

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАСОРЕННОСТИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПО ИХ ЦИФРОВОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ\*

*О.А. ШАЛОМИН, А.Ю. МАТРОХИН, Б.Н. ГУСЕВ*

(Ивановская государственная текстильная академия, ООО "ТексПро")

Известно, что одним из основных показателей качества хлопковых волокон является доля пороков и сорных примесей. Значение этого показателя необходимо при проектировании пряжи для определения выхода готовой продукции из сырья.

На данный момент отечественные испытательные лаборатории в соответствии с [1] определяют массовую долю пороков и сорных примесей с использованием метода ручного разбора или с помощью анализатора хлопкового волокна. Первый метод характеризуется значительными затратами труда и времени, а второй – очень низкой информативностью получаемых данных.

Вместе с тем, за рубежом используется абсолютно другой подход, заключающийся в анализе изображения поверхности пробы (слоя) волокон, полученного с помощью видеокамеры [2]. Особенностью данного подхода является то, что он позволяет получить данные о доле площади, занимаемой пороками и сорными примесями (Area), а также об их количестве. Рассматриваемый метод реализован в составе высокопроизводительных измерительных комплексов HVI или в виде отдельных измерительных приборов, например, USTER COLOR/TRASH METER 760, обладающих значительной стоимостью. При использовании данного подхода с применением в качестве основных технических средств серийно выпускаемых оптического планшетного сканера и персонального компьютера [3] основные трудности возникают в связи с отсутствием точной информации о применяемых в HVI значениях таких важных параметров процесса измерения, как разрешение при сканировании и нагрузка

на пробу при измерении. Также дополнительные исследования необходимы для определения количества измерений, обеспечивающего заданную погрешность.

На первом этапе исследований определяли оптимальное разрешение при сканировании. Для этого использовали калибровочный эталон системы HVI по засоренности, представляющий собой керамическую пластину с нанесенными на нее темными областями различного размера (рис. 1).

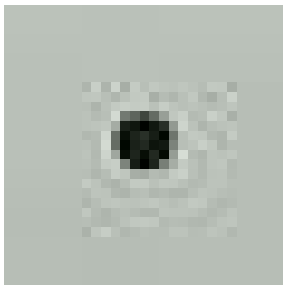
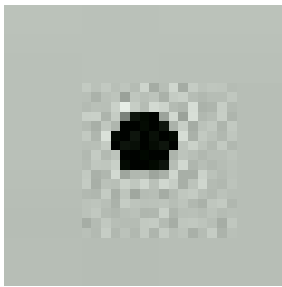
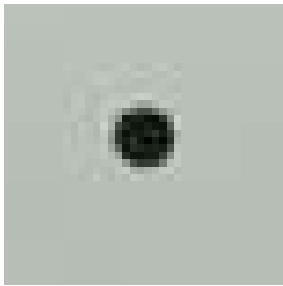
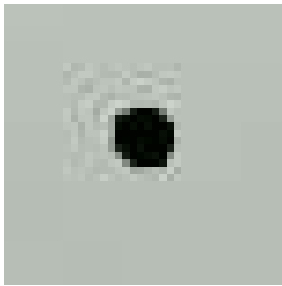
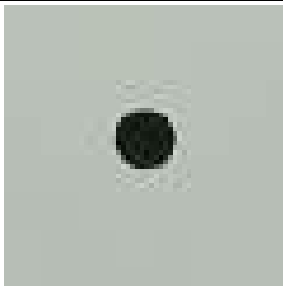
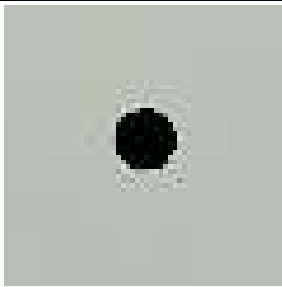

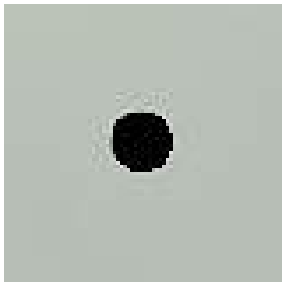


Рис. 1

Применение оригинальной компьютерной программы [4] на калибровочном эталоне показало, что искусственно нанесенные темные области уверенно распознаются компьютерной программой вследствие их резкого контраста с фоном. Для установления степени влияния разрешения сканирования на результат распознавания проведен эксперимент, в котором разрешение сканирования изменялось от 72 до 200 dpi.

Фрагменты исходного изображения и результаты работы программы по отдельной темной области при различных разрешениях сканирования приведены в табл. 1.

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

Разрешение сканирования, dpi	Исходное изображение	Изображение после программной обработки
72		
96		
150		
200		

На приведенных фрагментах изображения заметно, что конкретная конфигурация темной области после программной обработки достаточно сильно зависит от выбранного разрешения сканирования. Минимально подходящее разрешение сканирования для обнаружения и распознавания объектов диаметром не менее 0,25 мм [2] – 100 dpi. Исходя из необходимости не только распознавать, но и измерять сорные примеси устанавливаем значение разрешения 200 dpi.

На следующем этапе исследования осуществляли изучение влияния прижим-

ного усилия при испытании на результаты измерения. Эксперимент включал измерение показателя засоренности Aгеа при последовательном изменении нагрузки на пробу от 0 (нагрузка соответствовала массе крышки сканера) до 7 кгс с шагом 0,5 кгс. При исследованиях использовались по 10 проб от двух образцов хлопковых волокон, имеющих уровень градации качества "4-II-хороший" и "5-II-сорный" в соответствии с [5].

Графическая интерпретация результатов измерения показателя Aгеа хлопкового волокна представлена на рис. 2.

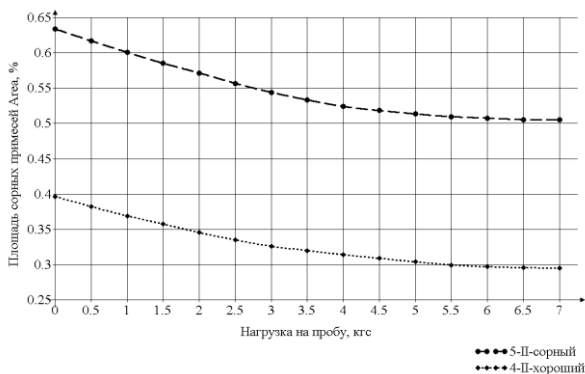


Рис. 2

Дальнейшее исследование заключалось в проведении однофакторного дисперсионного анализа первичных данных с целью определения значимости влияния нагрузки на пробу при сканировании и определения различия между средними значениями показателя Area при различной нагрузке. Дисперсионный анализ, проведенный согласно [6] показал, что влияние нагрузки можно признать значимым, а различия между средними значениями показателя Area можно признать незначимыми при испытании с нагрузкой 3,0 кгс и более.

Таким образом, проведенные исследования позволяют выбрать оптимальное значение усилия прижима на уровне 3,0 кгс ввиду того, что дальнейшее увеличение нагрузки не вызывает существенного изменения значений показателей засоренности.

В дальнейшем определяли минимально необходимое количество измерений  $n$  показателя Area. Для этого использовали рекомендации из [7]:

$$n \geq \frac{t^2 C_x^2}{\delta_x^2},$$

где  $t$  – квантиль распределения Стьюдента;  $C_x$  – коэффициент вариации по выборочным данным;  $\delta_x$  – заданная относительная погрешность.

Исходные данные выбирали из следующих соображений: предварительное количество испытаний равно 10, а  $\delta_x = 10\%$ .

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Значения показателей для различных образцов хлопкового волокна				
	4-II-хороший	057-247 II-сорный	070-038 III-средний	KRL-049 4-I-средний	Сан-013 4-I-средний
Area, абс. %	0,264	0,366	0,226	0,140	0,651
$\sigma$ , абс. %	0,076	0,109	0,068	0,038	0,165
$C_x$ , %	28,9	29,7	29,8	27,4	25,4
$n$	27	29	29	25	21

Таким образом, по данным табл. 2 можно констатировать, что для обеспечения заданной относительной погрешности при измерении показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению необходимо провести не менее 30 измерений.

## ВЫВОДЫ

На основе проведенных экспериментальных исследований осуществлена оптимизация значений параметров процесса

измерения показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 3279–95. Волокно хлопковое. Технические условия.
- ГОСТ Р 53031–2008. Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI.
- Шаломин О.А., Матрохин А.Ю. Компьютерное распознавание сорных примесей и определение показателей засоренности хлопковых волокон // Вестник ИГТА. –2006, № 4. С. 130...133.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008612378. Определение показателей засоренности и цвета текстильных волокон по компьютерному изображению / Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н., Коробов Н.А., Павлычев С.Ю.; заявитель и патентообладатель ООО "ТексПро". – № 2008611210; заявл. 26.03.2008; зарегистр. 16.05.2008.

5. O'z Dst 604–2001. Волокно хлопковое. Технические условия.

6. *Львовский Е.Н.* Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1988.

7. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М.* Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 29.09.09.

---