

## СТРУКТУРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ВАЛИЧНОЙ ЗОНЫ ЧЕСАНИЯ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ ЧМД-4

С.М. АБРАМОВ, Н.Ф. ВАСЕНЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для переработки хлопка низких сортов применяется комбинированная валично-шляпочная чесальная машина АЧМ-14У.

Предложено три варианта комбинированных валично-шляпочных зон чесания на базе наиболее распространенной малогабаритной чесальной машины ЧМД-4. Валичная зона чесания устанавливается на первом по ходу движения волокна главном барабане.

Для определения наиболее оптимального варианта валичной зоны чесания используем аппарат цепей Маркова. Рассмотрим движение отдельного прядомого волокна внутри валичного узла, относительно которого сделаем следующие допущения: это движение стационарно; движение прядомого волокна в зоне валичного узла можно изобразить в виде ориентированного графа.

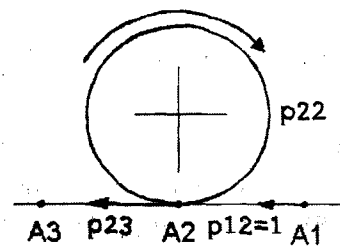


Рис. 1

Рассмотрим три случая:

1). Одинарные валики с сороотбойными ножами;  $n=1$  (рис. 1 – фрагмент чесальной машины с одним рабочим валиком; здесь  $p_{23} + p_{22} = 1$ ).

Волокно в зоне валичного узла может находиться в трех состояниях: А1, А2, А3, а переходы между ними происходят с вероятностями  $p_{12}$ ,  $p_{22}$ ,  $p_{23}$ . При этом А1, А2 – транзитные состояния, А3 – поглощающее состояние. Будем описывать по-

ведение волокна средствами МАТЛАБ 5.2.

"syms('p22','p23').

Матрица переходных вероятностей за один шаг:

$$p = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

" det(p) = 0.

Матрица переходных вероятностей за два шага:

$$p^2 = \begin{bmatrix} 0 & p_{22} & p_{23} \\ 0 & p_{22}^2 & p_{22}p_{23} + p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Матрица переходных вероятностей за три шага:

$$p^3 = \begin{bmatrix} 0 & p_{22}^2 & p_{22}p_{23} + p_{23} \\ 0 & p_{22}^3 & p_{22}(p_{22}p_{23} + p_{23}) + p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Подматрица Q вероятностей переходов из одних невозвратных состояний в другие имеет вид

$$Q = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & p_{22} \end{bmatrix}$$

Единичная матрица

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Фундаментальная матрица, то есть матрица математических ожиданий числа попаданий волокна в невозвратное состояние, есть матрица

$$N = \text{inv}(I-Q) = \begin{bmatrix} 1 & -1/(-1+p_{22}) \\ 0 & -1/(-1+p_{22}) \end{bmatrix}$$

Матрица математических ожиданий числа шагов, за которое волокно придет в поглощающее состояние, имеет вид

$$Z = N \cdot \text{ones}(2,1) = \begin{bmatrix} 1-1/(-1+p_{22}) \\ -1/(-1+p_{22}) \end{bmatrix}$$

Откуда средняя кратность пребывания волокна на валике равна

$$k_1 = Z(1) = 1-1/(-1+p_{22}),$$

a) если  $p_{22} = 0,1$ , то  $k_1 = 1-1/(-0,9) = 1 + 1,1111 = 2,1111$ ;

b) если  $p_{22} = 0,9$ , то  $k_1 = 1-1/(-0,1) = 1 + 10 = 11$ ;

c) если  $p_{22} = 0,5$ , то  $k_1 = 3$ .

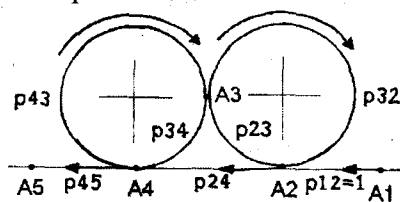


Рис. 2

2). Двойные валики (рабочий и чистильный);  $n=2$  (рис.2 – фрагмент чесальной машины с парой валиков: рабочим и чистящим; здесь  $p_{23} + p_{24} = 1$ ,  $p_{32} + p_{34} = 1$ ,  $p_{43} + p_{45} = 1$ ).

A1, A2, A3, A4 – транзитные (невозвратные) состояния, A5 – поглощающее (возвратное) состояние.

"syms('p23','p24','p32','p34','p43','p45').

Матрица переходных вероятностей за один шаг равна

$$p = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{23} & p_{24} & 0 \\ 0 & p_{32} & 0 & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & p_{43} & 0 & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Методика расчета аналогична первому варианту.

Все возможные состояния волокна на валичном узле описаны в табл.1 (функция  $k_2(p_{23}, p_{34}, p_{45})$ ).

Таблица 1

p23	p34	p45	k2
0,1	0,1	0,1	19,0110
0,1	0,1	0,5	3,0989
0,1	0,1	0,9	1,3309
0,1	0,5	0,1	14,8421
0,1	0,5	0,5	2,6316
0,1	0,5	0,9	1,2749
0,1	0,9	0,1	11,0101
0,1	0,9	0,5	2,2020
0,1	0,9	0,9	1,2233
0,5	0,1	0,1	25,6364
0,5	0,1	0,5	4,5455
0,5	0,1	0,9	2,2020
0,5	0,5	0,1	16,6667
0,5	0,5	0,5	3,3333
0,5	0,5	0,9	1,8519
0,5	0,9	0,1	11,4737
0,5	0,9	0,5	2,6316
0,5	0,9	0,9	1,6491
0,9	0,1	0,1	57,3684
0,9	0,1	0,5	11,4737
0,9	0,1	0,9	6,3743
0,9	0,5	0,1	19,8182
0,9	0,5	0,5	4,5455
0,9	0,5	0,9	2,8485
0,9	0,9	0,1	11,9780
0,9	0,9	0,5	3,0989
0,9	0,9	0,9	2,1123

Из табл. 1 видно, что если  $p_{45} = 0,9$ , то  $k_2$  является величиной, равной чуть больше 1. И, наоборот, если  $p_{45} = 0,1$ , то  $k_2$  становится величиной, большей 10. Это

значит, что параметр  $p_{45}$  существенно влияет на время пребывания ВМ на валичном узле ЧМ.

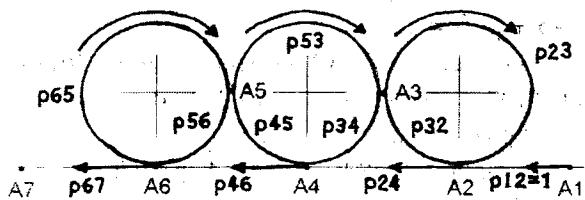


Рис. 3

3). Тройные валики (два рабочих и один чистительный);  $n=3$  (рис.3 – фрагмент чесальной машины с двумя рабочими валиками и одним чистящим валиком между ними; здесь  $p_{23}+p_{24}=1$ ,  $p_{32} + p_{34} = 1$ ,

$$p_{45} + p_{46} = 1, p_{53} + p_{56} = 1, p_{65} + p_{67} = 1).$$

A1 – A6 транзитные состояния; A7 – поглощающее состояние.

Методика расчета аналогична первому и второму вариантам.

Величину  $k_3$  можно выразить через 5 параметров:  $p_{23}$ ,  $p_{34}$ ,  $p_{45}$ ,  $p_{56}$ ,  $p_{67}$ .

Пусть все эти параметры принимают два значения: 0,1 или 0,9. Тогда число всех сочетаний пяти параметров, каждый из которых принимает два значения, равно  $2^5 = 32$ . Добавим случай  $p_{23}=p_{34}=p_{45}=p_{56}=p_{67} = 0,5$ .

Все вычисленные значения величины  $k_3$  сведем в табл. 2 (значения величины  $k_3(p_{23}, p_{34}, p_{45}, p_{56}, p_{67})$ ).

Таблица 2

№	$p_{23}$	$p_{34}$	$p_{45}$	$p_{56}$	$p_{67}$	$k_3$
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	62,1
2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,55
3	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1	35,5
4	0,1	0,1	0,1	0,9	0,9	4,8
5	0,1	0,1	0,9	0,1	0,1	266,95
6	0,1	0,1	0,9	0,1	0,9	29,85
7	0,1	0,1	0,9	0,9	0,1	38,5
8	0,1	0,1	0,9	0,9	0,9	6,1
9	0,1	0,9	0,1	0,1	0,1	52,2
10	0,1	0,9	0,1	0,1	0,9	5,1
11	0,1	0,9	0,1	0,9	0,1	33,5
12	0,1	0,9	0,1	0,9	0,9	4,6
13	0,1	0,9	0,9	0,1	0,1	216,4
14	0,1	0,9	0,9	0,1	0,9	24,6
15	0,1	0,9	0,9	0,9	0,1	36,4
16	0,1	0,9	0,9	0,9	0,9	5,8
17	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	187,8
18	0,9	0,1	0,1	0,1	0,9	21,1
19	0,9	0,1	0,1	0,9	0,1	93,5
20	0,9	0,1	0,1	0,9	0,9	18,5
21	0,9	0,1	0,9	0,1	0,1	866
22	0,9	0,1	0,9	0,1	0,9	101
23	0,9	0,1	0,9	0,9	0,1	101,7
24	0,9	0,1	0,9	0,9	0,9	20,9
25	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	55
26	0,9	0,9	0,1	0,1	0,9	6,2
27	0,9	0,9	0,1	0,9	0,1	35,4
28	0,9	0,9	0,1	0,9	0,9	5,7
29	0,9	0,9	0,9	0,1	0,1	227
30	0,9	0,9	0,9	0,1	0,9	26,5
31	0,9	0,9	0,9	0,9	0,1	38,4
32	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	6,9
33	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	13,5

Очевидно, необходимым условием того, что  $k_3 < 10$ , является равенство  $p_{67} = 0,9$ .

Легко видеть, что не существует  $k_3 < 4,6$ .

Интересно, отметить следующее:

при  $p_{23} = p_{34} = p_{45} = p_{56} = p_{67} = 0,5$   
имеем  $k_3 = 13,5$ ,

при  $p_{23} = p_{34} = p_{45} = p_{56} = p_{67} = 0,9$   
имеем  $k_3 = 6,9$ .

Сравнивая три рассмотренные случая, заключаем: наиболее приемлемым является второй случай, так как кратность пребывания волокна на валичном узле не слишком велика и не очень мала, а может быть равна 2...3, что вполне оправдано с точки зрения технологии прядения.

## ВЫВОДЫ

Проведена структурная оптимизация чесальной машины и определен наиболее приемлемый вариант валичной зоны чесания (один рабочий и один чистительный валик).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашнин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 01.10.02.