

УДК 677.11.620.1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕГО ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

И.А. РУМЯНЦЕВА, Е.Л. ПАШИН

**(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,
Костромской государственный технологический университет)**

В целях повышения эффективности получения льняного волокна из стеблей тресты, поставляемых от производителя в ви-

де рулонов, целесообразно использование автоматизированных систем управления режимами работы оборудования на льно-

заводах в зависимости от свойств перерабатываемого сырья [1]. Для создания таких систем необходимы методы оперативного контроля свойств стеблей льна в движущемся потоке.

Известно, что к числу параметров качества слоя стеблей стланцевой тресты льна, определяющих конечный результат обработки, относят параметры структуры слоя стеблей и их цвет, связанный со степенью вылежки льнотресты [2]. При создании упомянутых методов контроля предложено использовать принципы распознавания образов [3].

Слой стеблей тресты по его длине можно представить в виде совокупности участков. Каждый участок в свою очередь с помощью стандартных средств получения и обработки цифровых изображений должен быть представлен в цифровом виде. Эти изображения и являются основой для анализа и определения необходимых параметров качества.

При определении цвета стеблей предложено использовать методику Международной комиссии по освещению (МКО). Методика предусматривает перерасчет координат (rgb) (красный, зеленый, синий), в которых работает аппаратура, в координаты XYZ.

С этой целью будем использовать следующие уравнения [4]:

$$\begin{aligned} X &= 0,7347r + 0,2653g, \\ Y &= 0,2770r + 0,7140g + 0,0087b, \\ Z &= 0,1660r + 0,0089g + 0,8250b. \end{aligned} \quad (1)$$

Для последующего определения качественных параметров полученное первоначально цветное изображение участка ленты льняной тресты переводится в черно-белое (рис. 1).



Рис.1

Используя полученное изображение, ставится задача по определению средней длины L стеблей в ленте, параметров растянутости их по комлевым и вершинным концам в виде средних квадратических отклонений, соответственно σ_k и σ_v , а также величины смещения середины слоя Δ относительно предварительно выбранной базовой линии.

Зная, что расположение концов стеблей подчиняется нормальному закону распределения [5], на очередном этапе обработки изображения предложено получать кривую распределения координат их концов. Для этого все поле изображения (рис. 2) представляется в виде N вертикальных строк. Величина N выбирается из компромиссного условия продолжительность – точность расчета. В каждой строке, используя условие соответствия элемента строки (пикселя) нулю или единице, с помощью стандартных функций ЭВМ производится суммирование единичных пикселей, характеризующих наличие участка стебля в анализируемой точке.

Совокупность полученных сумм, в конечном итоге, является исходной информацией для построения упомянутого распределения (рис. 2-а – фактическое распределение сумм числа пикселей черного цвета).

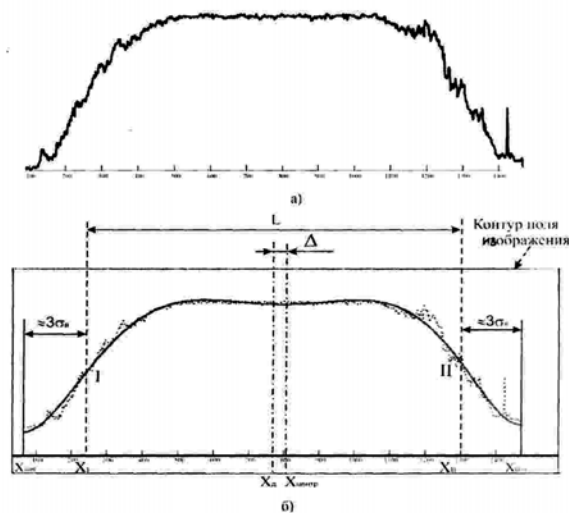


Рис.2

Для дальнейшего анализа необходима аппроксимация последовательности полу-

ченных сумм. Применяя стандартные методы аппроксимации, реализуем эту операцию с конечным получением полинома n-степени:

$$Y(x) = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \dots + b_n x^n. \quad (2)$$

Величину степени полинома выбираем из условия статистической значимости совпадения фактических и расчетных результатов при 95%-ной доверительной вероятности. Для определения коэффициентов в (2) использовали общеизвестные положения математической статистики [6].

На рис. 2-б (аппроксимирующая кривая и структурные параметры слоя) кривая полинома представлена в виде сплошной линии. С учетом ранее указанного условия о нормальном распределении концов стеблей можно допустить, что на восходящем и нисходящем участках кривой должны быть точки перегиба I и II. Их координаты можно определить из условия равенства второй производной от $Y(x)$ нулю, то есть:

$$Y''(x) = 2b_2 + 6b_3 x + \dots + n(n-1)b_n x^{n-2} = 0.$$

После определения координат точек X_I и X_{II} появляется возможность определить среднюю длину стеблей в слое, а именно $L = X_{II} - X_I$.

Очевидно, что координаты X_I и X_{II} являются центрами распределения концевых участков стеблей в вершинной и комлевой зонах стеблей. Тогда, применяя правило "3 σ ", средние квадратические отклонения σ_k и σ_b можно определить следующим образом:

$$\sigma_b = (X_I - X_{нач})/3; \sigma_k = (X_{кон} - X_{II})/3,$$

где $X_{кон}$ – координата последней (правой) точки кривой.

Определение величины смещения Δ центра длины стеблей $X_{д} = (X_{II} - X_I)/2$ относительно базовой линии $X_{центр}$, например, центра изображения, осуществляется следующим образом:

$$\Delta = X_{центр} - X_I + [(X_{II} - X_I)/2].$$

При условии предварительного масштабирования исходного изображения появляется возможность определения параметров L , σ_k , σ_b , Δ в реальных единицах длины.

Применительно к цветному изображению участка слоя согласно предложенному алгоритму расчета параметров качества слоя получаем: цвет стеблей в системе XYZ: $X=0,39397$; $Y=0,36638$; $Z=0,26847$. Эффективная аппроксимация опытных данных оказалась возможной с применением полинома 8-го порядка.

Координаты точек перегиба кривой $X_I=22,8$ см; $X_{II}=136,2$ см. Средняя длина стеблей в ленте $L=113,4$ см; среднее квадратическое отклонение $\sigma_k=3,9$ см и $\sigma_b=5,3$ см; величина смещения середины слоя относительно предварительно выбранной базовой линии $\Delta=3,3$ см.

Таким образом, предложенный анализ цифрового изображения слоя стеблей позволяет на его основе определить ряд важнейших качественных параметров цвета и структуры льна. Для получения закономерностей их изменения по длине ленты необходима совокупность изображений, которые в конечном итоге могут быть использованы для решения задач квалиметрии льна в ленте, а также оптимизации процессов его переработки.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что цифровое изображение участка ленты стланцевой льняной тресты может явиться основой для получения информации о параметрах цвета и структуры совокупности стеблей, необходимых для решения задач квалиметрии и оптимизации процесса переработки.

2. Предложенный алгоритм интегрирования цифровых сигналов в совокупности вертикальных строк изображения, последующая аппроксимация полученных сумм сигналов в виде полинома n-степени, определение координат точек перегиба на восходящем и нисходящем участках кривой полинома позволяет определить среднюю длину стеблей в слое, характеристики

разброса их концов и смещение слоя относительно базовой прямой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. Возможности автоматизации управления работой трепальной машины при переработке льна. – Деп. в Укр. ИНТЭИ 11.01.93г., №33, Ук 93. С.24.

2. Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №1. С.19...21.

3. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1984.

4. Готоров М.М. Основы светотехники и источники света: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

5. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: Учеб. пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

6. Теория вероятностей и математическая статистика. Примеры и задачи: Учебное пособие/ И.В. Белько, Г.П. Свирид. Под ред. К.К. Кузьмича. – Мн.: Новое знание, 2002.

Рекомендована лабораторией новых методов испытаний лубоволокнистых материалов ВНИИЛК. Поступила 23.03.06.
