

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПСЕВДОДИНАМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ*

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR QUASIDYNAMIC DETERMINATION OF STRUCTURAL FEATURES OF TEXTILE THREADS

А.С. ШУБИН, А.Ю. МАТРОХИН
A.S. SHUBIN, A.YU. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: mt@igta.ru

В целях расширения функциональных возможностей контроля качества текстильных нитей предложен алгоритм определения показателей важнейших структурных характеристик на основе анализа видеоизображения движущейся нити.

In order to expand the functionality of the quality control of textile threads algorithm of determination of indicators of important structural characteristics based on analysis of video moving the thread.

Ключевые слова: пряжа, текстильные нити, контроль качества, алгоритм, видеоизображение, анализ.

Keywords: yarn, textile threads, quality control, algorithm, video, analysis.

Современные методы определения показателей строения нитей не обладают необходимыми характеристиками производительности и информативности. Стандартизованные методы [1] реализованы на морально устаревшем оборудовании и требуют обновления. К недостаткам существующих методов относится их ограниченная функциональность, предполагающая оценку только одного показателя строения [2]. Ограничение также связано с небольшой длиной непосредственно исследуемого участка текстильной нити [3], что не позволяет выявить протяженные колебания структуры нити, связанные с наличием дефектов толщины и неравномерностью по толщине.

Цель работы состоит в расширении функциональных возможностей контроля за счет повышения его производительности и информативности, позволяющего

дать количественную оценку таким свойствам текстильных нитей, как толщина, в том числе неравномерность, засоренность и ворсистость, на основе использования псеводинамического метода. Сущность псеводинамического метода заключается в последовательном многокритериальном анализе видеоизображения движущейся нити, полученного в отраженном свете и представляющего собой массив упорядоченных статичных цифровых изображений (кадров). Последовательность необходимых подготовительных и измерительных этапов представлена на рис. 1.

Цифровое видеоизображение сматываемой нити получали в цветовой палитре стандарта RGB при фиксированных условиях: размер поля зрения 5,00 Ч 3,75 см, разрешающая способность изображения 400 пикс/см, частота кадров 30 с⁻¹. Использование данных характеристик позволяет

* Работа выполнена по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-2656.2013.8).

получать видеоизображение нитей однородной структуры с линейной плотностью 18,5 текс и выше, удовлетворяющее заданной точности и производительности.

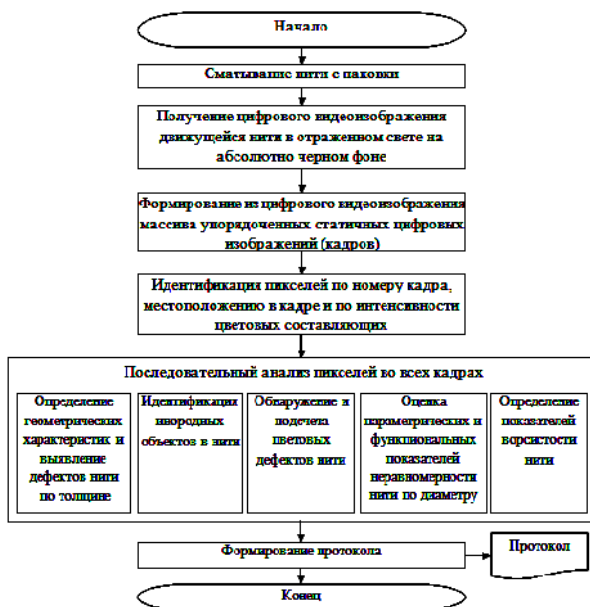
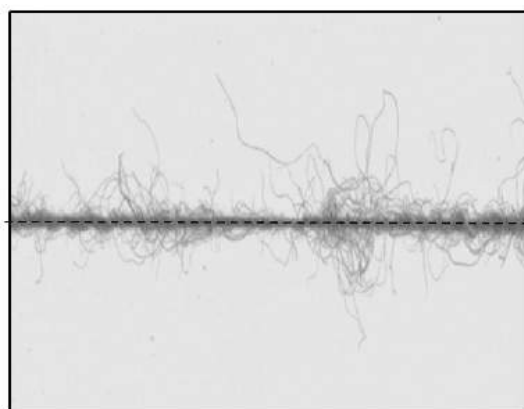
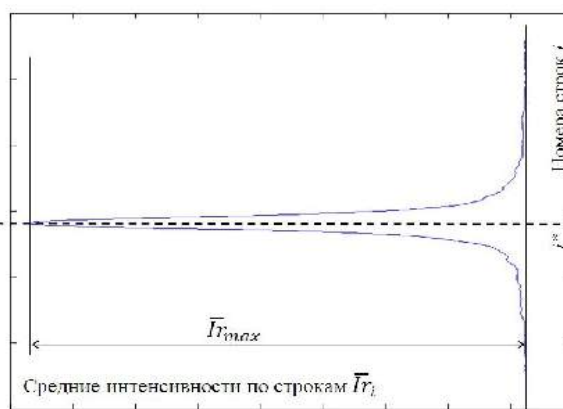


Рис. 1

Кратное повышение производительности возможно при одновременном измерении нескольких нитей.



а)



б)

Рис. 2

Координата i^* центральной оси нити в кадре соответствует максимальной из средних интенсивностей пикселей по строкам \bar{I}_{r_i} , определяемым по формуле:

$$\bar{I}_{r_i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m I_{ij}, \quad (1)$$

Все измерительные операции, включая формирование и обработку массива упорядоченных кадров, выполняются автоматически, программным способом. Первой операцией алгоритма является разложение потокового видеоизображения на совокупность статических кадров, при этом каждый кадр должен содержать неповторяющееся изображение участков нитей без пропусков по длине, что обеспечивается синхронизацией частоты кадров и скорости подачи нити.

Выполнение следующей операции предусматривает получение доступа к характеристикам (координаты положения и цвета) любого пикселя любого статического кадра. Каждый статичный кадр представляет собой прямоугольную матрицу пикселей, имеющих различную интенсивность. При этом интенсивность абсолютно черных пикселей равна 0, а интенсивность абсолютно белых – 255, что соответствует 8-битной палитре каждого цветового канала.

Необходимой операцией анализа является нахождение координат центральных осей нитей в каждом кадре. Для этого осуществляют анализ интенсивностей пикселей с определением среднего значения по строкам изображения в кадре (рис. 2).

где I_{ij} – интенсивность пикселя в текущем кадре, в i -й строке и j -м столбце; m – количество столбцов в кадре.

Аналогично определяют координаты центральных осей нитей во всех статических кадрах, составляющих исходное видеоизображение.

Далее в каждом статичном кадре определяют значения средних интенсивностей по столбцам пикселей \bar{I}_{c_j} , переводя их в единицы длины (мгновенного диаметра) по формуле:

$$\bar{I}_{c_j} = d_j = \frac{h}{255n} \sum_{i=1}^n I_{ij}, \quad (2)$$

где d_j – мгновенный диаметр в j -м столбце (замере); n – количество строк в статичном кадре; h – реальный размер статичного кадра по высоте, мм.

Полученный ряд значений по каждому статичному кадру представляет собой одномерный массив данных, ячейки которого можно объединять с аналогичными массивами данных, собранных по другим статичным кадрам, таким образом, формируется диаграмма изменения мгновенных диаметров (сигнал) на заданной длине реализации. Эта диаграмма необходима для определения сводных характеристик толщины исследуемой нити, в том числе среднего диаметра \bar{d} .

На основе полученной диаграммы возможно определение наличия дефектов геометрической природы (мушки, шишки, комки, утонения, утолщения и переслежины). Критериями распознавания каждого вида дефектов являются амплитуда сигнала, протяженность дефекта, наличие цикличности. В основе алгоритма идентификации дефектов лежит анализ исходной диаграммы изменения мгновенных диаметров, а также анализ диаграммы изменения "сглаженных" диаметров, которая получена из исходной методом скользящих средних.

Идентификация инородных объектов на нити требует иного подхода, который заключается в выделении из последовательных статичных кадров массива строки, координата которой совпадает с координатой центральной оси нити в каждом статичном кадре. Предварительной процедурой алгоритма является совмещение центральных осей нитей в смежных кадрах таким образом, чтобы достичь визуального совпадения координат цен-

тральных осей нитей. Для обнаружения таких инородных объектов на нитях, как растительный сор, достаточно проанализировать диаграмму интенсивностей I_j точек массива-строки. Цветовые дефекты (масляные пятна и др.) выявляют путем анализа сглаженной диаграммы интенсивностей I_{c_j} с использованием цветовых координат в палитре RGB.

Оценка параметрических и функциональных показателей неравномерности нити выполняется по диаграмме изменения мгновенных диаметров аналогично [4], после предварительного исключения участков диаграммы мгновенных диаметров, содержащих дефекты.

Для оценки ворсистости текстильных нитей предложено много количественных показателей [5], в данном случае определяли следующие показатели: процент плотности ворса на заданном расстоянии от оси нити, %; максимальная высота ворса, мм; высота ворса с заданной процентной плотностью, мм; суммарная площадь проекций ворсинок, мм² (число информативных точек в окрестности изображения нити).

Основой для определения показателей ворсистости нити является функциональная характеристика $f_{abc}(Y)$, показывающая количество информативных пикселей в строках изображения, симметрично удаленных от границ ствола нити на расстояние до 15 средних диаметров \bar{d} . Координаты (номера строк) границ ствола нити определяются по выражению

$$Y_{гр} = \begin{cases} Y_L = i^* - \bar{d}/2 \\ Y_U = i^* + \bar{d}/2 \end{cases}, \quad (3)$$

где $Y_{гр}$ – условное обозначение номеров строк, принадлежащих границам ствола нити в кадре; Y_L – номер строки, принадлежащей нижней границе ствола нити; Y_U – номер строки, принадлежащей верхней границе ствола нити.

Функциональная характеристика абсолютной плотности ворса несет полную информацию о распределении числа ворсинок. На ее основе определяют функцио-

нальную характеристику относительной плотности ворса:

$$f_{\text{отн}}(Y) = \frac{f_{\text{абс}}(Y)}{\max(V_{Y_U}, V_{Y_L})} \cdot 100, \quad (4)$$

где V_{Y_U}, V_{Y_L} – количество информативных пикселей в строках, принадлежащих соответственно верхней или нижней границе ствола нити.

Значение $f_{\text{отн}}(Y)$ изменяется от 0 до 100% по мере приближения к границам ствола нити. Такая функция позволяет определить все указанные выше параметрические характеристики через соответствующие квантили.

В заключение следует отметить, что сфера применения предлагаемого алгоритма распространяется на одиночную и крученую пряжу (нити) различного назначения, вырабатываемую как из однородного сырья, так и из смесей волокон различного происхождения. Расширение технических возможностей контроля позволит использовать данный алгоритм и сопутствующее техническое оснащение не только как инструмент внутреннего операционного мониторинга результативности технологических процессов, но и как официальное средство приемочного контроля качества текстильных нитей, предусмотренного договорами поставок.

ВЫВОДЫ

1. Предложен алгоритм псевдодинамического определения показателей структурных характеристик текстильных нитей на основе многокритериального анализа видеоизображения движущейся нити, полученного в отраженном свете.

2. Расширены функциональные возможности контроля качества текстильных нитей за счет одновременного определения показателей таких структурных характеристик, как толщина, неравномерность по толщине, засоренность и ворсистость.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10208–74. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная. Метод определения пороков. – М.: Изд-во стандартов 1974.

2. *Коробова Т.Н., Гусев Б.Н.* Моделирование ворсовой поверхности пряжи с учетом ее нормируемых характеристик// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. – С.12...16.

3. ГОСТ 15818–70. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная. Метод определения класса по внешнему виду.

4. *Ма Цзюнь, Коробов Н.А.* Применение методов вейвлет-анализа при вычислении спектра и градиента неровноты продуктов прядения// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 1. С. 100...107.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 04.02.14.