

УДК 006.015.5:677.014.7

Г.О. Скрипко¹, Д.Г. Сарибекова², С.Н. Ваколюк¹¹Научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр при УМВД Украины в Николаевской области, Николаев, Украина²Херсонский национальный технический университет, Херсон, Украина

ОЦЕНКА ГРАНИЦ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ СОРТА ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПРЯЖИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Проведен анализ возможности снижения неопределенности при оценке качества хлопка-сырца стандартным методом (ГОСТ 32742-72). Дана математическая обработка данных, полученных при установлении технологического сорта хлопковых волокон пряжи методом поляризационной микроскопии с использованием универсальной компенсационной пластины – кварцевого клина. Анализ полученных результатов показал, что применение усовершенствованного метода поляризационной микроскопии для оценки качества волокон пряжи позволяет снизить значение неопределенности результата. Установлено, что достоверность результата обеспечивается измерением 50 и более волокон. С целью технической и экономической целесообразности предложено увеличить количество измеряемых волокон до 80 – 100 штук.

Ключевые слова: неопределенность результата, метод оценки качества, волокна хлопка, пряжа, количество измеренных волокон, поляризационный микроскоп, универсальный компенсатор.

Введение

В настоящее время метрология развивается по нескольким направлениям. Если еще в начале XX века под словом метрология понималась наука, главной задачей которой было описание всякого рода мер, применяемых в разных странах, областях и городах, то теперь это понятие приобрело гораздо более широкий научный и практический смысл – расширилось содержание метрологической деятельности, сформировались и развиваются две взаимосвязанные ветки метрологии: научная и законодательная метрология. Научная метрология явилась базой измерительных средств, занимается проблемой измерения в целом и образующих измерение элементов: средств измерений, физических величин и единиц; методов и методик измерения; результатов и погрешностей измерений и др. Законодательная метрология разрабатывает и внедряет нормы и правила выполнения измерений, устанавливает требования, направленные на достижение единства измерений, порядок разработки и испытаний средств измерений, устанавливает термины и определения в области метрологии, единиц физических величин и правила их применения.

Измерительная информация является основой для принятия технических и управленческих решений при испытаниях продукции, оценки ее технического уровня, аттестации и сертификации качества. При этом чтобы результат обладал юридической силой, он должен быть юридически значимым. Условия юридической силы результатов измерений вытекают из закона Украины „Про метрологію та метрологічну діяльність” Измерительная информация, полученная с нарушением этих правил, должна быть признана не внушающей доверия. Прежде

всего, результаты измерений должны быть зафиксированы в форме, которая давала бы гарантии их истинности, достоверности. Достоверность результата измерений определяется методически правильным выполнением измерений и абсолютной оценкой погрешности (точности) результата. Результаты любых измерений, как бы тщательно и на каком бы высоком уровне они не выполнялись, неизбежно содержат некоторые погрешности. Абсолютно точных измерений не может быть принципиально. Однако уровень точности, к которому надо стремиться, должен определяться критериями технической и экономической целесообразности. Проблема заключается в количественном выражении (значении) погрешности (неопределенности) измерений, т.е. отклонении измеренного значения величины от «истинного». Потому только указанная величина неопределенности измерения позволяет оценить достоверность результата. Результат измерения без информации о неопределенности не имеет доказательной ценности.

Для оценки качества хлопка-сырца в хлопчатобумажной промышленности применяется стандартный метод [1]. Оценка сортности основана на дифференциации волокон на четыре группы зрелости по цвету интерференционного свечения, определяемого в поле зрения микроскопа с применением компенсационной пластины первого порядка (550 нм) и увеличении объекта в 200 раз. В указанном методе значение неопределенности результата зависит от ряда факторов: технических характеристик микроскопа, уровня его настроек, чувствительности органа зрения оператора воспринимать цвет интерференционного свечения волокна (от этого может корректироваться количество просматриваемых волокон). Стандартом определено, что необходимый

уровень точности достигается при просмотре не менее 300 шт. волокон в одной серии.

Процессы технологической обработки (пряжение, ткачество, отварка, отбеливание, крашение, аппретирование) [2 – 4] влияют на структуру волокон, снижая их механические и физико-химические показатели. Поэтому сортность хлопка, поступающего на прядение, не тождественна сортности волокон пряжи ткани, прошедшей полный технологический цикл обработки. Необходимость просматривать большое количество волокон согласно ГОСТ [1] не позволяет применять этот метод в текстильной промышленности для оценки технологического сорта волокон пряжи ткани, сертификации продукции, криминалистики (для идентификации текстильных материалов), так как количество волокон, составляющих пряжу не превышает 200 – 250 штук.

В середине 80-х годов прошлого столетия Седов А.А. [5] предложил определять технологический сорт волокон хлопка пряжи по оптическому показателю – разности хода (фазового смещения) поляризованных лучей (Δ_v). Измеряя указанный показатель по методу Сенармона [6], Седов А.А. рекомендует дифференцировать волокна на семь групп зрелости 0, I, II, III, IV, V, VI соответственно показателю – 285, 252, 226, 192, 167, 140, 132 нм. Это дало возможность снизить величину неопределенности результата при установлении сорта и уменьшить количество измеряемых волокон. Однако на практике этот способ не получил широкого распространения в связи с тем, что при определении оптического показателя используется очень трудоемкий метод дифференциального интерференционного контраста. Кроме того, утверждение автора о возможности определения сорта хлопковых волокон пряжи по результатам измерений 25 – 50 волокон вызывает сомнение. Поскольку для определения сорта необходимо измерять не менее 1/2 процента волокон, составляющих пряжу, то есть 100 – 150.

Усовершенствование «Ускоренного метода определения сорта и линейной плотности. ГОСТ 3274.2-72» позволило решить указанную выше проблему [7]. Было предложено проводить исследования поле зрения поляризационного микроскопа с увеличением объекта в 360 раз, компенсационную пластину с постоянным оптическим показателем (550 нм) заменить на универсальный компенсатор (кварцевый клин). Универсальность компенсатора заключается в том, что по своей длине он разделен на четыре группы спектров. Каждый спектр имеет свой оптический показатель (разность хода лучей преломленного поляризационного света), определяемый по шкале интерференционных цветов Ньютона (таблица 23 [8]). Наличие на пластине широкого диапазона спектров дало возможность дифференцировать волокна хлопка по величине оптического показателя (разности хода) на большее количество групп (девять).

Целью исследования, представленного в работе, является определение количественной величи-

ны измеряемых волокон предложенным способом, при которой неопределенность результата обеспечивает уровень точности, соответствующий критериям технической и экономической целесообразности при оценке качества хлопковых волокон пряжи.

Объектом исследования в данной работе являлась костюмная ткань, арт. ОВО 129, производства ОАО «ХБК».

Изложение основного материала

Отбор проб для каждой из пяти серий измерений проводился методом конверта.

Проба готовилась в поле зрения лабораторного микроскопа МБС-10 в отраженном свете при 32-кратном увеличении. Для этого волокна пряжи на предметном стекле помещались в иммерсионную жидкость (масло с показателем двойного лучепреломления 0,0106) и располагались параллельно относительно друг друга.

Измерение оптического показателя волокна (разности хода) проводилось в поле зрения поляризационного лабораторного агрегатного микроскопа «Полам Л-213» в проходящем поляризационном свете при 360-кратном увеличении с использованием универсальной компенсационной пластины – кварцевого клина.

Согласно условиям метода разность хода волокон (Δ_v) определялась по вычитанию оптических показателей, соответствующего цвету наиболее выраженной компенсационной окраске волокна (синей) и цвету полосы спектра, в поле зрения которой была отмечена компенсация. В связи с тем, что компенсация цвета у волокон разной степени зрелости наблюдается в восьми полосах спектра (332, 234, 194, 159, 128, 113, 98, 88 нм), а у совершенно незрелых волокон не наблюдается (0), волокна хлопка пряжи разделили на девять групп. Разность хода волокон соответствующей группы рассчитывалась по формуле:

$$\Delta_v = \Delta_k - \Delta_c, \quad (1)$$

где Δ_v – разность хода волокна; Δ_k – разность хода, соответствующая цвету волокна при компенсации; Δ_c – разность хода, соответствующая цвету спектра, в поле зрения которого отмечена компенсация.

Содержание волокон в каждой из девяти групп зрелости, выраженное в процентах, определяли как их количественное соотношение в пряже к общему числу измеренных волокон.

Среднее арифметическое значение полученных результатов по пяти пробам и расчетные данные процентного соотношения волокон хлопка по степени зрелости в пряже утка ткани арт. ОВО 129-ХЕ в одной из серий, представлено табл. 1.

При сопоставлении данных, полученных двумя методами: стандартным [1] и разработанным, поляризационно-оптическим с применением кварцевого клина [7], установлено, что группа A_1 суммируется из волокон пряжи, отнесенных к 1, 2, 3 групп, группа A_2 – 4, 5; группа A_3 – 6, 7; группа A_4 – 8, 9.

Таблица 1
Соотношение волокон хлопка в пряже ткани
арт. ОВО 129-ХЕ по девяти группам

№ группы	Количество волокон, шт	Соотношение, %
1	4	3
2	21	14
3	50	33
4	31	21
5	15	10
6	11	7
7	9	6
8	7	5
9	2	1
Σ	150	100

Технологический сорт хлопковых волокон в пряже определялся в соответствии с методикой стандарта [1] по процентному содержанию волокон первой группы зрелости (A_1) согласно табл. 2 ГОСТ 3274.2-72.

Значение коэффициентов зрелости хлопкового волокна (K_1, K_2, K_3, K_4) для каждой группы определяли по установленному сорту согласно табл. 3 ГОСТ 3274.2-72. Средневзвешенное значение коэффициента (K_{cp}) волокон пряжи вычисляли по формуле:

$$K_{cp} = \frac{A_1 K_1 + A_2 K_2 + A_3 K_3 + A_4 K_4}{100}, \quad (2)$$

где A_1, A_2, A_3, A_4 – процентное содержание хлопковых волокон соответствующих четырех групп; K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты зрелости хлопковых волокон соответствующих четырех групп.

По результатам исследования уточной пряжи ткани арт. ОВО 129-ХЕ серии измерений были рассчитаны средневзвешенные коэффициенты зрелости: $K_{cp1} = 1,73$; $K_{cp2} = 1,70$; $K_{cp3} = 1,74$; $K_{cp4} = 1,69$; $K_{cp5} = 1,71$.

Математическая обработка данных полученных при установлении технологического сорта хлопковых волокон пряжи методом поляризованной микроскопии [8], проводилась согласно законам математической статистики [9]. Среднее арифметическое значение серии (\bar{X}) определяли по результатам пяти проб и вычисляли по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

где \bar{X} – среднее арифметическое серии параметров $K_{cp i}$; x_i – параметр ($K_{cp i}$), i -й в серии; n – число опытов в серии.

Согласно расчету среднее арифметическое K_{cp} серии $\bar{X} = 1,714$.

Отклонения величины $K_{cp i}$ (d_i) от среднего арифметического значения серии вычислили по формуле:

$$d_i = x_i - \bar{X}. \quad (4)$$

Согласно расчету: $d_1 = 0,016$; $d_2 = -0,014$; $d_3 = 0,026$; $d_4 = -0,024$; $d_5 = -0,004$.

Оценку рассеяния результатов наблюдаемых в серии относительно среднего их значения определяли через дисперсию S^2 – сумму квадратичных отклонений. Среднее квадратичное отклонение (стандартная неопределенность) $S = \sqrt{S^2}$ вычисляли по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}. \quad (5)$$

В результате расчета среднее квадратичное отклонение составило – $S = 0,0207$.

Для оценки доверительных границ неопределенности рассчитали коэффициент – t (критерий Стьюдента), по формуле:

$$\frac{x_i - \bar{X}}{S} \geq t. \quad (6)$$

Согласно расчетам критерий доверительные границы неопределенности по пяти пробам:

$$t_1 = |0,773|; t_2 = |0,676|; t_3 = |1,256|; t_4 = |1,159|; t_5 = |0,193|.$$

С целью проверки адекватности параметра K_{cp} по пяти пробам в серии расчетный критерий сравнивали с табличным значением t_q (критерий Стьюдента), величина которого зависит от доверительной вероятности метода измерения и степени свободы f ($n - 1$). При доверительной вероятности $P = 0,95$ и степени свободы $f = 4$ значение $t_q = 2,776$ [9].

Сравнительный анализ расчетного и табличного значений критерий Стьюдента показал, что они не превышают табличного значения, т.е. адекватны.

Результаты оценки доверительных границ неопределенности пяти проб показали, что измерение 150 волокон, разработанным методом, обеспечивает необходимый уровень точности при определению технологического сорта хлопковых волокон пряжи.

С целью определения границы количественной величины измеряемых волокон, при которой неопределенность результата обеспечивает необходимый уровень точности, были проведены аналогичные расчеты для проб из 120, 100, 80, 65, 50 волокон.

Динамику изменения величин (отклонения параметра $K_{cp i}$ от среднего арифметического значения \bar{X}_i и значения критерия Стьюдента) от количества измеренных волокон можно наблюдать по данным, представленным в табл. 2. Анализ данных табл. 2 показал, что с уменьшением количества просмотренных волокон отклонение параметров $K_{cp i}$ от среднего арифметического значения увеличивается. Величина критерия Стьюдента также увеличивается, приближаясь к табличному значению 2,776 при измерении 50 волокон.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать выводы.

Таблиця 2

Динамика изменения величин
(отклонение параметра K_{cp} от среднего
арифметического значения, критерия Стьюдента)
относительно количества измеренных волокон

Количество измеренных волокон, шт	Отклонение K_{cp} от среднего арифметического значения, d_i	Критерий Стьюдента, t
120	0,006	0,29
100	-0,014	0,676
80	0,026	1,256
65	-0,054	2,609
50	0,056	2,705

Выводы

Применение усовершенствованного метода поляризационной микроскопии для оценки качества волокон пряжи позволяет снизить значение неопределенности результата.

Допустимая граница неопределенности результата обеспечивается измерением 50 и более волокон.

С целью технической и экономической целесообразности при оценке качества хлопковых волокон пряжи, предложенным методом, количество измеряемых волокон рекомендуется увеличить до 80 – 100 шт.

Список литературы

1. Волокно хлопковое. Ускоренные методы определения сорта и линейной плотности.: ГОСТ 3274.2 – 72. – [Введен с 1974-01-01, снято ограничение срока действия. Основание ИУС № 11-12-94] – Львів: ЗАТ Науково-

інформаційний центр «Ленорм» 12.05.2007 – 17 с. – (Межгосударственный стандарт).

2. Семикин А.П. Влияние технологических факторов и зон произрастания на структуру и свойства волокон хлопчатника / А.П. Семикин, Ю.В. Коноплев, А.К. Изгородин // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 1998. – №1 (241). – С. 13-16.

3. Сафонов В.В. Изменение сорбционных и поверхностных свойств хлопчатобумажных тканей в процессах подготовки к колорированию / В.В. Сафонов, М.К. Кошелева // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 1991. – № 3. – С. 56-59.

4. Сарибекова Д.Г. Определение эффективности кислотозащитной отделки целлюлозосодержащих тканей при воздействии растворов серной кислоты / Д.Г. Сарибекова, Г.А. Скрипко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 5. – С. 204-208.

5. Седов А.А. Новый экспресс метод оценки зрелости хлопковых волокон / А.А. Седов, А.Д. Николаев // Текстильная промышленность – 1984. – № 7. – С. 28-31.

6. Седов А.А. Определение показателя двойного лучепреломления волокон методом Сенармона / А.А. Седов // Химические волокна. – 1985. – № 4. – С. 19-21.

7. Скрипко Г.А. Применение поляризационно-оптического метода с использованием кварцевого клина для определения качества хлопка-волокна / Г.А. Скрипко, Д.Г. Сарибекова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2004. – № 5. – С. 142-146.

8. Калиновски Е. Химические волокна (исследования и свойства) / Е. Калиновски, Г.В. Урбанчик. – М.: Легкая индустрия, 1966. – 319 с.

9. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. – М.: Высшая школа, 2008. – 214 с.

Поступила в редколлегию 27.04.2010

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Г.С. Сарибеков, Херсонский национальный технический университет, Херсон; инженер-метролог (аудитор по метрологии); О.А. Готовская, ГП «Николаевский региональный центр метрологии, стандартизации и сертификации», Николаев.

ОЦІНКА ГРАНИЦЬ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ СОРТУ БАВОВНЯНИХ ВОЛОКОН ПРЯЖІ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Г.О. Скрипко, Д.Г. Сарибекова, С.М. Ваколюк

Проведено аналіз можливості зниження невизначеності при оцінці якості бавовни стандартним методом (ГОСТ 3813-72). Дана математична обробка даних, отриманих при встановленні технологічного сорту бавовняних волокон пряжі методом поляризаційної мікроскопії з використанням універсальної компенсаційної пластини – кварцевого клина. Аналіз отриманих результатів показав, що використання вдосконаленого методу поляризаційної мікроскопії для оцінки якості волокон пряжі дозволяє знизити значення невизначеності результату. Встановлено, що вірогідність результату забезпечується виміром 50 і більше волокон. З метою технічної й економічної доцільності запропоновано збільшити кількість вимірюваних волокон до 80 – 100 штук.

Ключові слова: невизначеність вимірів, метод оцінки якості, волокна бавовни, пряжа, кількість вимірюваних волокон, поляризаційний мікроскоп, універсальний компенсатор.

EVALUATION OF THE BORDERS OF UNCERTAINTY IN ESTABLISHING THE VARIETIES OF COTTON FIBERS YARN FABRIC

G.A. Skrypko, D.G. Saribekova, S.N. Vakolyuk

It was made an analysis of the possibilities to reduce the uncertainty in assessing the quality of raw cotton by the standard method (GOST 3813-72). It was given the mathematical treatment of data, which was obtained in establishing the technological variety of the cotton yarn by polarizing microscopy using a universal compensating plate – quartz wedge. The analysis of the results showed that the use of an improved method of polarization microscopy to assess the quality of yarn fibers can reduce the value of uncertainty of result. It was established that the results provided by the measurement of 50 or more fibers. With the purpose of the technical and economic feasibility was proposed to increase the number of the measured fibers up to 80 – 100 pieces.

Keywords: measurement uncertainty, the method of assessing the quality of cotton fiber, yarn, number of measured fibers, polarizing microscope, universal compensator.