

УДК 677.017.4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ
ПРИ ПОСТРОЕНИИ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ
ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ**

Л.Ю. КИПРИНА

(Костромской государственной технологической университет)

Исследование структуры намотки осуществляется в ходе анализа изображений поверхности паковки, получаемых в процессе размотки бобины [1]. В процессе анализа изображения определяется наличие или отсутствие жгутов. Задача распознавания дефектов намотки включает два этапа:

1) построение графической модели поверхности намотки;

2) собственно распознавание образов дефектов в виде жгута или ленты по наличию характерных для них признаков.

На первом этапе необходимо построить математическую модель представления поверхности паковки, то есть составить ее структурированное описание, определив множество элементарных геометрических объектов, посредством которых может быть представлена намотка. Затем на базе этого множества необходимо сформировать набор признаков, определяющих дефекты структуры намотки в виде жгута или ленты.

Под структурой намотки в настоящей работе будем понимать взаимное расположение нитей. В качестве параметров структуры намотки будем использовать расстояние между витками нити Δ в направлении, перпендикулярном витку, и угол подъема витка нити β (рис. 1).

Дефектные структуры намотки образуются тогда, когда

$$\Delta = kd_n, \quad (1)$$

где Δ – расстояние между витками нити; d_n – диаметр нити; k – число от 0 до 3, характеризующее строгость требований, предъявляемых к структуре намотки. При $0 < k < 1$ будет наблюдаться жгутовая намотка, а при $1 < k < 3$ – ленточная [2].

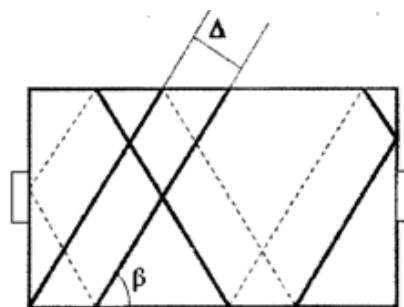


Рис. 1



Рис. 2

Витки нити на поверхности паковки с крестовой намоткой могут быть представлены множеством отрезков (рис. 2). Изображение намотки без дефектов состоит из пересекающихся отрезков определенной длины. Жгут может быть представлен совокупностью параллельных отрезков с углом наклона β к оси Ox , длина которых не меньше некоторого заданного значения ℓ_z , определяемого размерами анализируемого изображения. В качестве главного визуального признака дефектной намотки будем использовать расстояние между витками нити в жгуте (Δ); учитывая (1), оно должно быть не больше некоторого заданного значения ($3d_H$).

Графическая модель поверхности паковки формируется в соответствии с моделью структуры намотки, то есть она должна представлять исходное изображение в виде выделенных структурных элементов. Как правило, построение графической модели включает этапы предварительной обработки изображения, в ходе которой осуществляется фильтрация и уменьшение объема обрабатываемых данных, и кодирования.

Исходное изображение паковки в памяти ЭВМ формируется с помощью цифровой фото- или видеокамеры, что позволяет получить цветное изображение высокого качества, но, как следствие, для его анализа придется обрабатывать огромные объемы информации, что потребует значительных временных затрат. Для сокращения времени анализа изображения предлагается исследовать только его фрагмент. Однако при уменьшении размеров исследуемой области увеличивается вероятность ошибки при распознавании, так как сокращается объем информации о структуре намотки, содержащейся в изображении. Определим оптимальные размеры области изображения, которую будем анализировать.

Очевидно, что необходимо исследовать паковку по всей высоте, поскольку нить располагается на паковке по винтовой линии, а значит ширина выделяемой области ℓ_x задается высотой паковки (рис. 3 – схема намотки на бобине).

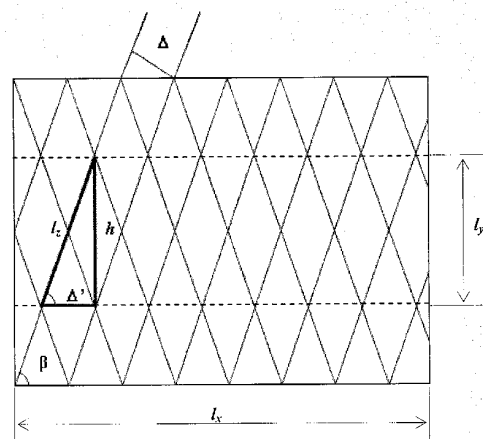


Рис. 3

Как было определено ранее, изображение намотки без дефектов состоит из пересекающихся отрезков. Вычислим минимальную высоту ℓ_y анализируемой области, которая позволила бы утверждать, что линии, изображающие нити пересекаются. Из рис. 3 видно, что эта величина должна быть не меньше h .

Для определения этой величины вычислим расстояние между нитями различных слоев Δ' :

$$\Delta' = \frac{\Delta}{\sin \beta}. \quad (2)$$

Теперь найдем h :

$$h = \Delta' \operatorname{tg} \beta \text{ или } h = \frac{\Delta}{\cos \beta}. \quad (3)$$

Исследуемая область намотки не включает жгут или ленту, если справедливо (1) или:

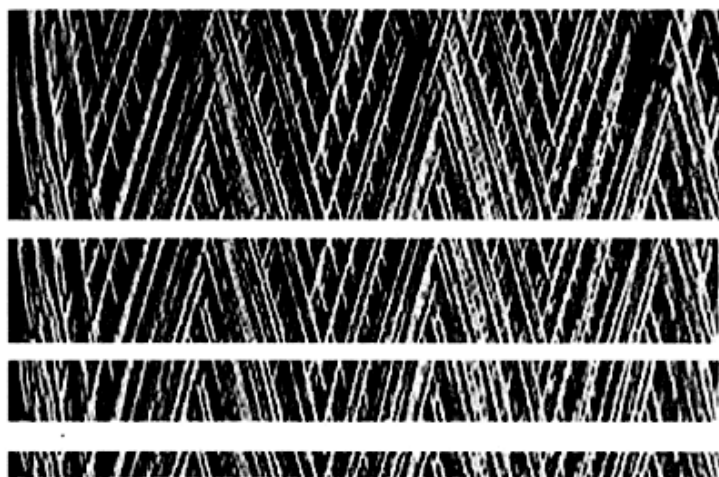
$$\Delta = h \cos \beta > 3d_H. \quad (4)$$

Значит, для определения жгута или ленты достаточно, чтобы h выбирали учитывая, что

$$\ell_y = h > \frac{3d_H}{\cos \beta}. \quad (5)$$

Как было отмечено выше, жгут может быть представлен совокупностью параллельных отрезков с углом наклона β к оси Ox , длина которых не меньше некоторого заданного значения l_z , определяемого из соотношения

$$l_z = \frac{\Delta'}{\cos\beta} = \frac{\Delta}{\sin\beta\cos\beta} \text{ или } l_z \geq \frac{3d_H}{\cos\beta\sin\beta}. \quad (6)$$



а) $l_y=125$

б) $l_y=65$

в) $l_y=32$

г) $l_y=15$

Рис. 4

Рекомендации, полученные для определения l_y (ширины исследуемой полосы), проверялись экспериментально. Для чего с помощью программы, реализующей предлагаемый метод [1], оценивалась структура намотки при различной ширине анализируемой области (рис. 4-а...г – фрагменты изображения для распознавания дефектов). В качестве выходного параметра машинного эксперимента использовалась вероятность распознавания дефекта структуры намотки в виде жгута и ленты, которая рассчитывалась по формуле:

$$P_n(l_y) = \frac{m(l_y)}{n}, \quad (7)$$

где $P_n(l_y)$ – вероятность распознавания при ширине исследуемого фрагмента l_y при проведении n опытов; n – общее количество опытов; $m(l_y)$ – число успешных опытов при ширине исследуемого фрагмента l_y .

Изображение на рис. 2 имеет размеры 480 пикселей по ширине и 680 пикселей по высоте. Размер изображения нитей в верхних слоях в среднем имеет ширину в 3 пикселя. Если $d_H \approx 3$, угол $\beta = 70$, то в соответствии с приведенными рассуждениями минимальная высота выделяемой области должна быть больше 27 пикселей: $h > 27$, а пороговое значение $l_z > 29$.

В ходе эксперимента были проанализированы 50 образцов изображений поверхности паковки, содержащие жгуты или ленты. Результаты машинного эксперимента по выявлению дефектов намотки представлены в табл. 1, где показана зависимость выявления жгутовой и ленточной намотки от высоты анализируемой области изображения.

Таблица 1

| Высота анализируемой области (l_y пикс.) | Вероятность выявления дефектов, % |
|---|-----------------------------------|
| 1...9 | 0 |
| 10...16 | 10 |
| 16...25 | 60 |
| 26...32 | 90 |
| 33...125 | 100 |

Представленные результаты подтверждают правильность теоретического обоснования значений параметров фрагментов, выделяемых в исходном изображении, в ходе анализа которых выявляется наличие

или отсутствие дефектов намотки в виде жгутов и лент.

ВЫВОДЫ

Проведенный эксперимент показал, что:

1) предложенный способ, позволяющий уменьшить количество обрабатываемых исходных данных без потери значимой информации, обладает эффективностью, достаточной для идентификации дефектов структуры паковки;

2) минимальные размеры анализируемой области определяются высотой паков-

ки и соотношением диаметра нити и углом наклона витка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киприна Л.Ю., Зеленин Р.Л. Метод оценки качества структуры намотки по мощности пучка параллельных линий // Научн. тр. молодых ученых КГТУ: Сб. научн. тр. Вып. 8. Ч. 1. – Кострома: КГТУ, 2007. С.30...33.

2. Рудовский П.Н., Киприна Л.Ю., Нуриев М.Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки // Вестник КГТУ, № 11. – Кострома: КГТУ, 2004. С.27...30.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 16.06.07.
