

УДК 677.021.174 : 519.2

**О КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВОЛОКНООБМЕНА  
ДЛЯ ЧЕСАЛЬНЫХ МАШИН ТИПА ЧМД С РАСХОДЯЩИМСЯ  
ДВИЖЕНИЕМ ШЛЯПОЧНЫХ ПОЛОТЕН**

*С. Д. БЕЛОГОЛОВЦЕВ, А. А. ВИНОГРАДОВ, В. М. ЗАРУБИН,  
Т. В. ШМЕЛЕВА*

*(Ивановская государственная текстильная академия)*

Для исследования волокнообмена в шляпочной чесальной машине типа ЧМД с расходящимся движением шляпочных полотен воспользуемся методами, изложенными в работах [1..4].

В том случае, когда устройства регенерации шляпочного очеса (УРШО) установлены при каждом шляпочном полотне чесальной машины типа ЧМД, имеющей два главных барабана, потоки регенерированного волокна могут не объединяться и иметь различные точки возврата. Если точки возврата этих двух потоков совпадают, то схемы движения отождествляются с уже рассмотренными в [4] и все формулы, полученные там для случая одного УРШО, остаются справедливыми и без изменений переносятся на наш случай.

Волокно с первого шляпочного полотна, попадающее в очес, такое же, как и со второго шляпочного полотна, поэтому точку возврата волокнистого потока из 1-го УРШО естественно помещать перед точкой

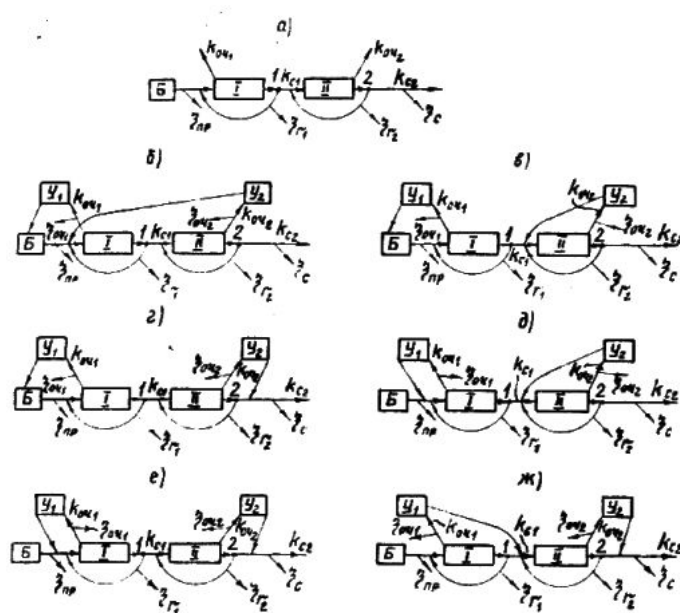


Рис. 1.

возврата из 2-го УРШО. Воспользуемся обозначениями из [4] и той же базовой моделью (работа ЧМ без УРШО, когда волокно из очищающего устройства изымается из процесса чесания (рис. 1-а)), которую обозначим верхним индексом (0), хотя способы возврата потоков (1), (2...6) здесь, естественно, отличаются от рассмотренных в [4]. Допустим, что волокно совершило 1-й цикл, если оно из положения перед шляпками на 1-м главном барабане вошло в рабочую зону и затем повторно попало в положение перед шляпками 1-го главного барабана. Второй цикл — прохождение волокна из положения перед шляпками 2-го главного барабана в рабочую зону и затем повторное появление перед шляпками 2-го главного барабана. Для базовой процедуры вероятность того, что волокно, пришедшее к началу шляпочного полотна на 1-м главном барабане, совершит один 1-й цикл:  $a_1^{(0)} = \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1}$ , вероятность того, что волокно, начав 1-й цикл, попадет к началу 2-й рабочей зоны:  $b_1^{(0)} = \bar{k}_{оч1} k_{с1}$ . Для второго цикла  $a_2^{(0)} = \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2}$ ,  $b_2^{(0)} = \bar{k}_{оч2} k_{с2}$ . Общее среднее время, проведенное волокном, вышедшим из бункера, на 1-м шляпочном полотне [4] равно

$$T^{(0)}_{об1} = T_1^{(0)} \bar{\eta}_{пр} / (1 - a_1^{(0)}), \quad (1)$$

где  $T_1^{(0)}$  — среднее время пребывания волокна на 1-м шляпочном полотне при прохождении одного первого цикла.

Пусть  $p^{(0)}$  — вероятность того, что волокно от начала 1-й рабочей зоны когда-нибудь попадет к началу второй рабочей зоны:  $p^{(0)} = b_1^{(0)} / (1 - a_1^{(0)})$ . Общее среднее время, проведенное волокном на втором шляпочном полотне,

$$T^{(0)}_{об2} = T_2^{(0)} \bar{\eta}_{пр} p^{(0)} / (1 - a_2^{(0)}). \quad (2)$$

Справедливы также соотношения [4]:

$$s^{(0)} \bar{\eta}_{пр} + q_1^{(0)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1} = q_1^{(0)}, \quad (3)$$

$$r_1^{(0)} = q_1^{(0)} \bar{k}_{оч1} k_{с1}, \quad (4)$$

$$r_1^{(0)} + q_2^{(0)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2} = q_2^{(0)}, \quad (5)$$

$$r_2^{(0)} = q_2^{(0)} \bar{k}_{оч2} k_{с2} \bar{\eta}_{с}, \quad (6)$$

$$d^{(0)} = s^{(0)} \eta_{пр} + q_1^{(0)} k_{оч1} + q_1^{(0)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \eta_{г1} + q_2^{(0)} k_{оч2} + \\ + q_2^{(0)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{г2} + q_2^{(0)} \bar{k}_{оч2} k_{с2} \eta_{с}. \quad (7)$$

Здесь  $s^{(0)}$  — количество волокон, не побывавших в машине, выходящих из бункера за единицу времени;  $q_i$  — ( $i=1, 2$ ) — количество волокон, входящих за единицу времени в  $i$ -ю рабочую зону;  $r_1$  — количество волокон, попадающих за единицу времени на передающий барабан;  $r_2$  — на выход из машины;  $d$  — количество волокон, выпадающих в угары за единицу времени.

Рассмотрим эти величины в случае схемы (1) (рис. 1-б), когда из 1-го УРШО волокно возвращается в бункер, а из 2-го — к началу 1-й рабочей зоны.

$$b_1^{(1)} = b_1^{(0)} = \bar{k}_{оч1} k_{с1}, \quad p^{(1)} = \sum_{j=0}^{\infty} (\bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1} + \\ + k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1} \bar{\eta}_{пр})^j b_{(1)}^{(1)}$$

вероятность того, что волокно из начала 1-й рабочей зоны когда-нибудь попадет к началу второй рабочей зоны ( $j$  раз пройдет по 1-му главному барабану или через 1-е УРШО и бункер и затем от начала 1-й рабочей зоны перейдет к началу второй рабочей зоны).

$$p^{(1)} = b_1^{(1)} / (1 - \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1} - k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1} \bar{\eta}_{пр}). \quad (8)$$

$u_2^{(1)}$  — вероятность того, что волокно, вошедшее во 2-ю рабочую зону, когда-нибудь попадет во 2-е УРШО.

$$u_2^{(1)} = \sum_{j=0}^{\infty} (\bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2})^j k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} \quad (j \text{ раз пройдет по второму главному барабану и затем в очищающее устройство, не выпадая в угары}).$$

Тогда

$$u_2^{(1)} = k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} / (1 - \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2}). \quad (9)$$

Тогда

$$a_1^{(1)} = a_1^{(0)} + k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1} \bar{\eta}_{пр} + p^{(1)} u_2^{(1)}, \quad (10)$$

то есть к базовому значению добавятся два слагаемых: вероятность попасть в 1-е УРШО и через бункер вернуться к началу цикла и вероятность попасть во 2-е УРШО и затем к началу цикла.

$$b_2^{(1)} = \bar{k}_{оч2} k_{с2} = b_2^{(0)}, \quad a_2^{(1)} = a_2^{(0)} + k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} p^{(1)} \quad (11)$$

(к базовому значению добавляется вероятность прохождения через 2-е УРШО к началу второго цикла).

$$T^{(1)}_{об} = T^{(1)}_{об1} + T^{(1)}_{об2} = T_1^{(1)} \bar{\eta}_{пр} / (1 - \\ - a_1^{(1)}) + T_2^{(1)} \bar{\eta}_{пр} p^{(1)} / (1 - a_2^{(1)}) \quad (12)$$

— общее среднее время пребывания волокна на шляпочных полотнах.  $q_1^{(1)}$  — количество волокон, приходящих за единицу времени в 1-ю рабочую зону, которое складывается из трех слагаемых: количество, приходящее из бункера (попавшие туда из 1-го УРШО  $q_1^{(1)}k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1}$  и волокна, не побывавшие еще в машине  $s^{(1)}$  за вычетом выпавших в угары под приемным барабаном), количество, приходящее по 1-му главному барабану ( $q_1^{(1)}\bar{k}_{оч1}\bar{k}_{с1}\bar{\eta}_{г1}$ ) и приходящее через 2-е УРШО ( $q_2^{(1)}k_{оч2}\bar{\eta}_{оч2}$ ), то есть

$$q_1^{(1)} = (s^{(1)} + q_1^{(1)}k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1})\bar{\eta}_{пр} + q_1^{(1)}\bar{k}_{оч1}\bar{k}_{с1}\bar{\eta}_{г1} + q_2^{(1)}k_{оч2}\bar{\eta}_{оч2}, \quad (13)$$

$$r_1^{(1)} = q_1^{(1)}\bar{k}_{оч1}k_{с1}, \quad (14)$$

$$r_1^{(1)} + q_2^{(1)}\bar{k}_{оч2}\bar{k}_{с2}\bar{\eta}_{г2} = q_2^{(1)}, \quad (15)$$

$$r_2^{(1)} = q_2^{(1)}\bar{k}_{оч2}k_{с2}\bar{\eta}_{с}, \quad (16)$$

$$d^{(1)} = (s^{(1)} + q_1^{(1)}k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1})\eta_{пр} + q_1^{(1)}k_{оч1}\eta_{оч1} + q_1^{(1)}\bar{k}_{оч1}\bar{k}_{с1}\eta_{г1} + q_2^{(1)}k_{оч2}\eta_{оч2} + q_2^{(1)}\bar{k}_{оч2}\bar{k}_{с2}\eta_{г2} + q_2^{(1)}\bar{k}_{оч2}k_{с2}\eta_{с}. \quad (17)$$

В случае (2) (рис. 1-в), когда волокно из 1-го УРШО возвращается в бункер, а из 2-го УРШО — к началу 2-й рабочей зоны,

$$b_1^{(2)} = b_1^{(0)}, \quad p^{(2)} = p^{(1)}, \quad u_2^{(2)} = u_2^{(1)},$$

$$a_1^{(2)} = a_1^{(0)} + k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1}\bar{\eta}_{пр},$$

$$b_2^{(2)} = b_2^{(0)},$$

$$a_2^{(2)} = a_2^{(0)} + k_{оч2}\bar{\eta}_{оч2}. \quad (18)$$

Количество  $q_1^{(2)}$  отличается от  $q_1^{(1)}$  тем, что не содержит последнего слагаемого (из 2-го УРШО к началу 1-й рабочей зоны волокно не поступает):

$$q_1^{(2)} = (s^{(2)} + q_1^{(2)}k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1})\bar{\eta}_{пр} + q_1^{(2)}\bar{k}_{оч1}\bar{k}_{с1}\bar{\eta}_{г1}, \quad s^{(2)} = s^{(1)}, \quad (19)$$

$$r_1^{(2)} = q_1^{(2)}\bar{k}_{оч1}k_{с1}, \quad (20)$$

$$q_2^{(2)} = r_1^{(2)} + q_2^{(2)}\bar{k}_{оч2}\bar{k}_{с2}\bar{\eta}_{г2} + q_2^{(2)}k_{оч2}\bar{\eta}_{оч2} \quad (21)$$

(по сравнению с  $q_2^{(1)}$  добавляется слагаемое — волокна, приходящие из 2-го УРШО).

$$r_2^{(2)} = q_2^{(2)}\bar{k}_{оч2}k_{с2}\bar{\eta}_{с}, \quad (22)$$

$$d^{(2)} = (s^{(2)} + q_1^{(2)}k_{оч1}\bar{\eta}_{оч1})\eta_{пр} + q_1^{(2)}k_{оч1}\eta_{оч1} + q_1^{(2)}\bar{k}_{оч1}\bar{k}_{с1}\eta_{г1} + q_2^{(2)}k_{оч2}\eta_{оч2} + q_2^{(2)}\bar{k}_{оч2}\bar{k}_{с2}\eta_{г2} + q_2^{(2)}\bar{k}_{оч2}k_{с2}\eta_{с}. \quad (23)$$

Работа по схеме (3) (рис. 1-г) предполагает следующие соотношения:

$$b_1^{(3)} = b_1^{(0)}, \quad p^{(3)} = p^{(1)}, \quad u_2^{(3)} = u_2^{(1)}, \\ a_1^{(3)} = a_1^{(2)}, \quad b_2^{(3)} = b_2^{(1)}, \quad a_2^{(3)} = a_2^{(0)}, \quad (24)$$

$$q_1^{(3)} = q_1^{(2)}, \quad s^{(3)} = s^{(2)}, \quad r_1^{(3)} = r_1^{(2)},$$

$$q_2^{(3)} = r_1^{(3)} + q_2^{(3)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2}, \quad (25)$$

$$r_2^{(3)} = q_2^{(3)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{с} + q_2^{(3)} k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} \bar{\eta}_{с}, \quad (26)$$

$$d^{(3)} = (s^{(3)} + q_1^{(3)} k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1}) \eta_{пр} + q_1^{(3)} k_{оч1} \eta_{оч1} +$$

$$+ q_1^{(3)} \bar{k}_{оч} \bar{k}_{с1} \eta_{г1} + q_2^{(3)} k_{оч2} \eta_{оч2} + q_2^{(3)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{г2} +$$

$$+ q_2^{(3)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{с} + q_2^{(3)} k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} \eta_{с}. \quad (27)$$

Если подача регенерированного волокна из 1-го УРШО осуществляется к началу 1-й рабочей зоны, а из 2-го УРШО — к началу 2-й рабочей зоны (схема (4) рис. 1-д), то

$$b_1^{(4)} = b_1^{(0)}, \quad b_2^{(4)} = b_2^{(0)},$$

$$p^{(4)} = b_1^{(4)} / (1 - \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1} - k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1}),$$

$$u_2^{(4)} = u_2^{(1)}, \quad a_1^{(4)} = a_1^{(0)} + k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1},$$

$$a_2^{(4)} = a_2^{(0)} + k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2}. \quad (28)$$

В этом случае все волокна, поступающие из бункера, еще не бывали в машине, поэтому

$$s^{(4)} = s^{(0)}, \quad q_1^{(4)} = s^{(4)} \bar{\eta}_{пр} + q_1^{(4)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1} + q_1^{(4)} k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1}, \quad (29)$$

$$r_1^{(4)} = q_1^{(4)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1}, \quad (30)$$

$$q_2^{(4)} = r_1^{(4)} + q_2^{(4)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2} + q_2^{(4)} k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2}, \quad (31)$$

$$r_2^{(4)} = q_2^{(4)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{с}, \quad (32)$$

$$d^{(4)} = s^{(0)} \eta_{пр} + q_1^{(4)} k_{оч1} \eta_{оч1} + q_1^{(4)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \eta_{г1} + q_2^{(4)} k_{оч2} \eta_{оч2} +$$

$$+ q_2^{(4)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{г2} + q_2^{(4)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{с}. \quad (33)$$

При подаче из 1-го УРШО к началу 1-й рабочей зоны, а из 2-го УРШО — на съем (схема (5) рис. 1-е) изменятся выражения, связывающие  $q_2$ ,  $r_2$ ,  $d$ .

$$q_2^{(5)} = r_1^{(5)} + q_2^{(5)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2}, \quad p^{(5)} = p^{(4)}, \quad (34)$$

$$r_2^{(5)} = q_2^{(5)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{с} + q_2^{(5)} k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} \bar{\eta}_{с}, \quad (35)$$

$$d^{(5)} = s^{(0)} \eta_{пр} + q_1^{(5)} k_{оч1} \eta_{оч1} + q_1^{(5)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \eta_{г1} + q_2^{(5)} k_{оч2} \eta_{оч2} +$$

$$+ q_2^{(5)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{г2} + q_2^{(5)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \eta_{с} + q_2^{(5)} k_{оч2} \bar{\eta}_{оч2} \eta_{с}. \quad (36)$$

В случае (6) (рис. 1-ж), когда волокно из 1-го УРШО направляется в начало 2-й рабочей зоны и из 2-го УРШО — на съем, меняются выражения, связывающие  $p$ ,  $q_1$ ,  $q_2$ ,

$$q_1^{(6)} = s^{(6)} \bar{\eta}_{пр} + q_1^{(6)} \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1}, \quad (37)$$

$$q_2^{(6)} = r_1^{(6)} + q_2^{(6)} \bar{k}_{оч2} \bar{k}_{с2} \bar{\eta}_{г2} + q_1^{(6)} k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1}, \quad (38)$$

$$p^{(6)} = (b_1 + k_{оч1} \bar{\eta}_{оч1}) / (1 - \bar{k}_{оч1} \bar{k}_{с1} \bar{\eta}_{г1}). \quad (39)$$

Заметим, что формулы для среднего времени пребывания волокна на шляпочных полотнах (1, 2) верны для всех случаев. Надо лишь заменить верхний индекс (0) на соответствующий номер выбранной схемы.

## ВЫВОДЫ

1. Получены количественные оценки характеристик волокнистых потоков машины типа ЧМД, имеющей два главных барабана и два УРШО, для тех случаев, когда потоки регенерированного волокна не объединяются. Случаи объединения рассмотрены в [4].

2. Формулы (1..39) позволяют при любом выбранном способе организации возврата регенерированного волокна определить связи между количественными оценками технологического процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоголовцев С. Д., Виноградов А. А., Зарубин В. М., Абдул Рахим. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996, № 6.
2. Белоголовцев С. Д., Виноградов А. А., Зарубин В. М., Абдул Рахим. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1997, № 1.
3. Белоголовцев С. Д., Виноградов А. А., Зарубин В. М., Шмелева Т. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1997, № 2.
4. Белоголовцев С. Д., Виноградов А. А., Зарубин В. М., Шмелева Т. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1997, № 5.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 29.05.97.