГРАНИЦ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ МАССОВОЙ ДОЛИ ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА, МЕТОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Проведена оценка неопределенности при установлении массовой доли волокон шерсти в двухкомпонентной смеси текстильного материала методом поляризационной микроскопии. Приведены границы неопределенности при входных величинах: количественной доли волокон шерсти в текстильном материале, неоднородности волокон шерсти по толщине.

Ключевые слова: неопределенность величины, волокна шерсти, количественная доля, текстильный материал, пряжа, метод поляризационной микроскопии.

Введение

Измерительная информация является основой для аттестации лабораторий и сертификации качества продукции, принятия технических и управленческих решений при испытании модифицированной продукции, оценки новых методов и методик. Достоверность результата измерений определяется методически правильным выполнением измерений и абсолютной оценкой неопределенности.

Качество текстильного материала в первую очередь определяется процентом вложения натуральных волокон.

Наблюдаемое в настоящее время ежегодное увеличение производства дешевых химических волокон [1] приводит к снижению потребления текстильным сектором волокон натуральных. Снижение контроля за сырьевым составом текстильного материала привело к насыщению рынка Украины некачественной продукцией.

Изложение основного материала

В текстильной промышленности количественное соотношение натуральных и химических волокон в смесовой пряже текстильного материала определяется по массовой доле одного из компонентов методом количественного химического анализа (ДСТУ 4057-2001 [2]).

Метод основан на селективном растворении одного из компонентов. Для проведения испытания устанавливают массу, предварительно кондиционированной пробы. Оптимальная масса навески – 10 г.

Недостатками химического метода, является его трудоемкость (продолжительность исследования 7 – 8 часов), использование опасных для здоровья химических реактивов, большое количество исследуемого материала. Последний недостаток исключает применение химического метода для оценки

количественного соотношения волокон в текстильном материале готовых изделий.

На базе НИЭКЦ при УМВД Украины в Николаевской области разработан оптический метод определения массовой доли волокон шерсти в текстильном материале со смешанным волокнистым составом пряжи - полиакрилонитрил / шерсть.

Для исследования использовался лабораторный поляризационный микроскоп Полам-Л-213. Максимальная масса навески с учетом повторяемости эксперимента (восемь проб) – 0,1 г.

Суть метода заключается в механическом подсчете числа волокон по толщине пряжи. Дифференциацию волокон в смеси и их подсчет проводили с использованием поляризационного света, в поле зрения которого волокна, отличающиеся по природе, приобретают разную интерференционную окраску. По полученным данным вычисляли количественное соотношение компонентов в смеси.

Для проведения испытаний предложенным методом нами использовались образцы материала с заведомо известной и подтвержденной при проверке стандартным методом массовой долей шерсти в смеси с полиакрилонитрилом. Данные, полученные методом поляризационной микроскопии, были соотнесены с массовой долей образцов. Результаты исследования представлены в виде диаграммы (рис. 1).

Техническая и экономическая целесообразность предложенного метода по определению массовой доли шерсти в смеси с полиакрилонитрильными (ПАН) волокнами определяется границами неопределенности трех входных величин: неравномерностью распределения волокон шерсти по длине пряжи, неполнотой охвата волокон по толщине пряжи, неоднородностью волокон шерсти по толщине.

Для оценки неопределенности были выбраны образцы текстильного материала с массовой долей шерсти 20%, 50%, 80%.

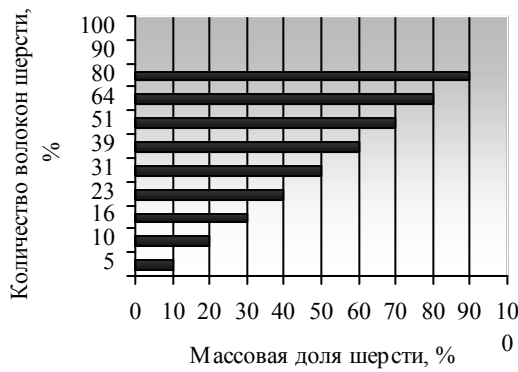


Рис. 1. Отношение количественной доли волокон шерсти к массовой доле в двухкомпонентной пряже (шерсть / полиакрилонитрил)

Оценка неопределенности результатов наблюдений проводилась согласно базовому алгоритму [3].

1. Запись модельного уравнения:

$$y = f(x_1, x_2, x_3), \tag{1}$$

где x_1, x_2, x_3 – входные величины.

2. Оценка стандартных неопределенностей входных величин x_1, x_2 .

Количественную долю волокон шерсти в пробе вычисляли по формуле:

$$K_{дш} = \frac{K_{вш}}{K_{вп}} \cdot 100\%, \tag{2}$$

где $K_{вш}$ – количество волокон шерсти в пробе, шт; $K_{вп}$ – количество волокон в пробе, 150 – 180 шт.

Так как в процессе ткачества волокна шерсти неравномерно распределяются по длине пряжи, то пробы отбирались с разных участков изделия. Количественная доля волокон шерсти по длине пряжи ($K_{дш1}$) вычислялась как среднее значение восьми параллельных определений.

Количественная доля волокон шерсти по толщине пряжи ($K_{дш2}$) вычислялась как среднее значение трех параллельных определений.

С целью исключения грубых отклонений от среднеарифметических значений $K_{дш1}$ и $K_{дш2}$ по формуле (3) вычисляли оценку среднеквадратичных отклонений (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \tag{3}$$

Отклонения от среднеарифметического значения, превышающие пределы $\pm 3\sigma$, были отклонены.

Стандартную неопределенность входных величин $K_{дш1}$ и $K_{дш2}$ (неравномерность распределения волокон шерсти по длине пряжи и неполнота охвата волокон по толщине пряжи) вычисляли по формуле:

$$U_A(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{q=1}^{n_i} (x_i q - \bar{X})^2}{n_i(n_i-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \tag{4}$$

Полученные значения стандартных неопределенностей $U_A(K_{дш1})$ и $U_A(K_{дш2})$ по результатам исследования образцов текстильного материала с массовой долей шерсти 20%, 50%, 80% представлены в табл. 1.

Таблица 1

Стандартная неопределенность входных величин

Образец с массовой доли шерсти, %	Количественная доля волокон шерсти, %	Стандартная неопределенность входных величин, %	
		$K_{дш1}$	$K_{дш2}$
20	10	0,707	0,324
50	31	0,479	0,324
80	64	0,401	0,324

Сравнительный анализ стандартных неопределенностей (табл. 1) входных величин $K_{дш1}$ и $K_{дш2}$ показал, что во всех образцах величина неопределенности, отражающая неравномерность распределения волокон шерсти по длине пряжи, больше, чем величина неопределенности зависящая от не полного охвата волокон по толщине пряжи. Максимальное значение неопределенности входной величины $K_{дш1}$ соответствует образцу с массовой долей шерсти 20% (10 % волокон шерсти в пряже).

3. Вычисление суммарной стандартной неопределенности.

В связи тем, что входные величины $K_{дш1}$, $K_{дш2}$ относятся к прямым измерениям, их коэффициенты чувствительности равны 1.

Суммарную стандартную неопределенность вычисляли по формуле:

$$U_c = \sqrt{\sum U_{Ai}^2}. \tag{5}$$

Согласно расчетам суммарная стандартная неопределенность выходной величины – количественной доли волокон шерсти в текстильном материале ($K_{дш}$) равна: 0,778% для текстильного материала с массовой долей шерсти 20%; 0,578% для текстильного материала с массовой долей шерсти 50%; 0,516% для текстильного материала с массовой долей шерсти 80%.

4. Расширенную неопределенность K_d вычисляли по формуле:

$$U = k \cdot U_c, \tag{6}$$

где k – коэффициент охвата.

За коэффициент охвата был принят коэффициент Стьюдента, значение которого при доверительной вероятности $P = 0,95$ равно 2 [3].

Расширенная неопределенность $U(K_{дш})$ количественной доли волокон шерсти в текстильном

матеріалі с ее масовою долей 20%, 50%, 80% равна: 1,6%, 1,2%, 1,0% соответственно.

Запись полного результата измерений соответствует образцу:

$$K_{дш} = K_{дш} \pm U, p = 0,95.$$

Для материала с массовой долей шерсти 20%, 50% и 80% – $10 \pm 1,6\%$; $31 \pm 1,2\%$; $64 \pm 1,0\%$.

Таким образом, точность метода возрастает с увеличением количественной доли волокон шерсти в пряже.

5. Расчет неопределенности величины характеризующей неоднородность волокон шерсти по толщине.

В полушерстяных тканях толщина ПАН волокон одинаковая – 30 мкм. Волокна шерсти, являясь природным материалом, имеют широкий диапазон по толщине: 14 – 24 мкм пух, 25 – 34 переходный волос, 35 – 60 ость [4]. Для изготовления трикотажных полотен применяется пряжа с большим содержанием полутонких (переходных) волокон (70 – 85%).

Нами определено, что шерсть исследуемых образцов полушерстяной пряжи имеет следующий состав по типу волоса: пряжа с 20% содержанием шерсти – 4% пуха, 69% переходного волоса, 27% ость; пряжа с 50% содержанием шерсти – 15% пуха, 74% переходного волоса, 11% ость; пряжа с 80% содержанием шерсти – 24% пуха, 71% переходного волоса, 5% ость.

Среднеарифметическое значение толщины волокон шерсти в пряже с 20%, 50% и 80% ее содержанием составило – 27,22 мкм, 27,15 мкм, 26,88 мкм соответственно.

Стандартную неопределенность входной величины $T_{шв}$ (неоднородность волокон шерсти по толщине) определяли по формуле (4).

Согласно расчета – $U_A T_{шв} = 0,297$ мкм.

Расширенная неопределенность $UT_{шв} = 0,6$ мкм, при округлении до целых – 1 мкм.

Запись полного результата измерений:

$$T_{шв} = 27 \pm 1 \text{ мкм}, P = 0,95.$$

Вывод

Установленные математическим расчетом границы неопределенности количественной доли волокон шерсти в пряже текстильного материала при использовании метода поляризационной микроскопии указывают на приемлемость предлагаемого метода для оценки качества полушерстяных текстильных материалов.

При этом средняя толщина волокон шерсти должна быть 27 ± 1 мкм, что отвечает требованиям полутонкой шерсти.

Точность метода возрастает с увеличением количественной доли волокон шерсти в пряже.

Список литературы

1. Дулина Л. Одевайтесь в полимеры. Синтетические и натуральные волокна: борьба продолжается [Электронный ресурс] / Л. Дулина // Полимеры-деньги. Международный специализированный журнал. – Режим доступа к ресурсу: <http://polymers-money.com/journal/onlinejournal/2005/august/textile/>.
2. ДСТУ 4057-2001: Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон. – [Чинний від 2002-06-01] – К.: Держстандарт України, 2002 – 28 с.
3. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. – М.: Высшая школа, 2008. – 214 с.
4. Давыдов А.Ф. Текстильное материаловедение / А.Ф. Давыдов – М.: Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности – 1997. – 168 с.

Поступила в редколлегию 21.12.2010

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Д.Г. Сарыбекова, Херсонский национальный технический университет, Херсон.

ОЦІНКА ГРАНИЦЬ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ВОВНЯНИХ ВОЛОКОН, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ, МЕТОДОМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ МІКРОСКОПІЇ

Г.О. Скрипко, С.М. Ваколюк

Проведено оцінку невизначеності при встановленні масової частки волокон вовни, у двокомпонентній суміші текстильного матеріалу методом поляризаційної мікроскопії. Наведено границі невизначеності при вхідних величинах: кількісної частки волокон вовни в текстильному матеріалі, неоднорідності волокон вовни по товщині.

Ключові слова: невизначеність величини, волокна вовни, кількісна частка, текстильний матеріал, пряжа, метод поляризаційної мікроскопії.

EVALUATION OF THE BORDERS OF UNCERTAINTY IN ESTABLISHING THE MASS FRACTION OF WOOL FIBERS THAT ARE A PART OF A TEXTILE MATERIAL BY USING THE METHOD OF POLARIZING MICROSCOPY

G.O. Skrypko, S.V. Vakolyuk

It was made an evaluation of uncertainty in determining the mass fraction of wool fibers in a binary mixture of textile material by using the method of polarizing microscopy. It was given the border of the uncertainty with input values of: quantitative proportion of the wool fibers in the textile material, heterogeneity of the wool fibers in thickness.

Keywords: uncertainty of value, wool fibers, quantitative proportion, textile material, yarn, method of polarizing microscopy.