

УДК 677.051.174

**К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООБМЕНА
В ШЛЯПОЧНОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ
НОРМАЛЬНОГО ГАБАРИТА**

*С. Д. БЕЛОГОЛОВЦЕВ, А. А. ВИНОГРАДОВ, В. М. ЗАРУБИН,
АБДУЛ РАХИМ*

(Ивановская государственная текстильная академия)

Неровнота чесальной ленты и производительность шляпочной чесальной машины, снабженной устройством регенерации шляпочного очеса (УРШО), существенно зависит от организации волокнообмена в процессе кардочесания. Для исследования этих показателей используют аппарат линейных динамических систем [1, 2, 3] и теорию цепей Маркова [4, 5, 6].

Рассмотрим более детально потери волокнистой массы, выпадающей в угары, и среднее время пребывания волокна на шляпочном полотне при различных вариантах возврата регенерируемого волокна.

Волокно, прошедшее через УРШО, с вероятностью $\bar{\eta}_{\text{пр1}}$ попадет в начало шляпочного полотна и, следовательно, с вероятностью $\bar{\eta}_{\text{пр1}}c = \bar{\eta}_{\text{пр1}}b/(1-a)$ окончательно перейдет на сьем. Таким образом, доля K волокна, прошедшего через УРШО и попадающего на сьем, запишется в виде

$$K = \bar{\eta}_{\text{пр1}}c, \quad (3)$$

$\bar{K} = 1 - K$ — доля волокна, поступившего в угары.

Оценим среднее время $T_{\text{об}}$ пребывания волокна на шляпочном полотне, используя величину T [(8), 7] среднего времени пребывания волокна на шляпочном полотне за один цикл.

Пусть p_i — вероятность того, что новое волокно, только попавшее в обработку, i раз пройдет через шляпочное полотно. Тогда

$$p_1 = \bar{\eta}_{\text{пр1}}(1-a), p_2 = \bar{\eta}_{\text{пр1}}a(1-a), \dots, p_i = \bar{\eta}_{\text{пр1}}a^{i-1}(1-a), \dots$$

$$T_{\text{об}} = T \sum_{i=1}^{\infty} ip_i = T \bar{\eta}_{\text{пр1}}(1-a) \sum_{i=1}^{\infty} ia^{i-1} = \\ = T \bar{\eta}_{\text{пр1}}/(1-a). \quad (4)$$

Отметим в этом случае некоторые соотношения, связывающие вход и выход волокна. Пусть q — число волокон, поступивших за единицу времени в начало шляпочного полотна. Тогда $qk_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}}$ волокон попадет в бункер из УРШО и столько же выйдет из бункера (установившийся режим). К ним добавляется s новых волокон из бункера (вход за единицу времени); $(qk_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}} + s)\bar{\eta}_{\text{пр1}}$ волокон поступят на главный барабан, где уже находятся $qk_{\text{оч}}\bar{k}_c\bar{\eta}_{\text{пр}}$ волокон, пришедших по главному барабану, минуя сьемный. Тогда справедливо равенство

$$\left. \begin{aligned} (qk_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}} + s)\bar{\eta}_{\text{пр1}} + q\bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c\bar{\eta}_{\text{пр}} &= q \\ \text{или} & \\ s &= q(1 - (\bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c\bar{\eta}_{\text{пр}} + \bar{k}_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}}\bar{\eta}_{\text{пр1}})) / \bar{\eta}_{\text{пр1}}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

На сьем за единицу времени поступает r волокон:

$$r = q\bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c. \quad (6)$$

Величины (5) и (6) связаны соотношением

$$d = s - r = (s + qk_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}})\bar{\eta}_{\text{пр1}} + qk_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}} + q\bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c\bar{\eta}_{\text{пр}}, \quad (7)$$

которое учитывает количественное превосходство входа волокна над его выходом на величину d потерь в угары.

Третья возможность возврата регенерированного волокна производится через главный барабан в начало шляпочного полотна (рис. 2). Сохраняя прежнее понятие волокна, выразим вероятности a осуществления цикла и b попадания волокна на сьем

$$a = k_{\text{оч}}\bar{\eta}_{\text{ш}} + \bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c\bar{\eta}_{\text{пр}}, \quad b = \bar{k}_{\text{оч}}\bar{k}_c. \quad (8)$$

Формулы (2) и (4) верны и в этом случае. Волокно, прошедшее через

УРШО, обязательно попадет в начало шляпочного полотна, поэтому вероятность K того, что волокно попадет на съём, составит $K=c$.

В данном случае из УРШО к началу шляпочного полотна за единицу времени приходят $qk_{оч}\bar{\eta}_{ш}$ волокон, из бункера $s\bar{\eta}_{пр1}$ волокон, а по главному барабану, минуя съёмный, $q\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}$ волокон. И здесь справедливо равенство

$$qk_{оч}\bar{\eta}_{ш} + s\bar{\eta}_{пр1} + q\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр} = q \quad (9)$$

или

$$s = q(1 - (\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр} + k_{оч}\bar{\eta}_{ш})) / \bar{\eta}_{пр1}.$$

Несмотря на то, что формула (6) справедлива, но q в этих двух случаях различно и формула (7) примет вид

$$s - r = s\bar{\eta}_{пр1} + qk_{оч}\bar{\eta}_{ш} + q\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}. \quad (10)$$

Для сравнения примем за основу базовую процедуру без УРШО. Тогда

$$a = \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}, \quad b = \bar{k}_{оч}k_c \quad (11)$$

и формулы (2), (4) и (6) верны, а также справедливо равенство

$$q\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр} + s\bar{\eta}_{пр1} = q$$

или

$$s = q(1 - \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}) / \bar{\eta}_{пр1}, \quad (12)$$

$$s - r = s\bar{\eta}_{пр1} + qk_{оч} + q\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}. \quad (13)$$

Используем верхние индексы 0, 1, 2, 3 для указания базовой процедуры соответственно 1-го, 2-го и 3-го случаев. Например, $s^{(i)}$ — вход за единицу времени в i -м случае. Из (11), (1) и (8)

$$\begin{aligned} b^{(0)} &= \bar{k}_{оч}k_c, \quad b^{(3)} = b^{(2)} = b^{(1)} = b^{(0)}, \\ a^{(0)} &= \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}, \quad a^{(1)} = a^{(0)}, \quad a^{(2)} = a^{(0)} + \\ &+ k_{оч}\bar{\eta}_{ш}\bar{\eta}_{пр1}, \quad a^{(3)} = a^{(0)} + k_{оч}\bar{\eta}_{ш}. \end{aligned} \quad (14)$$

Поскольку (4) верна во всех случаях,

$$T^{(i)}_{об} = T\bar{\eta}_{пр1} / (1 - a^{(i)}) \quad (i=0, \dots, 3). \quad (15)$$

Загрузка главного барабана перед шляпочным полотном в базисной процедуре и в случаях 1, 2 одинакова, поэтому $q^{(2)} = q^{(1)} = q^{(0)}$. При базовой процедуре и случаях 1 и 3 питание происходит одинаково новыми волокнами, поэтому $s^{(3)} = s^{(1)} = s^{(0)}$. Из (9) и (5)

$$s^{(3)}/s^{(2)} = q^{(3)}/q^{(2)}, \quad \text{то есть } q^{(3)} = q^{(2)}s^{(3)}/s^{(2)}$$

и с учетом отмеченных соотношений

$$q^{(3)} = q^{(0)}s^{(0)}/s^{(2)}. \quad (16)$$

Формулы (12), (9) и (5) дают выражения

$$\begin{aligned} s^{(0)} &= q^{(0)}(1 - \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр})/\bar{\eta}_{пр1}, \quad s^{(1)} = s^{(0)}, \\ s^{(2)} &= s^{(0)} - q^{(0)}k_{оч}\bar{\eta}_{ш}, \quad s^{(3)} = s^{(0)}. \end{aligned} \quad (17)$$

Учитывая (16) и равенства $q^{(i)}$ при $i=0, 1, 2$, а также (6), получаем

$$\begin{aligned} r^{(0)} &= q^{(0)}\bar{k}_{оч}k_c, \quad r^{(1)} = r^{(0)}(1 + \bar{\eta}_{ш}k_{оч}/(\bar{k}_{оч}k_c)), \\ r^{(2)} &= r^{(0)}, \quad r^{(3)} = r^{(0)}s^{(0)}/s^{(2)}. \end{aligned} \quad (18)$$

Согласно (10) и (13) потери в угары за единицу времени:

$$\begin{aligned} d^{(0)} &= s^{(0)}\bar{\eta}_{пр1} + q^{(0)}k_{оч} + q^{(0)}\bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр}, \\ d^{(1)} &= d^{(0)} - r^{(0)}\bar{\eta}_{ш}k_{оч}/\bar{k}_{оч}k_c = d^{(0)} - q^{(0)}k_{оч}, \\ d^{(2)} &= s^{(0)} - q^{(0)}k_{оч}\bar{\eta}_{ш} - r^{(2)} = d^{(0)} - q^{(0)}k_{оч}\bar{\eta}_{ш}, \\ d^{(3)} &= s^{(0)} - r^{(0)}(1 + k_{оч}\bar{\eta}_{ш}\bar{\eta}_{пр1}/(1 - \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр} - \\ &\quad - k_{оч}\bar{\eta}_{ш}\bar{\eta}_{пр1})) = d^{(0)} - q^{(0)}\bar{k}_{оч}k_c k_{оч}\bar{\eta}_{ш}\bar{\eta}_{пр1}/ \\ &\quad / (1 - \bar{k}_{оч}\bar{k}_c\bar{\eta}_{пр} - k_{оч}\bar{\eta}_{ш}\bar{\eta}_{пр1}). \end{aligned} \quad (19)$$

Заметим, что $\bar{\eta}_{пр1}c$ — вероятность окончательного поступления на сьем волокна, вышедшего из бункера. Тогда $(1 - \bar{\eta}_{пр1}c)$ — вероятность попадания этого волокна в угары, то есть за единицу времени в угары с учетом (2) попадет

$$d^{(i)} = (1 - \bar{\eta}_{пр1}b^{(i)})/(1 - a^{(i)})s^{(i)} \quad (i=0, \dots, 3). \quad (20)$$

ВЫВОДЫ

1. Для трех различных способов организации возврата потока регенерированных волокон из УРШО получены количественные оценки расхода сырья за единицу времени (17), производительности (18) и потерь в угары (19), (20).

2. Формулы (15) и (14) позволяют оценить общее среднее время пребывания волокна на шляпочном полотне, характеризующее качество прачеса.

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, 1979.
4. Monfort F. //Journal of the Textile Institute. — 1962, № 8. P. 379..393.
5. Ашин Н. М., Труевцев Н. И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1965, № 3. С. 60..72.
6. Ашин Н. М., Труевцев Н. И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1965, № 4. С. 62..67.
7. Белоголовцев С. Д. и др. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996, № 6. С. 32..37.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 01.10.96.