

Технология и конструирование одежды

УДК 677.075.01

Станийчук Александр Владимирович
Амурский государственный университет
г. Благовещенск, Россия
E-mail: kto@amursu.ru

Staniychuk Alexander Vladimirovich
Amur State University
Blagoveshchensk, Russia
E-mail: kto@amursu.ru

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКИХ ВОЛОКНОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR SOLVING THE PROBLEM TO DETERMINE THE STRUCTURAL PARAMETERS OF FLAT FIBER CONTAINING MATERIALS BY THE CONTACTLESS METHOD

Аннотация. В статье выполнен анализ оптических методов исследования плоских материалов. Предложены алгоритм и установка для исследования структурных параметров плоских волоконсодержащих материалов бесконтактным методом.

Abstract. The article analyzes optical methods for studying flat materials. An algorithm and apparatus for studying the structural parameters of flat fiber-containing materials by a non-contact method are proposed.

Ключевые слова: алгоритм, сканирующее устройство, плоские волоконсодержащие материалы, испытываемый образец, блок логических устройств, структурные параметры.

Key words: algorithm, scanning device, flat fiber containing materials, test piece, logical device block, structural parameters.

DOI: 10.22250/20730268_2022_97_166

Измерение параметров (поверхностного заполнения, пористости) и изучение деформационных свойств плоских волоконсодержащих материалов бесконтактными методами, в частности оптическими, – задача, окончательно не решенная. Это объясняется трудностями, возникающими у исследователей в связи с особенностями структуры материалов. Особый интерес представляет проведение таких исследований в условиях эксплуатационных нагрузок на материалы.

Очевидно, что структурные параметры плоских волоконсодержащих материалов зависят от его плотности. Например, для более точной характеристики плотности трикотажа с учетом толщины нити и заполнения промежутков между нитями волокнистым материалом используют линейный мо-

дуть петли

$$m = l/d_y, \text{ или } \sigma = l/\sqrt{T}, \quad (1)$$

где l – длина петли, мм; d_y – условный диаметр нити (без воздушных промежутков), мм.

При одинаковых плотностях более плотным считается тот трикотаж, у которого модуль петли меньше.

Поверхностный модуль петли характеризует степень заполнения нитью площади трикотажа:

$$m_n = AB/l d_y. \quad (2)$$

Объемный модуль m_0 петли характеризует объемный вес, или воздухоемкость трикотажа:

$$m_0 = 4ABM/\pi d_y^2 l, \quad (3)$$

где M – толщина трикотажа, мм [1].

Известны оптические методы для исследования плоских волоконсодержащих материалов. Эти методы основаны на анализе взаимодействия электромагнитного излучения с исследуемым веществом, на основании которого можно судить о его структурных параметрах, а также о деформационных свойствах.

Так, в работе [2] предлагается способ определения деформаций объекта. По этому способу регистрируют голографическую интерферограмму деформированной поверхности. Расширенным в коллиматоре пучком лазера восстанавливают интерферограмму. Затем при помощи объектива и диффлектора сканируют по голографической интерферограмме сигнал фотоприемника дифференцирующим усилителем и детектором. По амплитуде детектированного сигнала определяют деформацию в заданных точках. Недостатком указанного способа является общая сложность процедуры.

В работе [3] представлен способ измерения положения проекции границы объекта на фотоприемнике с зарядовой связью. Сущность способа заключается в том, что исследуемый материал освещают и проецируют на фотоприемник с зарядовой связью (ФПЗС), работающий в режиме непрерывного перемещения зарядовых пакетов без стадии накопления зарядов. Амплитуда выходного напряжения на выходе ФПЗС в таком режиме пропорциональна положению изображения границы объекта относительно края ФПЗС, принятого за точку отсчета. Положение проекции границы объекта определяют по амплитуде каждого выходного импульса ФПЗС.

В работе [4] предложен способ определения деформаций поверхности материала. По этому способу перед облучением на поверхности материала выполняют паз призматической формы и со светоотражающими гранями, на одну из которых направляют лазерный луч. Измеряют характеристики лазерного луча, отраженного от другой светоотражающей грани, по которым определяют деформации.

Известен способ [5] определения различий формы исследуемой поверхности материала. Способ заключается в нанесении на сравниваемые поверхности линий, которые располагают по заданному закону, затем путем репродукционной съемки проецируют нанесенные на поверхности линии в плоскости анализа. В качестве наносимых линий используют траектории пятна лазерного пучка, образующиеся при сканировании им поверхностей. Проецирование наносимых на поверхность линий осуществляется в направлении, отличном от направления сканирующего пучка. Отличия формы поверхностей определяют по отличиям формы линий, образующихся в плоскости анализа при репродукционной съемке сравниваемых поверхностей.

Для реализации оптических методов определения деформаций исследуемых объектов разработан ряд устройств. Авторы работы [6] предлагают устройство для измерения деформаций поверхности исследуемого материала. Оно содержит источник когерентного света, прозрачную пластину с чувствительным слоем прозрачного, магнит одноосного материала с полосковой доменной структурой. В работе [7] разработано устройство для измерения деформаций матерчатых материалов.

Устройство содержит предназначенные для закрепления на детали две опоры, одна из которых выполнена в виде светонепроницаемого корпуса, а другая в виде расположенного внутри стержня, с закрепленным на нем светочувствительным элементом. В работе [8] предлагается устройство для измерения внутренних напряжений в тонких пленках. Устройство снабжено полупрозрачным выпуклым зеркалом, расположенным между источником света и измерительным экраном, выпуклостью к нему, плоским зеркалом, расположенным между измерительным экраном и подложкой, и фотоприемником, установленным за подложкой. Измерительный экран и подложка выполнены из оптически прозрачного материала, устройство обеспечивает возможность измерять внутреннее напряжение в тонких пленках и контролировать их толщину.

В данной работе предлагается для определения показателей поверхностного заполнения и пористости плоских волоконсодержащих материалов сканировать исследуемый образец (в том числе и в деформированном состоянии) в память компьютера, обработать полученное изображение и далее вычислять характеристики структуры при помощи специальной программы.

С целью реализации вышеуказанного алгоритма разработана универсальная установка. Установка для определения поверхностного заполнения и пористости плоских волоконсодержащих материалов разрабатывалась исходя из условий минимума аппаратного состава измерительной системы и использования современных средств вычислительной техники. Структурная схема установки представлена на рис. 1.

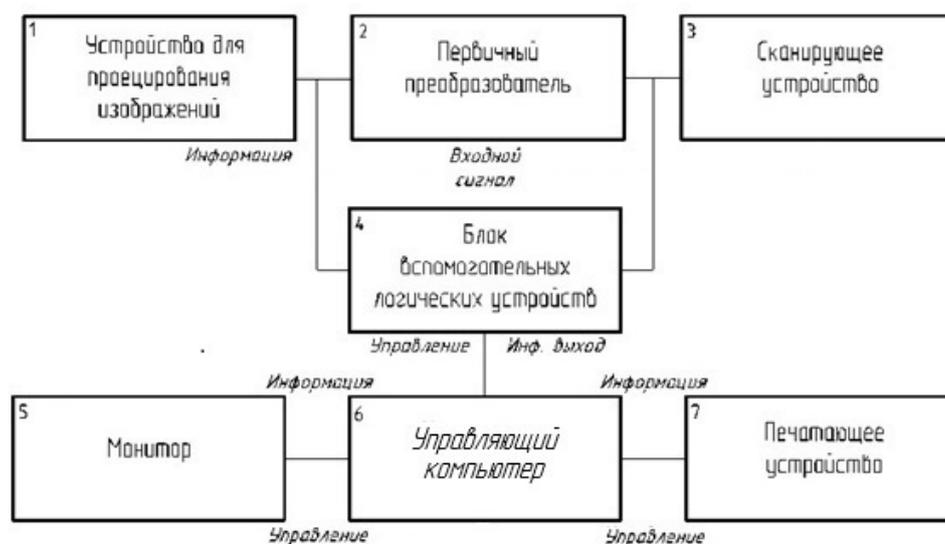


Рис. 1. Структурная схема установки для определения параметров плоских волоконсодержащих материалов.

Сканирование исследуемого образца выполняется посредством двухкоординатного быстродействующего устройства с оптическим датчиком. По окончании сканирования на экране компьютера появляется изображение образца, представленное на рис. 2, которое заносят в специальный файл. Полученный файл помещается в программу, предназначенную для определения поверхностного заполнения и пористости трикотажа. Затем программу загружают в оперативную память управляющего компьютера.

Управляющий компьютер выполняет следующие действия: рассчитывает необходимые величины; преобразует визуальную информацию из аналоговой формы в дискретную; управляет перемещением оптического датчика; выдает на соответствующие устройства текстовую или графическую информацию. Измерения на данной установке позволяют получать высокоточные данные за счет автоматизации вычисления характеристик структуры.

Изображение сканированного образца обрабатывается при помощи блока вспомогательных логических устройств, выполняющих функции преобразования сигналов и управления сканирующим устройством. Структурная схема блока вспомогательных логических устройств приведена на рис. 3. Преобразование сигналов осуществляется на схеме аналого-цифрового преобразования методом последовательных приближений.

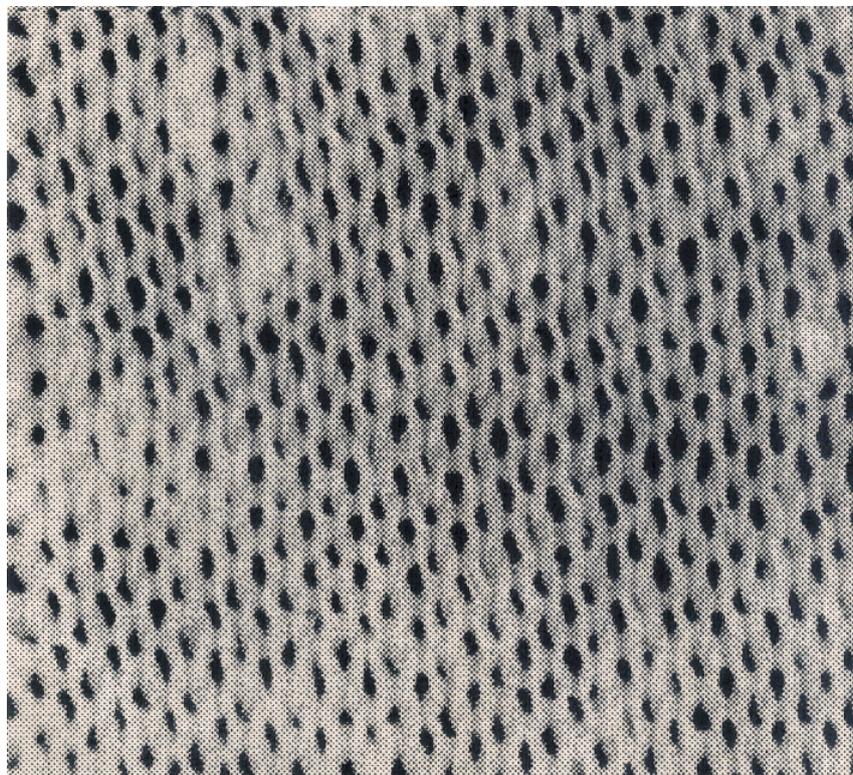


Рис. 2. Изображение по окончании сканирования исследуемого образца.

После обработки полученного изображения посредством специальной программы определяются структурные параметры исследуемого образца. На рис. 4 показано изображение процесса определения поверхностного заполнения и пористости на экране монитора управляющего компьютера.

Площадь нити в условных единицах, изображенная в области счета, отображается сегментом на верхней окружности и обозначается S_n . Площадь сквозных просветов в условных единицах, изображенных в области счета, отображается сегментом на нижней окружности и обозначается S_n .

Поверхностное заполнение E_n , в %, вычислим по формуле

$$E_n = \frac{S_n}{S_n} \times 100\%, \quad (4)$$

где S_n – площадь нити, изображенной в области счета, усл. ед.; S_n – площадь области счета квадрата «А», усл. ед.

Также возможно определить сквозную пористость $\Pi_{ск}$, в %, как разность $100 - E_n$ %.

Установка для определения поверхностного заполнения и пористости плоских волоконсодержащих материалов предусматривает определение структурных параметров в деформированном состоянии исследуемого образца.

В результате исследований установлено, что испытания с использованием разработанных алгоритма и установки позволяют получать равнозначные данные в сравнении с традиционными методами. Однако предлагаемый алгоритм дает возможность извлекать «цифровые» данные и автоматизировать исследовательскую работу.

Это открывает новые возможности управления качеством плоских волоконсодержащих материалов на этапе их производства.

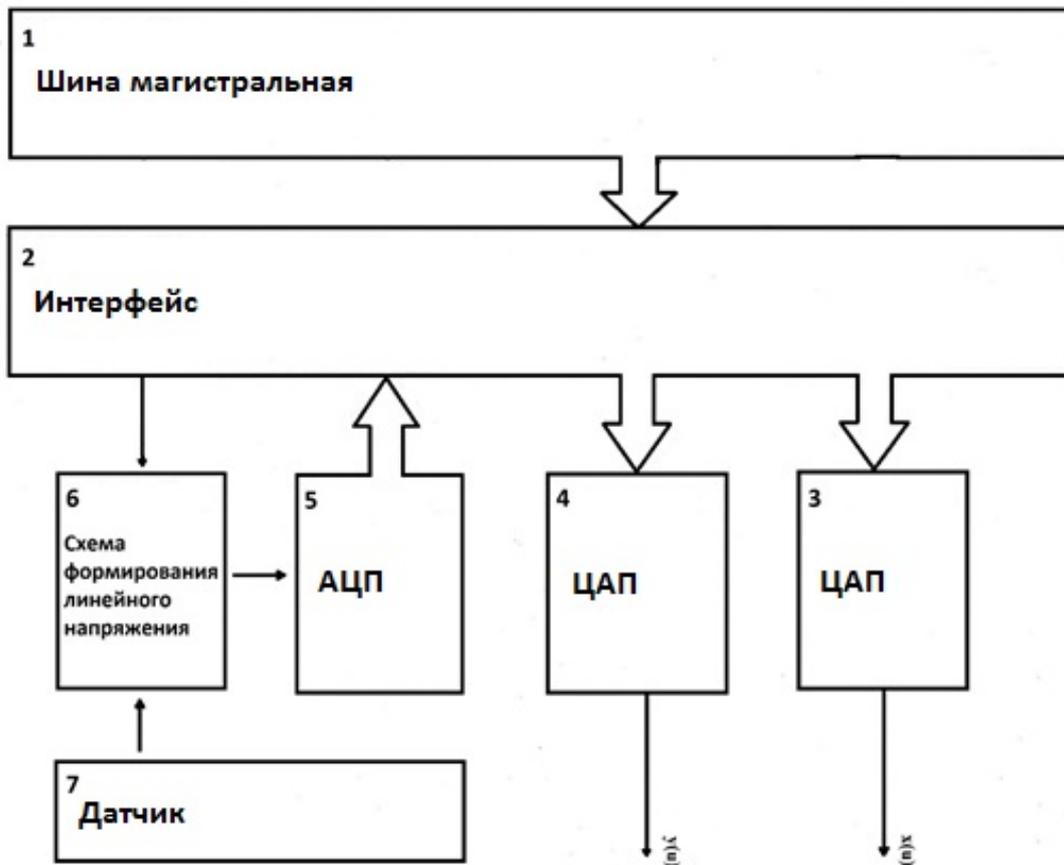


Рис. 3. Структурная схема блока вспомогательных логических устройств.

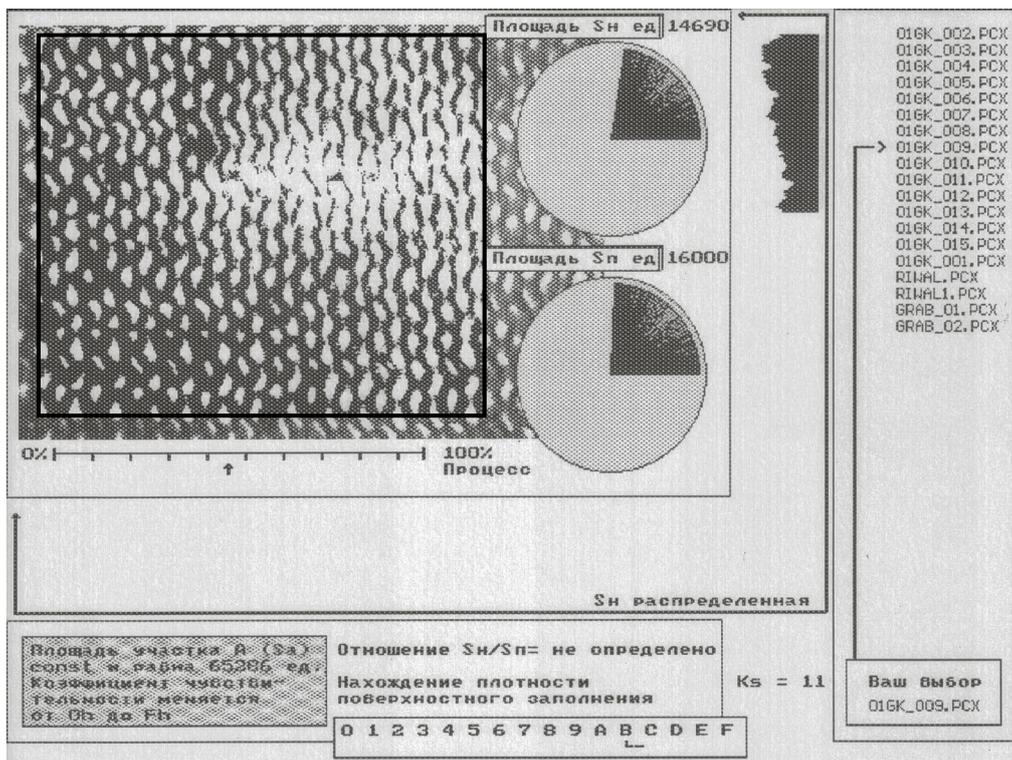


Рис. 4. Изображение процесса определения поверхностного заполнения и пористости.

1. Механическая технология текстильных материалов: Справ. пособие / Н.Н. Труевцев, И.И. Штут, Ю.И. Кузнецов и др.: Под ред. Н.Н. Труевцева и И.И. Штута. – СПб.: Изд-во С. Пб. ун-та, 1993. – 212 с.
2. А. с. 714144 СССР. Способ определения деформаций объекта / С.Т. Де и др., опубл. 1980. Бюл. № 5.
3. А. с. 1573341 СССР. Способ измерения проекций границы объекта на фотоприемнике с зарядовой связью/ В.В. Рубан, опубл. 1990. Бюл. № 23.
4. А. с. 1379614 СССР. Способ определения деформаций поверхности изделия / А.А. Левковский, опубл. 1988. Бюл. № 9.
5. А. с. 1386848 СССР. Способ определения различий формы поверхностей / А.М. Гришин и др., опубл. 1988. Бюл. № 13.
6. А. с. 1100496 СССР. Устройство для измерения деформаций поверхности объекта/ В.В. Кордубан и др., опубл. 1984. Бюл. № 24.
7. А. с. 1504500 СССР. Устройство для измерения деформаций / А.В. Ломаш, опубл. 1989. Бюл. № 32.
8. А. с. 1226048 СССР. Устройство для измерения внутренних изменений в тонких пленках / И.Э. Качер, В.В.Онопко, опубл. 1986. Бюл. № 15.