

УДК 677.021.8.001.5:51

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООБМЕНА В МАЛОГАБАРИТНОЙ ШЛЯПОЧНОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ

С. Д. БЕЛОГОЛОВЦЕВ, А. А. ВИНОГРАДОВ, В. М. ЗАРУБИН, Т. В. ШМЕЛЕВА
(Ивановская государственная текстильная академия)

При изучении выравнивающей способности шляпочных чесальных машин различных конструкций [1..3] процесс чесания рассматривался как линейная динамическая система, поэтому за показатель выравнивающего действия принималась амплитудно-частотная характеристика. На валичных чесальных машинах в силу специфики волокнообмена между рабочими органами процесс удобнее моделировать с помощью цепей Маркова. С учетом этого в [4, 5, 6] показателем выравнивающего действия данных машин служило среднее время прохождения волокон от зоны питания до зоны сьема.

Методы цепей Маркова можно использовать и для шляпочных чесальных машин нормального габарита [7, 8], дополнительно оснащенных устройством регенерации шляпочного очеса (УРШО) с возможностью возврата регенерируемого волокна в различные технологические зоны процесса чесания, причем учитывалось, что шляпочное полотно и главный барабан имели одинаковое направление движения.

Поскольку в малогабаритных шляпочных чесальных машинах шляпочное полотно противоположно направлено по отношению к вращению главного барабана, вероятностная матрица перехода волокон в различных органах и их отдельных звеньях имеет другой вид в сравнении с аналогичной матрицей шляпочных чесальных машин нормального габарита.

Нами используется особая методика цепей Маркова для определения среднего времени пребывания волокон в малогабаритной шляпочной чесальной машине, оснащенной устройством УРШО.

В отличие от [7] рассмотрим случай, когда шляпочное полотно движется навстречу главному барабану. Рабочую зону шляпочного полотна длиной l разделим мысленно по длине на достаточно малые элементы Δx_i и пронумеруем их так, что точка главного барабана при своем вхождении в зону встречает последовательно элементы $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$. Следовательно, первый элемент шляпочного полотна в рассматриваемый момент готов к выходу из рабочей зоны на чистку, а n -й элемент только входит в нее. Длина каждого элемента l/n .

Нумерацию и название элементов шляпочного полотна производим в соответствии с занимаемой ими позицией, то есть элемент Δx_i через временной интервал $\Delta t = l/(v_{ш})$ ($v_{ш}$ — скорость шляпочного полотна) переходит в позицию $i-1$ и обозначится через Δx_{i-1} . За основные характеристики процесса волокнообмена в зоне примем r_i — число

волокон, переходящих с главного барабана на элемент Δx_i за время Δt ; m_i — число волокон, поступающих с элемента Δx_i шляпочного полотна на главный барабан за время Δt ; k_1 — число волокон, перемещающихся по главному барабану к началу рабочей зоны за Δt .

За Δt под элемент Δx_i шляпочного полотна по главному барабану поступает k_i волокон:

$$k_i = k_1 + \sum_{j=1}^{i-1} (m_j - r_j), \quad u_i = r_i / k_i, \quad (1)$$

где u_i — вероятность того, что волокно, попавшее под элемент Δx_i по главному барабану, перейдет на этот элемент.

На i -й элемент по шляпочному полотну поступает \tilde{k}_i волокон:

$$\tilde{k}_n = 0, \quad \tilde{k}_{n-1} = r_n, \quad \tilde{k}_i = \sum_{j=i+1}^{n-1} (r_j - m_j), \quad i = 1, \dots, n-2, \quad s_i = m_i / \tilde{k}_i, \quad (2)$$

где s_i — вероятность того, что волокно с элемента Δx_i перейдет на главный барабан.

Доля волокон, попадающих в очищающее устройство, по отношению к поступающим в рабочую зону

$$k_{\text{оч}} = \sum_{j=1}^n (r_j - m_j) / k_1. \quad (3)$$

Пусть \tilde{k} — число волокон на шляпочном полотне (загрузка шляпочного полотна), тогда

$$\tilde{k} = \sum_{i=1}^n \tilde{k}_i + (r_1 - m_1). \quad (4)$$

а $p_1 = u_1$, $p_i = \overline{u_1 \dots u_{i-1}} u_i$ — вероятность того, что волокно, поступившее в зону по главному барабану, перейдет на элемент Δx_i (здесь и далее $\overline{x} = 1 - x$).

Волокно, находящееся на Δx_i , за Δt с вероятностью s_i может перейти на главный барабан и затем с вероятностями u_{i+1} , $\overline{u_{i+1}} u_{i+2}$, ..., $\overline{u_{i+1} \dots u_{n-1}} u_n$ соответственно на Δx_{i+1} , ..., Δx_n или с вероятностью $\overline{u_{i+1} \dots u_n}$ проследовать по главному барабану к съемному барабану. Обозначая p_{ij} — вероятность перехода за Δt с Δx_i на Δx_j , имеем

$$p_{ii} = 0, \quad p_{i,i+1} = s_i u_{i+1}, \quad p_{ij} = \overline{s_i u_{i+1} \dots u_{j-1}} u_j \quad (j > i+1). \quad (5)$$

Волокно из положения Δx_i с вероятностью $\overline{s_i}$ за Δt может занять положение Δx_{i-1} , то есть

$$p_{i,i-1} = \overline{s_i}, \quad p_{ij} = 0 \quad (j < i-1), \quad p_{i0} = \overline{s_i}, \quad (6)$$

где p_{i0} — вероятность перехода волокна из Δx_i в очищающее устройство.

Тогда получим вероятностную матрицу перехода за один шаг:

$$p = \|p_{ij}\| \quad (i, j = 1, \dots, n).$$

В отличие от [7] при встречном движении шляпочного полотна и

главного барабана теоретически возможно бесконечное пребывание волокна на шляпочном полотне, поэтому любые степени p не становятся нулевыми матрицами. Формула, выражающая среднее время T пребывания волокна, входящего в рабочую зону, на шляпочном полотне, подобная (8) из [7], будет содержать бесконечные суммы. Определим T из других соображений.

В установившемся режиме на шляпочном полотне в любой момент времени находится \tilde{k} волокон (4). Проведем мысленно опыт за время $\Delta t N$, где N — велико. За это время в зону главный барабан — шляпки войдет $k_1 N$ опытных волокон, которые останутся на шляпочном полотне $\tilde{k} \Delta t N$ волокон-часов. Данное значение почти точное, так как число последних, проведенных на шляпочном полотне волокнами, поступившими сюда до начала опыта, компенсируются временем пребывания на шляпочном полотне опытных волокон после окончания опыта. При $N \rightarrow \infty$ погрешностями можно пренебречь и определить

$$T = \tilde{k} \Delta t N / (k_1 N) = \tilde{k} \Delta t / k_1 = \tilde{k} / (k_1 / \Delta t).$$

Обозначим $k_1 / \Delta t = q$ — количество волокон, поступающих в зону главный барабан — шляпки в единицу времени:

$$T = \tilde{k} / q. \quad (7)$$

Данная формула позволяет выявить технологическую сущность среднего времени пребывания волокна на шляпочном полотне при одном прохождении им рабочей зоны. Таковой является отношение загрузки шляпочного полотна в установившемся режиме к количеству волокон, поступающих в зону за единицу времени при том же режиме.

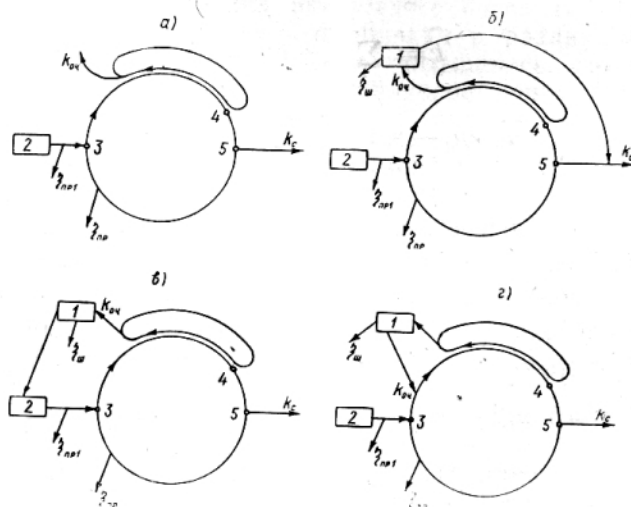


Рис. 1.

Аналогично [8] используем верхние индексы 0, 1, 2, 3 для обозначения базовой модели соответственно (без УРШО, когда волокно в очищающем устройстве не участвует в процессе чесания) (рис. 1-а), первого способа возврата регенерированного волокна из УРШО на сьем (рис. 1-б), второго способа возврата в бункер (рис. 1-в) и треть-

его способа возврата на главный барабан перед рабочей зоной (рис. 1-2). На рис. 1: 1 — УРШО; 2 — бункер; 3 — приемный барабан; 4 — конец шляпочного полотна; 5 — съемный барабан.

Назовем циклом переход волокна от начала рабочей зоны к началу рабочей зоны. Вероятность a полного прохождения цикла и вероятность b попадания волокна на сьем при прохождении цикла

$$\begin{aligned} b^{(0)} &= \bar{k}_{оч} k_c, b^{(3)} = b^{(2)} = b^{(1)} = b^{(0)}, \\ a^{(0)} &= \bar{k}_{оч} \bar{k}_c \bar{\eta}_{пр}, a^{(1)} = a^{(0)}, a^{(2)} = a^{(0)} + k_{оч} \bar{\eta}_{ш} \bar{\eta}_{пр.1}, \\ a^{(3)} &= a^{(0)} + k_{оч} \bar{\eta}_{ш}, \end{aligned} \quad (8)$$

где k_c — коэффициент съема;

$\eta_{пр}$, $\eta_{пр.1}$, $\eta_{ш}$ — доли волокна, выпадающего в угары на пути соответственно от съемного барабана к приемному, из бункера к главному барабану и от шляпок к УРШО.

Общее среднее время пребывания волокна на шляпочном полотне

$$T_{об}^{(i)} = T \bar{\eta}_{пр.1} / (1 - a^{(i)}). \quad (9)$$

Если s — количество новых волокон, входящих в чесальную машину в единицу времени, то справедливы формулы

$$q^{(2)} = q^{(1)} = q^{(0)}, s^{(3)} = s^{(1)} = s^{(0)}, q^{(3)} = q^{(0)} s^{(0)} / s^{(2)}. \quad (10)$$

$$\begin{aligned} s^{(0)} &= q^{(0)} (1 - \bar{k}_{оч} \bar{k}_c \eta_{пр}) / \eta_{пр.1}, s^{(1)} = s^{(0)}, \\ s^{(2)} &= s^{(0)} - q^{(0)} k_{оч} \bar{\eta}_{ш}, s^{(3)} = s^{(0)}. \end{aligned} \quad (11)$$

Количество волокон r , поступающих на сьем в единицу времени,

$$\begin{aligned} r^{(0)} &= q^{(0)} \bar{k}_{оч} k_c, r^{(1)} = r^{(0)} (1 + \bar{\eta}_{ш} k_{оч} / (\bar{k}_{оч} k_c)), \\ r^{(2)} &= r^{(0)}, r^{(3)} = r^{(0)} s^{(0)} / s^{(2)}. \end{aligned} \quad (12)$$

Более подробно рассмотрение формул приведено в [8].

Таким образом, если среднее время пребывания волокна в рабочей зоне главный барабан — шляпки определять по универсальной для рассмотренных случаев формуле (7), то формулы (3), (4), (7) ... (12) будут общими для чесальных машин, шляпочное полотно которых движется как попутно, так и навстречу главному барабану.

ВЫВОДЫ

1. Получена универсальная формула для определения среднего времени пребывания волокна в рабочей зоне главный барабан — шляпки, не зависящая от направления движения шляпочного полотна.

2. Количественные оценки [8] расхода сырья, производительности машины, потерь в угары при различных способах организации возврата потока регенерированных волокон справедливы и для машин со встречным движением шляпочного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л. Н. и др. Динамика основных процессов прядения. — М.: Легкая индустрия, 1970.
2. Севостьянов А. Г. // Текстильная промышленность. — 1968, № 3. С. 23..25.
3. Каган Ф. И., Белоголовцев С. Д. Процесс чесания хлопка как динамическая система / Учеб. пособие. — Иваново, ИВТИ, 1979.
4. Monfort F. // J. of the Textile Institute. — 1962, № 8. P. 379..393.

5. Ашнин Н. М., Труевцев Н. И.//Технология текстильной промышленности.— 1965, № 3. С. 60..72.
6. Ашнин Н. М., Труевцев Н. И.//Технология текстильной промышленности.— 1965, № 4. С. 62..67.
7. Белоголовцев С. Д. и др./Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.— 1996, № 6. С. 32..37.
8. Белоголовцев С. Д. и др./Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.— 1997, № 1. С. 27..31.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 04.12.96
