

УДК 677.-486.017.442

**Разработка структуры автоматизированного аппаратного комплекса  
для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя  
комбинированной нити на коротких отрезках**

Попов В.Н., Белоусов М.С.

**Костромской государственный технологический университет**

*Рассмотрена структурная схема и принцип работы элементов конструкции аппаратного комплекса для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя комбинированной нити на коротких отрезках.*

Известны комбинированные нити прядильно-крутильного способа производства с высокими амортизирующими свойствами наружного покрытия в радиальном направлении [1].

Особенностью структуры таких нитей является наличие сердечниковой монопнити с высоким модулем упругости в осевом направлении.

Высокие амортизирующие свойства поверхностного слоя нити обеспечиваются особенностями технологического процесса ее производства [2...3].

Существуют различные способы определения геометрических параметров нитей и нитевидных продуктов. Большинство из этих способов отвечают целям и задачам определения статистических оценок неоднородностей в осевом направлении.

Комбинированная нить прядильно-крутильного способа производства имеет периодическую структуру внешней поверхности. Период определяется шагом витка обкручивающей нити. Шаг витка обычно соизмерим с диаметром винтовой линии и для большинства вариантов комбинированных нитей прядильно-крутильного способа производства нитей лежит в пределах  $K = 0,2 \dots 5$ , где  $K$  – отношение шага винтовой линии обкручивающей нити к ее диаметру.

Для получения необходимых амортизирующих свойств в радиальном направлении значение  $K$  должно находиться в пределах  $1 \dots 3$ .

Геометрические параметры и характеристики наружной поверхности комбинированной нити могут быть измерены только методами неразрушающего контроля, так как любые механические воздействия измерительных преобразователей неизбежно изменяют их геометрию.

В текстильном материаловедении широкое распространение получили оптические методы измерения поперечника нитей и волокон, которые относятся к классу методов неразрушающего контроля и предусмотрены ГОСТ 18353.

Кроме измерения поперечника нитей с помощью оптических методов можно оценивать неровноту линейной плотности наружного покрытия в осевом направлении, неравномерность укладки обкручивающей нити, смещение волокнистого покрытия относительно оси сердечниковой нити, наличие локальных дефектов наружного покрытия нити и др.

Наиболее развернутая классификация оптических методов и детальное описание процессов и методик измерений представлены в работах [4...5].

Достоинствами оптических методов являются: универсальность, относительно высокая степень точности, быстроедействие, относительная простота реализации. К недостаткам следует отнести ограничения,

связанные с размерами измеряемых величин (минимальные размеры объектов измерения теоретически не должны быть меньше половины длины волны источника освещения в соответствии с правилом Релея). Кроме того – восприятие света глазом человека и оптическими сенсорами (ПЗС или других типов) могут существенно различаться при изменении длины волны и интенсивности, что создает дополнительные трудности при разработке и реализации аппаратуры.

Для разработки методик измерения геометрических характеристик нитей необходимо получить теоретическую модель, которая описывает физику процесса взаимодействия потока излучения (монохроматического или полихроматического) с объектом. С приближением к минимальному предельному размеру объекта измерения существенно возрастают трудности в описании теории оптических методов – математический аппарат связан с решением уравнений Максвелла, описывающих электромагнитное поле. Стандартные численные методы их решения не всегда дают удовлетворительные результаты, поэтому в практическом текстильном материаловедении при использовании дифракционных методов часто пользуются эмпирическими корреляционными зависимостями, которые применимы только для одного конкретного образца либо для ограниченного их количества.

Рассматриваемый в предлагаемой работе автоматизированный комплекс для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя комбинированной нити обеспечивает возможность реализации интегрального теневого оптического метода и метода измерений в отраженном свете. Дифракционный метод использовать не предполагается в виду того, что размеры объектов измерения существенно больше половины средней длины волны потока освещения и нелинейностями оптических явлений можно пренебречь.

На основе информации, полученной в результате обработки фотоснимков и видеофайлов изображения участков поверхности нити, выполненных в направлении образующей при вращении образца за один полный оборот вокруг его оси, могут быть построены компьютерные модели коротких участков нити с возможностью анализа поверхности в виде развертки цилиндра. Под короткими участками следует понимать отрезки нити, длина которых составляет несколько десятков от размера поперечника нити.

Структурная схема аппаратного комплекса для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя комбинированной нити прядельно-крутильного способа производства приведена на Рис.1.

Исследуемый образец нити 1 закрепляется в зажимах 2, которые имеют возможность синхронно поворачиваться относительно оси нити на угол до  $360^\circ$  с дискретным шагом поворота. Электроприводы 3 зажимов выполнены на шаговых электродвигателях и редукторах, что позволяет получить минимальный угол поворота до долей градуса.

Зажимы создают начальное натяжение образца для распрямления сердечниковой нити, а также обеспечивают соосность ее с осью вращения зажимов. Зажимы закрепляются непосредственно на поверхности сердечниковой нити, которая освобождается от наружного волокнистого покрытия на длине 10...15 мм от конца образца.

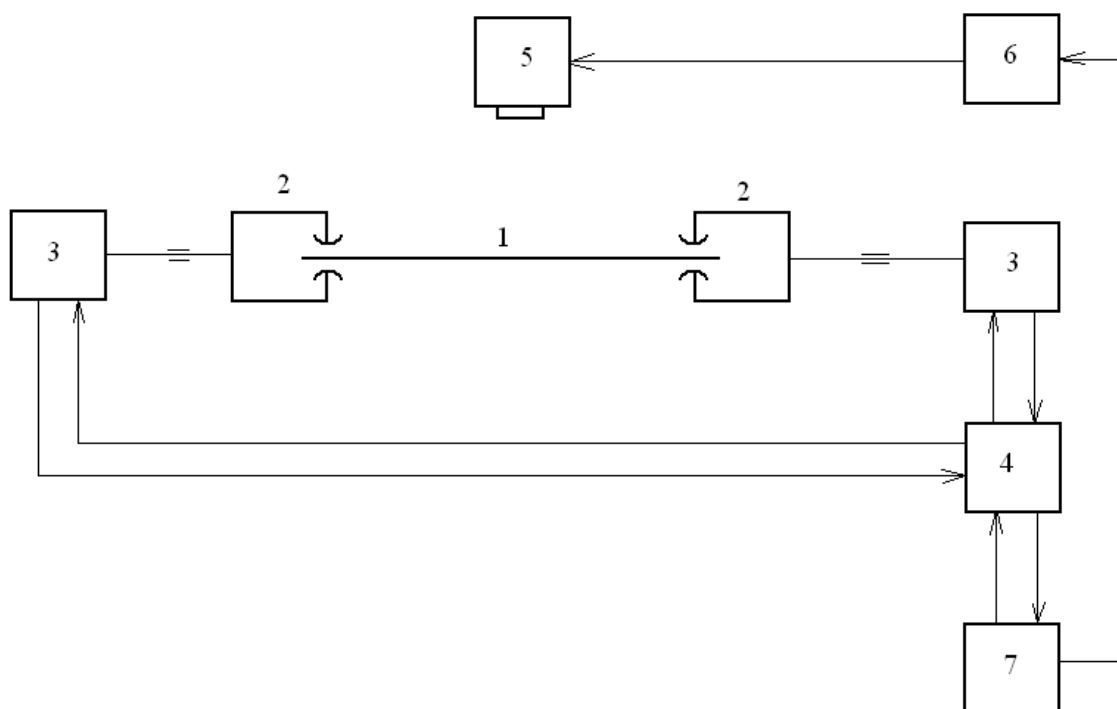


Рис.1. Структурная схема аппаратного комплекса для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя комбинированной нити прядельно-крутильного способа производства

Синхронность поворота зажимов обеспечивается блоком управления электроприводами 4, который получает команды от управляющей ЭВМ (персональный компьютер). Цифровая фотокамера (или видеокамера) 5 позволяет получить изображение участка поверхности нити. При использовании фотокамеры требуется серия фотоснимков при повороте образца на угол  $360^\circ$  с некоторым дискретным шагом по отношению к его оси, а при использовании видеокамеры происходит непрерывная съемка

поверхности за полный его оборот. Результатом в обоих случаях является получение изображения развертки поверхности образца. Для связи камеры 5 с управляющей ЭВМ использован блок управления 6.

#### Выводы:

1. Разработана структурная схема автоматизированного аппаратного комплекса для исследования геометрических характеристик поверхностного слоя коротких образцов комбинированной нити прядильно-крутильного способа производства.
2. Результаты исследований поверхностного слоя коротких образцов комбинированной нити на аппаратном комплексе позволят уточнить геометрические (компьютерные) модели нити в 2D и 3D – форматах.

#### Литература:

1. Попов В.Н., Федоров Ю.Б. Защитные покрытия из текстильных волокон на световодах. Ж. “Изв. вузов. Технолог. текст. промышл.” №1, - Иваново, 1992.
2. Попов В.Н., Федоров Ю.Б. Способ получения армированной нити А.С.№1194920 СССР, МКИ G 02 3/38 БИ №44, 1985
3. Попов В.Н., Попов М.В., Фролов А.И. Измерение геометрических характеристик волокнистого защитного покрытия световода. Научные труды молодых ученых КГТУ №7, Часть 1 с.57 – 60

4. Мухитдинов М. Оптоэлектронные устройства контроля и измерение в текстильной промышленности. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 -198 с.
5. Мещерякова Г.П., Перепелкин К.Е. Сравнительный анализ различных методов измерения диаметров волокон и нитей.// Химволокна. 2001, № 6, 70-76.

V.N.Popov, M.S.Belousov

AUTOMATED HARDWARE SYSTEM FOR RESEARCH THE  
GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF EXTERNAL LAYER OF  
COMBINED FIBER WITH TWISTED STRUCTURE IN SHORT  
SEQMENTS

При анализе и оценке свойств наружных волокнистых покрытий таких нитей необходимо знать их геометрические характеристики, используя которые можно оценить размеры поперечного сечения, неровноту его, неравномерность шага обкручивающей нити, степень ворсистости покрытия и другие.

Для измерения геометрических характеристик наружного покрытия комбинированной нити прядельно-крутильного способа производства в Костромском государственном технологическом университете разработан аппаратный измерительный комплекс, включающий в себя измерительную установку, блок источников питания электроприводов отдельных узлов установки, блок аналого-цифровых преобразователей и персональный компьютер.

**Классификация оптоэлектронных методов контроля.** Оптоэлектронные методы измерения, представляющие интерес с точки зрения возможности их применения, можно классифицировать по двум признакам: методы, основанные на извлечении информации из соотношения потоков излучения и методы, основанные на использовании развертки. Первые называют интегральными методами, вторые – сканирующими.

Таким образом, с одной стороны оптоэлектронное измерительное устройство (ОЭИУ) может работать в проходящем или отраженном свете. В сложных устройствах, в которых используются многопараметровые методы измерения, возможно совместное применение ОЭИУ в отраженном и проходящем свете. С другой стороны, можно использовать уровень потока излучения, поступившего на фотоприемник, в качестве носителя информации об измеряемом параметре контролируемого объекта или осуществлять развертку изображения, находящегося в поле зрения оптоэлектронной пары СД-ФП, извлекая информацию из распределения оптических неоднородностей в пределах этого поля зрения.

Учитывая два рассмотренных классификационных принципа, можно выделить следующие группы оптоэлектронных методов измерения:

- 1) интегральные теневые;
- 2) теневые со сканированием;
- 3) интегральные на просвет;
- 4) на просвет со сканированием;
- 5) интегральные на отражение;
- 6) многопараметровые.

**Интегральные теневые методы.** Принцип действия любого оптоэлектронного устройства, измеряющего интегральным теневым методом, можно пояснить так: источник света 1 (рис. 1.3, а) дает поток излучения, некоторая часть которого, равная  $\Phi_0$ , вырезается ограничивающим элементом 2 и направляется на фотоприемник 4. Роль ограничивающего элемента могут играть границы светочувствительной поверхности фотоприемника или границы отверстия с площадью  $a_0 = d \cdot h$  в



С помощью интегрального теневого метода можно измерять площадь сечения, поперечный линейный размер или положение края контролируемого объекта.

Выше предполагалось, что объект измерения совершенно непрозрачен для используемых длин волн излучения, однако следует заметить, что все рассмотренные выше теневые методы можно использовать и в случае объектов полупрозрачных для используемых длин волн. При этом чувствительность метода соответственно уменьшается, и весьма существенным источником погрешностей измерения может служить непостоянство коэффициента потерь потока излучения при прохождении через объект, т.е. непостоянство степени прозрачности последнего.

**Теневые методы со сканированием.** Развертку любого плоского изображения можно осуществить по одной или двум осям, т.е. по кадру; соответственно теневые методы со сканированием подразделяются на методы с линейным сканированием и со сканированием по кадрам.

Теневой метод с линейным сканированием позволяет определить положение края тени измеряемого объекта.