

УДК 677.11.620.1

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УГЛОВОЙ ДЕЗОРИЕНТАЦИИ СТЕБЛЕЙ
В СЛОЕ СТЛАНЦЕВОЙ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ***

**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF DETERMINATION
OF THE ANGULAR DISORIENTATION OF STALKS
IN A LAYER OF A SLATE FLAX STOCK**

И.А. РУМЯНЦЕВА, А.В. ЯРЫШ
I.A. RUMJANTSEVA, A.V. JARYSH

**(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)**
E-mail: info@kstu.edu.ru

На основе анализа цветного изображения участка слоя стеблей предложен новый метод определения угловой дезориентации стеблей в движущемся слое.

* Работа выполнена под руководством докт. техн. наук, проф. Е.Л. Пашина.

On the basis of the analysis of the colour image of a stalks layer part the new method of determination of an angular disorientation of stalks in a moving layer is offered herein.

Ключевые слова: угловая дезориентация, слой стеблей, изображение участка слоя, сегментация изображения, анализ изображения.

Keywords: an angular disorientation, a stalks layer, an image of a layer part, image segmentation, an image analysis.

Внедрение рулонной технологии уборки льна с поля привело к появлению угловой дезориентации стеблей, поставляемых на льнозавод. Наличие ее снижает выход длинного волокна, так как ликвидация этого структурного порока с использованием существующих машин затруднительна. Поэтому при организации процесса переработки необходимо уделять должное внимание контролю параметров поступающего сырья. С учетом этого была поставлена задача по разработке ускоренного

и эффективного метода определения угловой дезориентации стеблей в движущемся слое. Было предложено реализовать этот метод на основе анализа цифрового изображения участка слоя, включающего два этапа. Первый из них предусматривает обработку изображения участка слоя и приведение его к виду, удобному для анализа, а второй – анализ модифицированного изображения и определение угловой дезориентации стеблей в слое.

Рассмотрим более подробно эти этапы.

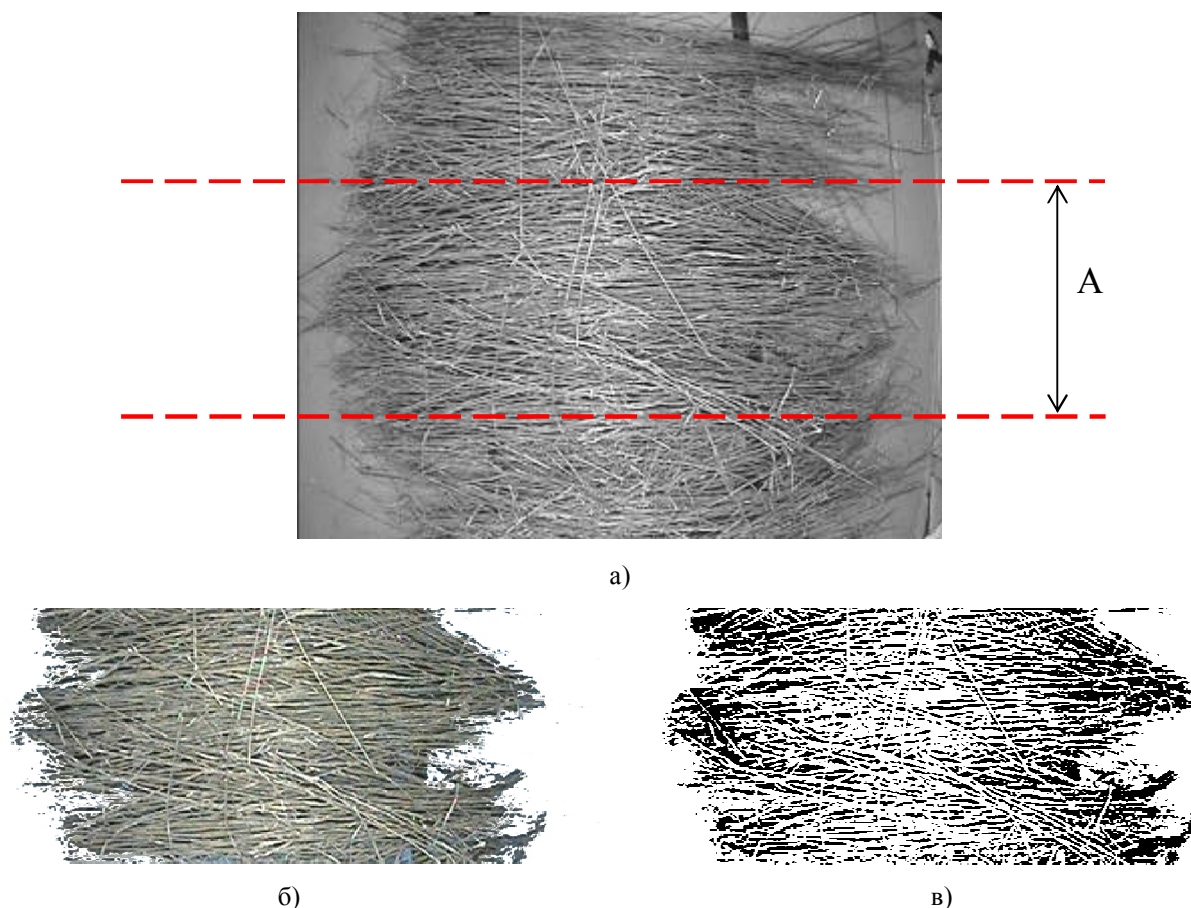


Рис. 1

Полученное с помощью цифровой видеокамеры цветное изображение участка слоя тресты имеет вид, представленный на рис. 1-а (рис. 1 – фрагменты обработки изображения участка слоя стеблей: а – исходное изображение; б – изображение, полученное после цветовой сегментации; в – изображение, полученное после пороговой обработки). Исходя из наличия геометрических искажений изображения по краям кадра для анализа оставляем только среднюю часть кадра А (рис. 1-а). Далее для успешного проведения анализа изображения необходимо выделить совокупность стеблей из фона. Для этого проводим его сегментацию – сначала на основе классификации пикселей (точек), а затем путем пороговой обработки [1]. Доказано, что пиксели, характеризующие цвет стебля стланцевой тресты в цветовой модели RGB, соответствуют условию $R > G > B$, то есть синяя составляющая в цвете стебля имеет меньший удельный вес по сравнению с остальными компонентами RGB. Поэтому при анализе каждого пикселя изображения можно выявить пиксели, характеризующие стебли. Точкам, не соответствующим условию $R > G > B$, присваиваем следующие значения составляющих цвета: $R=255; G=255; B=255$ (рис. 1-б).

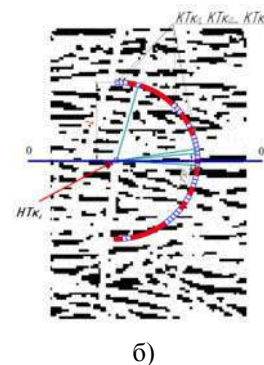
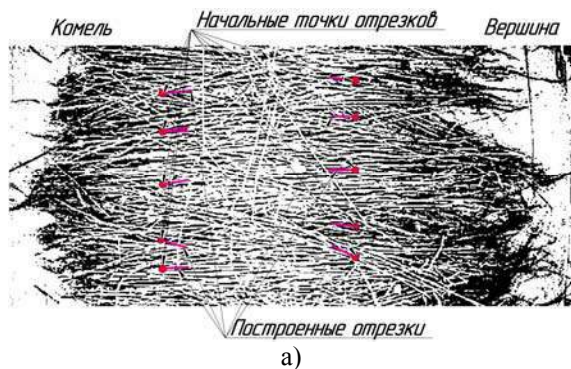


Рис. 2

После определения всех конечных j -х точек ($КТк_{i1}, КТк_{i2}, \dots, КТк_{ij}$ и $КТв_{i1}, КТв_{i2}, \dots, КТв_{ij}$) с помощью известного алгоритма Брезенхэма [3] осуществляем построение прямых линий (отрезков). Суть алгоритма заключается в определении точек двумерного раstra, которые необходимо выделить (закрасить), чтобы полу-

чить близкое приближение прямой линии между двумя заданными точками. На рис. 2-б показаны 4 линии, построенные с помощью данного алгоритма из одной точки. На рис. 2-а приведен пример участка слоя стеблей с построенными прямыми линиями в 10 начальных точках. Эти линии характеризуют расположение стеблей в слое.

При проведении пороговой обработки изображения задаем значение порога T , разграничивающего распределение яркостей. Тогда любая точка изображения I , соответствующая условию $I > T$, будет являться точкой объекта (то есть стеблем), в противном случае – тенью, образуемой стеблями (рис. 1-в) [1], [2].

После вышеизложенной подготовки изображения приступаем к его анализу. Для этого в зонах, прилегающих к комлевым и вершинным частям слоя случайным образом выбираем i -е количество равноудаленных белых пикселей (характеризующих стебель), обозначим их как $НТк_i$ и $НТв_i$ (рис. 2-а). Их количество принимается исходя из требуемого уровня точности. Затем для каждой i -й точки (начальной) в радиусе ℓ находим все белые пиксели – конечные j -е точки. Данную процедуру проводим только с правой стороны от вертикали для точек, расположенных у комлевой части слоя, и с левой – для точек у вершинной части (рис. 2-б) (рис. 2 – построение прямых линий, характеризующих расположение стеблей в слое: а – участок слоя стеблей с построенными прямыми линиями в 10 начальных точках; б – фрагмент комлевого участка с начальной точкой $НТк_i$ и конечными точками $КТк_j$).

Применение известных соотношений между сторонами и углами в прямоугольном треугольнике позволяет определить угол разворота α по отношению к линии 00 (рис. 2-б).

В конечном итоге получаем совокупность значений углов разворота стебля в слое в i -х начальных точках участка слоя стеблей α_k , где k – номер отрезка (прямой линии), построенного из i -й начальной точки. В итоге определяем угловую дезориентацию β стеблей в слое, используя известные зависимости [4]:

$$\beta = 6\sigma_{\alpha}, \quad (1)$$

где σ_{α} – среднеквадратическое отклонение (СКО) значений углов α_k ,

$$\sigma_{\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_k (\alpha_k - \bar{\alpha})^2}{n}}, \quad (2)$$

где n – общее количество отрезков, построенных от всех i -х точек; $\bar{\alpha}$ – средний угол разворота стеблей в слое,

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_k \alpha_k. \quad (3)$$

Алгоритм реализации метода определения угловой дезориентации стеблей в слое представлен на рис. 3.

С целью проверки его эффективности был проведен сравнительный анализ определения угловой дезориентации стеблей по предложенному и общепризнанному методам. В качестве последнего предложен метод определения угловой дезориентации, изложенный в работе А.Б. Лапшина [4]. Исследовали 2 типа льняной тресты: со слабой и с сильной дезориентацией стеблей в слое. Анализ проводили в трехкратной повторности. Результаты сравнительного анализа двух методов представлены на рис. 4. Статистическая обработка опытных данных показала, что коэффициент корреляции между результатами, получен-

ными с помощью известного метода и предложенного, составляет 0,98.

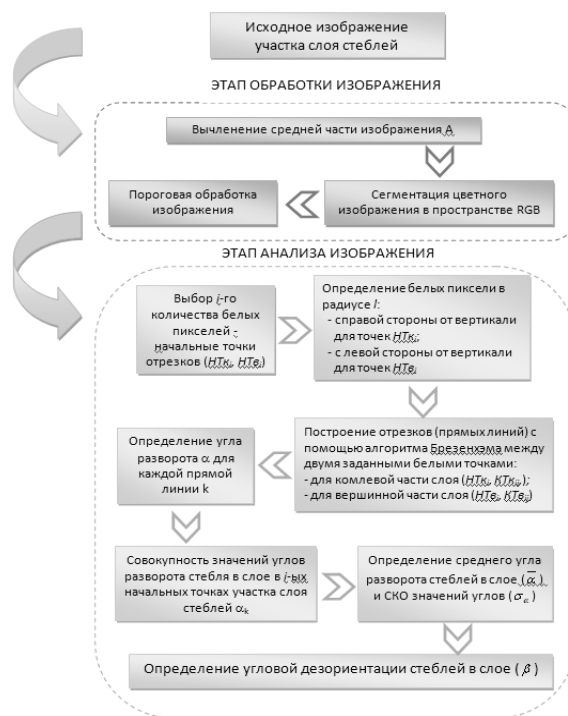


Рис. 3

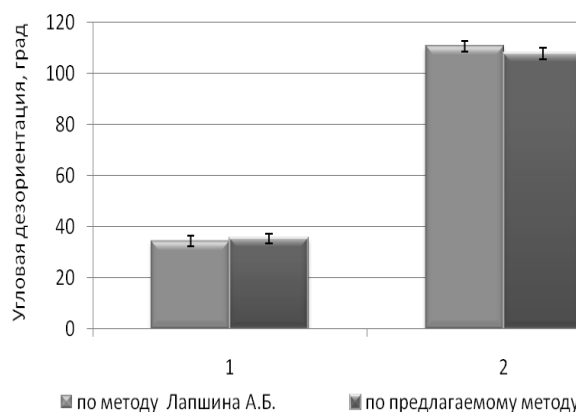


Рис. 4

Таким образом, в результате проведенных исследований обоснован и предложен новый метод определения угловой дезориентации стеблей в движущемся слое. Его применение совместно с ранее разработанными методами по контролю структурных и оптических параметров слоя может явиться основой для создания системы подготовки слоя тресты к механической обработке.

ВЫВОДЫ

1. Предложено определение угловой дезориентации стеблей в слое осуществлять на основе анализа изображения участка слоя стеблей.

2. Доказано, что предложенный алгоритм построения прямых линий между двумя точками, характеризующих расположение стеблей в слое, и определения для них угла разворота, позволяет определить угловую дезориентацию стеблей в слое. Статистическая обработка полученных опытных данных показала, что коэффициент корреляции между результатами, по-

лученными с помощью известного метода и предложенного, составляет 0,98.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006.
2. *Янишин В.В.* Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы. – М.: Машиностроение. 1994.
3. *Роджерс Д.* Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Мир, 1989.
4. *Лапшин А.Б.* Развитие теории процесса получения трепаного льняного волокна: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 2002.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 03.06.11.
