

УДК 677.024:681.3

**МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

**METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MEASURING COMPLEX
FOR RESEARCH OF PROPERTIES OF TEXTILE CLOTHS**

В.В. ЛАПШИН
V.V. LAPSHIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

В статье рассмотрены основные метрологические характеристики автоматизированных устройств, составляющих измерительный комплекс исследования свойств текстильных полотен.

In article the main metrological characteristics of the automated devices making a measuring complex of research of properties of textile cloths are considered.

Ключевые слова: метрологические характеристики, точность, измерительный комплекс, автоматизированное устройство, текстильные полотна.

Keywords: metrological characteristics, accuracy, the measuring complex, the automated device, textile cloths.

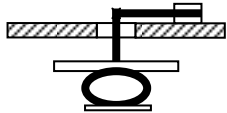
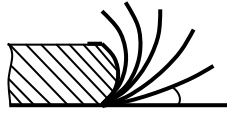
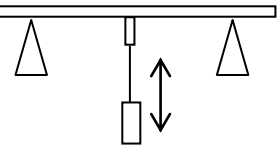
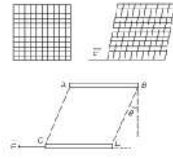
В процессах технологической переработки и эксплуатации текстильные полотна могут подвергаться самым различным по характеру нагрузкам: работать на растяжение, изгиб, сдвиг или подвергаться совместному действию нескольких видов нагрузки.

В целях сбора и накопления информации о поведении материалов при воздействии на них различных видов деформаций наибольшее распространение в настоящее время имеют экспериментальные методы, так как получаемые с помощью этих методов показатели реально отражают дефор-

мационные процессы и не зависят от субъективного мнения эксперта. Существующие стандартные приборы определения показателей деформаций не соответствуют современному уровню развития техники и не обеспечивают точность результатов оценки.

В КГТУ разработан измерительный комплекс автоматизированных устройств [1..4] (табл. 1) и программное обеспечение, позволяющие по-новому подходить к исследованию свойств текстильных полотен.

Таблица 1

Номер п/п	Объект исследований	Форма, размеры проб, направления измерений	Критерии оценки	Схема испытаний
1	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	Прямоугольные 20x95 мм; крестообразные 0...345°	Жесткость – Р, сН; Упругость – У, % Работа изгиба – А, Дж	
2	Текстильные материалы и пакеты одежды	Прямоугольные 10x20 мм; круглые d = 20 мм 0...345°	Коэффициент жесткости – С, Н·м ² Скорость восстановления – t, с Остаточная деформация – α, град	
3	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	Прямоугольные 20x200 мм; 50x500 мм	Коэффициент жесткости – С, Н/м Коэффициент вязкости – h, Н·с/м Относительное удлинение – ε, %	
4	Текстильные материалы и пакеты одежды	Прямоугольные 100x100 мм	Угол сдвига – Θ, град Усилие сдвига – F, Н Работа – А, Дж	

Получение достоверных данных о свойствах текстильных полотен возможно при условии, что измерительные средства обладают высокой точностью измерительных каналов, сходимостью и воспроизводимостью результатов измерений, поэтому проверке качества по этим позициям должно быть уделено особое внимание.

Проверка точности и определение результирующей погрешности измерительных каналов автоматизированных устройств проведены расчетным методом [5]. В результате расчета определен предел допускаемой основной погрешности, равный 2%.

Точность измерительного канала устройства главным образом определяется точностью первичного измерительного преобразователя (ПИП). Испытания ПИП при статическом нагружении проведены в соответствии с рекомендациями [6]. Математическая модель статической характеристики ПИП получена путем аппроксимации экспериментальных данных на рабочем участке линейным уравнением по критерию наименьших квадратов. Анализ результатов тарировки ПИП для фиксированного коэффициента усиления позволяет

сделать вывод о линейной зависимости между входной (масса груза, перемещение) и выходной (условные единицы кода АЦП) величинами.

Однако при измерении быстро изменяющихся процессов необходимо учитывать и динамическую составляющую погрешности. Динамические погрешности являются дополнительными и обычно не суммируются с остальными, а просто ограничивают частотный диапазон измеряемой величины в области высоких частот ее измерения [6]. Динамические (частотные) погрешности ПИП принято нормировать указанием их амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Располагая АЧХ прибора, можно найти динамическую погрешность для любого значения частоты регистрируемого процесса. Расчет частотной погрешности измерительного канала автоматизированных устройств в динамических условиях проведен по методике [7].

Согласно источнику [6] под воспроизводимостью понимается повторяемость результатов измерений одной и той же величины, например жесткости, полученной разными средствами измерения в одних и

тех же условиях. Под сходимостью результатов измерений в метрологии понимают характеристику качества измерений, которая отражает близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях.

Оценка воспроизводимости и сходимости проведена на примере двух методов исследования свойств полотен при изгибе [1], [2]. Показателем качества (измеряемой величиной) в первом методе выбрана жесткость, так как она измеряется и прототи-

пом, и разработанным устройством. Во втором методе прототипа нет, поэтому выбран показатель – скорость восстановления пробы после изгиба.

В табл. 2 приводятся экспериментальные данные по жесткости на изгиб льняных тканей и коэффициентам вариации показателей жесткости, определенных на стандартном устройстве ПЖУ-12М [8] и новом разработанном автоматизированном устройстве УОЖУ [1] с использованием проб, выкроенных по основе, закрепленных в кольцо.

Таблица 2

№ ткани	Прибор	P, сН			\bar{P} , сН	σ , сН	ν , %
		1	2	3			
1	ПЖУ-12М	5,94	6,20	5,94	5,1	0,12	2,45
	УОЖУ	5,70	5,70	5,71	5,7	0,01	0,06
2	ПЖУ-12М	7,80	7,54	7,80	7,7	0,12	1,59
	УОЖУ	7,32	7,32	7,32	7,3	0,01	0,04
3	ПЖУ-12М	7,80	7,54	7,80	7,7	0,12	1,59
	УОЖУ	7,06	7,06	7,06	7,1	0,04	0,06

Примечание. P – жесткость сН; \bar{P} – среднее арифметическое значение измерений, сН; σ – среднее квадратическое отклонение P, сН; ν – коэффициент вариации, %.

Очевидны объективность и более высокое качество проведения испытаний с помощью нового разработанного автоматизированного устройства, которое можно применять для исследования свойств разных материалов, используемых в текстильной и легкой промышленности.

Для получения полной картины о деформационных процессах, происходящих в ткани при изгибе, необходимо изучить процесс восстановления ткани после изгиба. В табл. 3 приведены экспериментальные данные о скорости раскрытия пробы, полученные с помощью автоматизированного устройства [2].

При обработке полученных значений процесса восстановления льняной ткани после изгиба все реализации данных равномерно разбивались на 10 сечений. Для каждого сечения рассчитывались значения математического ожидания и дисперсии времени процесса восстановления ткани. Таким образом, каждая выборка была представлена функциями математического ожидания и дисперсии. Существенность различия значений по видам выборок оценивалась долей различающихся сечений в функциях $M(t)$ и $D(t)$, выраженной в процентах к общему объему. Интервал между одним и другим измерением составил 4 часа.

Таблица 3

№ткани	t, мс	σ , мс	δ_t , % при n=3	n $\delta_t=5\%$	M(t), %	D(t), %
1	10,3	1,52	1,93	2	96	96
2	16,7	1,15	1,33	2	96	98
3	15,3	1,15	1,22	2	96	97

Примечание. t – среднее арифметическое значение из трех измерений времени процесса восстановления ткани, мс; σ – среднее квадратическое отклонение t, мс; δ_t – относительная погрешность измерения среднего значения, %; n – необходимое число измерений для обеспечения относительной погрешности измерения среднего значения не более 5%; M(t) – математическое ожидание; D(t) – дисперсия.

Результаты расчетов в табл. 3 показывают близость значений времени восстановления льняной ткани после изгиба, полученных с помощью разработанного устройства, так как доля незначимо различающихся значений характеристик случайного процесса составляет 96...98%.

Оценка воспроизводимости и сходимости полученных значений измерений автоматизированных устройств по предлагаемому алгоритму подтвердила объективность результатов измерений.

ВЫВОДЫ

1. Определены основные метрологические характеристики измерительного комплекса для исследования свойств текстильных полотен.

2. Метрологическая оценка результатов измерений комплекса на воспроизводимость и сходимость подтверждает объективность полученных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Козловский Д.А. Автоматизированное устройство для определения

жесткости и упругости материалов и пакетов материалов // Вестник КГТУ. – 2004, № 9. С. 32...34.

2. Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Определение свойств текстильных материалов в динамических условиях их эксплуатации // Технический текстиль. – 2003, № 5. С. 28...29.

3. Патент 72327 Российская Федерация, на полезную модель. Устройство для определения жесткости текстильных материалов при растяжении/ Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В.; Опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10.

4. Патент 45189 Российская Федерация на полезную модель. Устройство для определения формовочных свойств тканей/ Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В. [и др.]; Опубл. 27.04.2006, Бюл. № 12.

5. Лапшин В.В. Оценка погрешности устройства для измерения натяжения нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 17...19.

6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. –Л.: Энергоатомиздат, 1991.

7. Лапшин В.В. Определение динамической погрешности автоматизированных устройств контроля качества текстильных материалов // Вестник КГТУ – Кострома, 2013, № 1. С. 29...31.

8. ГОСТ 8977–74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения жесткости и упругости. – М.: Изд-во стандартов, 1974.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 30.09.14.