

УДК 677.038.2:004.9

**ВЫЯВЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗРЕЛОСТИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА****А.Ю. МАТРОХИН, О.А. ШАЛОМИН, А.В. КРУГЛОВ, Б.Н. ГУСЕВ***(Ивановская государственная текстильная академия, ООО "ТексПро")**

Зрелость хлопковых волокон характеризуется коэффициентом зрелости, который отражает содержание целлюлозы в волокне и является основным показателем, учитываемым при определении сорта согласно стандарту [1]. В практике работы лабораторий отечественных текстильных предприятий для определения фактического значения коэффициента зрелости широко применяются визуальные методы микроскопии [2], [3], среди которых официально признанным и стандартизованным методом является поляризационно-оптический метод [4]. Он сочетает лучшие черты существующих визуальных методов, но не решает главной проблемы, характерной для всех органолептических методов, а именно субъективности принимаемых решений. Главным субъективным фактором является неоднозначность цветовых признаков, используемых в стандарте для классификации волокон на группы зрелости.

Целью данного исследования является развитие методов количественной оценки зрелости волокон по пути уменьшения влияния оператора в ключевых измерительных операциях. Инструментальные и программные средства для реализации

этой задачи существуют, однако обеспечить надежный алгоритм оценки показателей зрелости волокон возможно только за счет использования дополнительных информативных признаков.

Для решения данной научной проблемы воспользовались изображениями хлопковых волокон, полученными с помощью биологического поляризационного микроскопа марки В1-220А Motic, сопряженного с цифровой камерой-окуляром DCM 130. Изображение волокон в поляризационно-оптическом свете, создающем характерную интерференционную картину, представлено на рис. 1 (общее увеличение составило 100 крат).



Рис. 1

* Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ госконтракта 5812р/8106).

Прежде всего выделим значимые признаки определения группы зрелости, традиционно используемые в поляризационно-оптическом методе. Формальным признаком является цвет волокна, который оп-

ределяется по самой низкой интерференционной окраске на широких участках волокон, и для четырех групп имеет следующие характеристики (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Номер группы	Наименование группы	Характеристика цвета [4]
1	Самые зрелые	Оранжевые и золотисто-желтые с розовато-фиолетовыми участками
	Зрелые	Зеленовато-желтые с зелеными и голубыми участками
2	Недозрелые	Синие и голубые, желтые и зеленые с голубыми и синими участками
3	Незрелые	Фиолетовые и синие с фиолетовыми участками
4	Совершенно незрелые	Фиолетовые с прозрачно-красными участками, прозрачно-красные

Наряду с этим установленным признаком оператору предоставляется возможность оценить форму, характер извитости волокон и степень заполнения стенок целлюлозой. Эти признаки необходимы для принятия взвешенного решения, так как определить принадлежность волокна к конкретной группе только на основе табл. 1 затруднительно.

Таким образом, основная задача исследования состоит в идентификации качественных признаков зрелости волокна и переводе их в количественную форму для последующего установления четких критериев определенной группы зрелости.

Анализируя зрительную информацию, содержащуюся в цифровом изображении волокон, можно выделить следующие существенные качественные признаки: цвет; неравномерность интенсивности света вдоль оси волокна (отражает извитость); неравномерность интенсивности света в направлении, перпендикулярном оси во-

локна (отражает морфологию поверхности).

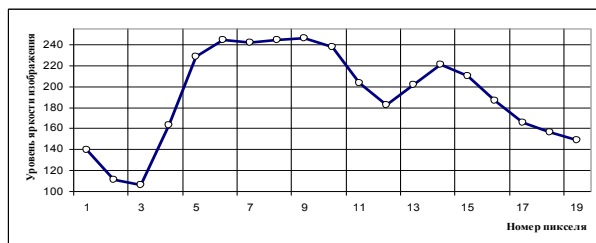
Наибольшую информацию несет в себе цвет изображений волокон, создаваемый за счет оптической анизотропии волокон. Рассматривая волокна в стандартной цветовой палитре sRGB, можно заметить, что интенсивность цветовых составляющих изображения (R, G и B – интенсивности красной, зеленой и синей составляющих соответственно) существенно отличается для волокон различных групп зрелости. Причем характерные различия проявляются как по отдельным составляющим, так и по их парным сочетаниям. Например, для самых зрелых волокон, имеющих желто-золотистый цвет, преобладают красная и зеленая составляющие, а для совершенно незрелых – только красная составляющая. Таким образом, предлагается использовать ряд параметров, характеризующих цвет волокон. Выражения для их расчета и ориентировочные значения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

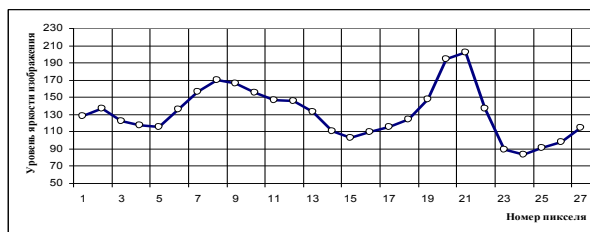
№ п/п	Обозначение параметра	Расчетная формула	Примерные значения для групп зрелости			
			1	2	3	4
1	I_R	$R/(R + G + B)$	0,453	0,183	0,430	0,531
2	I_G	$G/(R + G + B)$	0,380	0,374	0,187	0,188
3	I_B	$B/(R + G + B)$	0,167	0,443	0,382	0,281
4	I_{RG}	$(R + G)/(R + G + B)$	0,833	0,557	0,617	0,719
5	I_{RB}	$(R + B)/(R + G + B)$	0,620	0,626	0,813	0,812
6	I_{GB}	$(G + B)/(R + G + B)$	0,547	0,818	0,570	0,469

Раскрывая сущность признака "морфология поверхности волокна", необходимо отметить, что изображения зрелых и незрелых волокон неоднородны по интенсивности. В частности, на продольном виде волокон хорошо виден канал, имеющий различную ширину, кроме того, у незрелых волокон наблюдается зернистость, которая исчезает у зрелых и самых зрелых волокон.

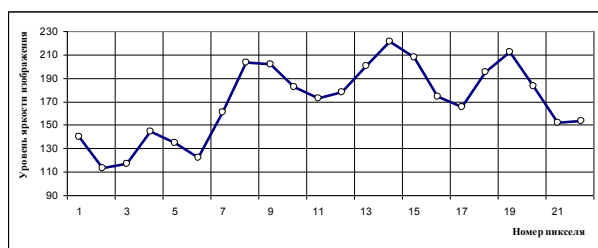
Для иллюстрации этого признака на рис. 2 (а – диаграмма для самых зрелых волокон; б – диаграмма для незрелых волокон; в – диаграмма для незрелых волокон; г – диаграмма для совершенно незрелых волокон) показаны диаграммы уровней яркости, построенные по поперечным сечениям (строкам пикселей) волокон, соответствующих различным группам зрелости.



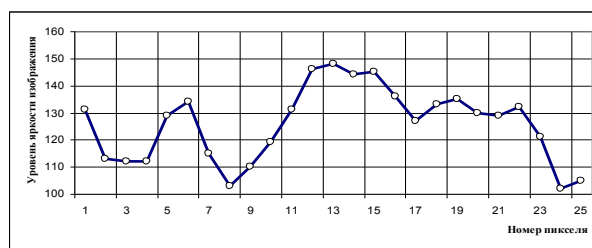
а)



б)



в)



г)

Рис. 2

Количественно этот признак можно выразить длиной волны колебаний яркости в сравнении с видимой шириной волокна:

$$I_M = S / \lambda, \quad (1)$$

где S – видимая ширина волокна, мкм, пикс; λ – характерная длина волны (после волновых преобразований), мкм, пикс.

Извитость вдоль оси волокон может рассматриваться как второстепенный признак, поскольку выборочные данные свидетельствуют об отсутствии четкой закономерности между частотой витков и принадлежностью к одной из групп зрелости. Кроме того, изгибы и пересечения волокон друг с другом усложняют подсчет витков волокон. Для распознанного и выделенного волокна возможно построить диаграмму уровней яркости вдоль его оси (рис. 3).

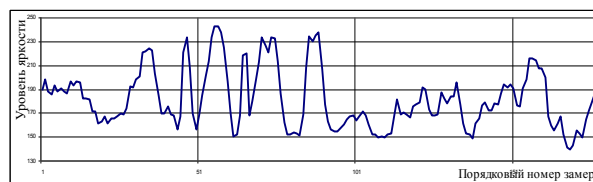


Рис. 3

Пики на диаграмме соответствуют участкам волокон, обращенным к объективу микроскопа своей широкой стороной, а впадины соответствуют участкам, обращенным к объективу в местах перегиба. Наличие и степень извитости волокна количественно можно оценить частотой колебаний на диаграмме и выразить через характерную длину волны. Развертывание данного критерия возможно с помощью преобразований волновых сигналов, в частности, аппарата Wavelet-анализа.

Практическое применение всех рассмотренных признаков требует уточнения

допустимых границ критериев и правил принятия решений (возможен выбор средних арифметических или экстремальных значений).

ВЫВОДЫ

1. Выявлены качественные и количественные признаки определения зрелости хлопковых волокон.

2. Предложены выражения для установления критериев определения группы зрелости хлопковых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3279–76. Волокно хлопковое. Технические условия.
2. Методы определения свойств хлопка-волокна / Иванов С.С., Ладынина Л.П., Соловьев А.Н. и др. – М.: Легкая индустрия, 1972.
3. ISO 4912:1981. Textiles. Cotton fibres. Evaluation of maturity. Microscopic method.
4. ГОСТ 3274.2–72. Волокно хлопковое. Ускоренные методы определения сорта и линейной плотности.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 04.02.09.
