

# ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 535.43, 004.9

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕКОСА УТОЧНОЙ НИТИ В ТКАНИ

© 2014 г. П. Г. Шляхтенко, канд. физ.-мат. наук, доктор техн. наук; О. В. Кофнов, аспирант;  
П. А. Сухарев, аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Санкт-Петербург

E-mail: kofnov@mail.ru

Предложен метод определения перекоса уточной нити относительно нити основы текстильных тканей по дифракционной картине Фраунгофера, которая может быть получена как аппаратным методом на соответствующей установке, так и расчетным методом по цифровой микрофотографии образца с помощью программы двумерного преобразования Фурье. Цифровое изображение дифракционной картины анализируется с помощью специальной компьютерной программы, строящей угловую диаграмму распределения интенсивностей дифракционных максимумов. О размере искомого угла между уточной нитью и нитью основы исследуемого образца судят по углу, измеренному между направлениями на максимумы в этой диаграмме.

*Ключевые слова:* микроизображения поверхности, тканые материалы, дифракция Фраунгофера, преобразование Фурье, угловая диаграмма распределения интенсивности.

Коды OCIS: 050.1940; 110.2960; 070.0070

Поступила в редакцию 7.10.2013

Перекося уточных нитей (их неперпендикулярное расположение по отношению к нитям основы ткани) обычно возникает после обработки ткани в отбельных, красильно-заварочных и ашретурно-отделочных цехах. Образование перекосов объясняется различной скоростью движения участков ткани по ширине. Сушительно-ширильные стабилизационные машины должны осуществлять автоматическое исправление подобного перекоса [1], поэтому необходимы соответствующие устройства для контроля.

Существуют различные приемы контроля угла перекоса ткани под микроскопом или с помощью специальной лупы [2].

В работе [3] исследовалась дифракция света лазера на тканом полотне и показано, что по измеренному углу между рядами максимумов, соответствующих нитям утка и основы, можно судить о перекосе уточных нитей. Методы, описанные в работах [2, 3], субъективны.

В данной работе предлагается объективный автоматический метод измерения обсуждаемо-

го параметра, основанный на анализе диаграммы распределения интенсивности дифракционной картины, построенной по изображению объекта.

При анализе дифракционных картин различных текстильных материалов как наблюдаемых при использовании аппаратного метода (освещение лазером), так и полученных безаппаратным методом [4] (картины, рассчитанные с помощью двумерного дискретного преобразования Фурье по компьютерным изображениям текстильных материалов), было обнаружено, что дифракционные картины асимметричны относительно горизонтальной и вертикальной осей декартовых координат, проведенных через центр изображения, в случае соответствующей асимметричности изображения исходного образца.

Для анализа этой асимметрии предлагается использовать диаграмму распределения интенсивности дифракционных максимумов, построенную в полярных координатах поверх изображения дифракционной картины.

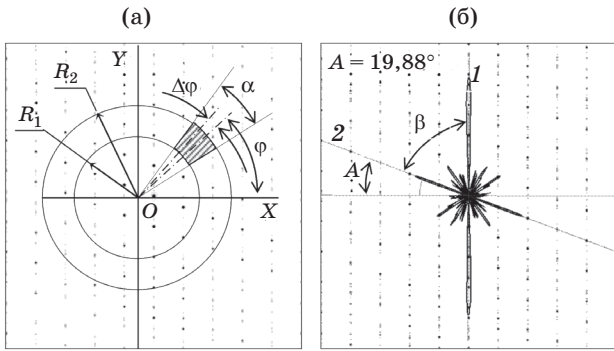


Рис. 1. Схемы построения диаграммы (а) и определения угла перекоса (б).

На рис. 1а приведена схема, поясняющая построение этой диаграммы, которое осуществляется следующим образом.

Центр исследуемой дифракционной картины всегда совпадает с центром дифракционного максимума, имеющего максимальную интенсивность, который всегда находится в центре симметрии этой центрально симметричной дифракционной картины. На изображение дифракционной картины накладывается кольцо с центром в точке  $O$  и радиусами  $R_1$  (внутренний) и  $R_2$  (внешний).

Выделяем сектор кольца с угловым размером  $\alpha$ . Сектор находится на угловом расстоянии  $\varphi$  от оси  $OX$ . Обозначим заштрихованную площадь этого сектора, находящуюся между окружностями с радиусами  $R_1$  и  $R_2$ , как  $\Delta S$ . Тогда среднюю интенсивность внутри сектора можно рассчитать по формуле

$$I_{ave} = \frac{\sum \Phi_{pix} \Delta S}{\Delta S}, \quad (1)$$

где в числителе – суммарный световой поток, испускаемый всеми пикселями изображения, попавшими в выделенный сектор  $\Delta S$ .

Повторяя измерения и расчет по формуле (1) при всех значениях угла  $\varphi$  от 0 до  $2\pi$  с шагом  $\Delta\varphi$  и постоянном значении  $\Delta S$ , соединив полученные точки плавной замкнутой кривой, получим зависимость углового распределения средней интенсивности засветки в исследуемой дифракционной картине (рис. 1б).

Угол сектора  $\alpha$  может быть задан как

$$\alpha = 2\pi/N, \quad (2)$$

где  $N$  – положительное четное число. В этом случае диаграмма охватывает ровно всю окружность.

Из-за того что цифровое изображение по своей природе дискретно (состоит из пикселей конечных размеров), угол  $\alpha$  задавать очень малым нельзя, иначе в секторы будет попадать слишком мало точек. На угол  $\Delta\varphi$  таких ограничений нет, поэтому его размер задается в несколько раз меньшим, чем выбранный размер  $\alpha$ , и определяется формулой

$$\Delta\varphi = \alpha/M, \quad (3)$$

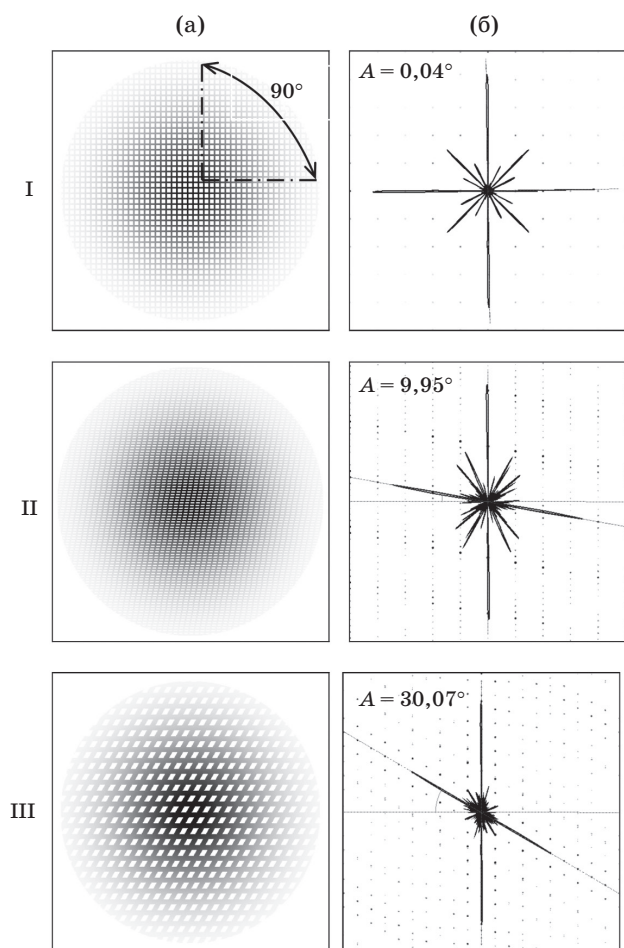
где  $M$  – целое положительное число.

Таким образом, на каждом шаге в смещенный сектор попадает некоторое количество пикселей из предыдущего сектора, что сглаживает искомую зависимость.

В результате расчета по формуле (1) с использованием соотношений (2) и (3) получаем набор точек, по которым можно построить замкнутую кривую в полярной системе координат (рис. 1б). На построенной таким образом диаграмме всегда есть один четкий максимум, указывающий направление преимущественного расположения дифракционных максимумов. Кроме этого максимума на диаграмме присутствуют и другие максимумы. В ходе анализа дифракционных картин различных материалов, имеющих сетчатую структуру, было установлено, что угол между направлениями на главный максимум 1 диаграммы и на второй за ним по значению максимум 2 диаграммы соответствует углу между перекрещивающимися нитями в структуре образца. Для построения диаграмм и расчета угла между первым и вторым максимумами была написана оригинальная программа.

Программа по заданной дифракционной картине строит диаграмму поверх изображения дифракционной картины (рис. 1б), определяет направления на максимумы 1, 2 диаграммы и угол  $\beta$  между этими направлениями. Так как целью работы является поиск угла перекоса, т.е. отклонения этого угла от  $90^\circ$ , то программа выводит размер этого угла в виде надписи "A = значение угла перекоса =  $90^\circ - \beta$ " в левом верхнем углу картинке.

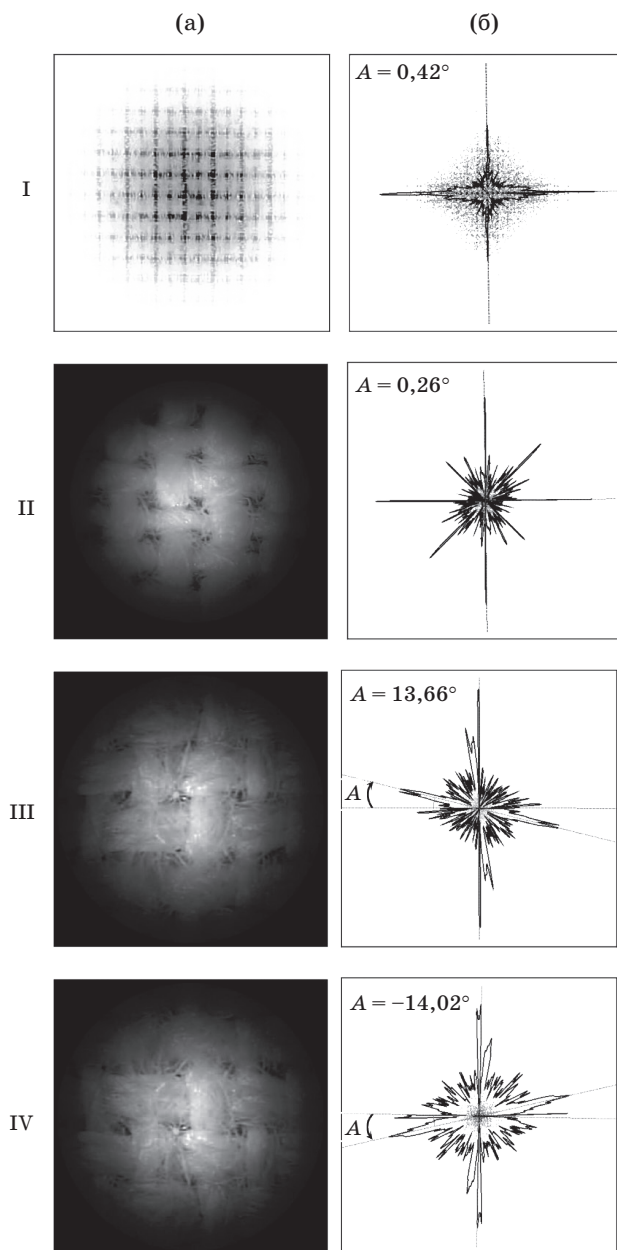
Для проверки правильности описанного выше метода была разработана вспомогательная программа, рисующая идеальное изображение ткани с заданным углом перекоса в виде повторяющихся по вертикали и горизонтали перекрещивающихся прямых. На рис. 2 приведены изображения таких моделей (а) и результаты работы программы по определению угла перекоса на них (б).



**Рис. 2.** Определение угла перекоса по диаграмме на моделях ткани. Модель (а) и результаты работы программы по определению угла перекоса на ней (б). I – модель ткани с углом  $90^\circ$  между нитями утка и основы (без перекоса), модель построена из линий с шагом 10 пикселей по вертикали и горизонтали; II – модель ткани с углом  $80^\circ$  между нитями утка и основы (угол перекоса  $10^\circ$ ), модель построена из линий с шагом 5 пикселей по вертикали и 10 по горизонтали; III – модель ткани с углом  $60^\circ$  между нитями утка и основы (угол перекоса  $30^\circ$ ), модель построена из линий с шагом 20 пикселей по вертикали и горизонтали, толщина «нити» увеличена в 3 раза по сравнению с образцами I и II.

Из приведенных примеров видно, что угол определяется с точностью до одной десятой градуса. Метод протестирован на моделях изображений тканей и показал удовлетворительную точность.

На рис. 3 приведены результаты проверки работоспособности программы на изображениях тканей, выпускаемых отечественной промышленностью. В последнем случае (рис. 3б-IV)



**Рис. 3.** Определение угла перекоса реальных тканей. Микроизображения исследуемых тканей (а) и результаты работы программы (б). I – плащевая ткань (на рис. 3а приведен негатив исходного изображения), II – полотно, III – ткань с явно выраженным перекосом, IV – другой участок той же ткани, где перекос нитей происходит в противоположную сторону по сравнению с тканью на рис. 3а-III.

угол  $\beta$  между направлениями на максимумы диаграммы получается больше  $90^\circ$ , соответственно, угол перекоса  $A = (90^\circ - \beta)$  меньше нуля. Это означает, что предлагаемый метод позволяет контролировать не только размер, но и направление перекоса.

Таким образом, разработан метод и создана компьютерная программа для безаппаратного определения угла перекоса уточной нити по отношению к основе. Преимуществом данного метода является то, что в качестве исходных данных достаточно микроизображения контролируемого участка ткани, которое может быть выполнено цифровой камерой с достаточным увеличением, в том числе и во время движения ткани. Алгоритм быстрого преобразования

Фурье позволяет с высокой скоростью построить изображение дифракционной картины. Алгоритм построения диаграммы распределения интенсивности максимумов в дифракционной картине также работает быстро. Все это позволяет использовать представленный в статье метод для разработки систем контроля перекоса, действующих непосредственно на станке во время его работы и управляющих системами исправления перекоса.

\* \* \* \* \*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шкробышева В.И., Быков Р.А., Щитова Н.П. Современное оборудование для отделки текстильных материалов / Учеб. пособие. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2008. 80 с.
2. Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств / 2-е изд. перераб. и доп. М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1989. 288 с.
3. Радзивильчук Л.И., Дружинина Н.Г. Применение дифракционного метода для контроля перекоса уточных нитей // Изв. вузов. ТТП. 1990. № 2. С. 9–12.
4. Сухарев П.А., Шляхтенко П.Г., Рудин А., Кофнов О.В. Безаппаратный метод компьютерного Фурье анализа изображений поверхности для контроля параметров текстильных материалов // Сб. мат. докл. Всерос. НТК "Современные тенденции развития информационных технологий в текстильной науке и практике". Димитровград, 2012. С. 4–7.