

## ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЛЕНТОЧНОГО СНОВАНИЯ

### OBJECTIVE FUNCTION OF WARPING PROCESS OPTIMIZATION

*В.Л. МАХОВЕР, Г.С. СТОЛЯРОВА*  
*V.L. MAKHOVER, G.S. STOLJAROVA*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: ttp@igta.ru; dep002@igta.ru

*Получена целевая функция оптимизации процесса ленточного снования по его производительности, учитывающая различные варианты организации технологического процесса, скорость снования, величину ставки бобин, обрывность нитей и ряд других факторов.*

*The objective function of warping process optimization has been obtained according to its productivity. Different variants of technological process organization, warping speed, number of bobbins in bobbin sets, breakage rates and other factors are taken into account.*

**Ключевые слова:** ленточное снование, обрывность нитей, ставка бобин, скорость снования, производительность, оптимизация, целевая функция.

**Keywords:** section warping, warp breakage rate, number of bobbins in bobbin sets, warping speed, efficiency, optimization, objective function.

С учетом распределения обрывов по вертикальным рядам шпулярника производительность  $\Pi$  ленточной сновальной машины в навоях за смену определяется по формуле [1]:

$$\Pi = (\tau_{cm} - \tau_6) / \left( \frac{A_0}{m_l} + C \sum_{i=1}^T ik_i + A_1 \right), \quad (1)$$

где  $\tau_{cm}$ ,  $\tau_6$  – соответственно общее время

рабочей смены и время простоев машины по группе "б", с; С – разница во времени ликвидации обрыва нити для двух соседних вертикальных рядов бобин, с;  $k_i$  – распределение общего числа Р обрывов нитей по вертикальным рядам шпулярика в расчете на один ткацкий навой ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),

$$n = m_{\text{л}} / (2b); \quad (2)$$

$$A_0 = \begin{cases} \left( \frac{1}{v_c} + \frac{T}{\ell_{\text{л}}} \right) \ell_{\text{н}} m_0 & \text{при } n_c \geq \frac{t_{\text{сб}} m_{\text{л}}}{t_{\text{п}}}, \\ \left( \frac{1}{v_c} + \frac{T}{\ell_{\text{л}}} - \frac{t_{\text{п}}}{L_{\text{б}}} \right) \ell_{\text{н}} m_0 & \text{при } n_c < \frac{t_{\text{сб}} m_{\text{л}}}{t_{\text{п}}}, \end{cases} \quad (3)$$

$$A_1 = \begin{cases} \left( \frac{1}{m_0 v_{\text{п}}} + \frac{t\alpha}{10^6} + \frac{\tau_{\text{ап}}}{m_0 \ell_{\text{н}}} \right) \ell_{\text{н}} m_0, & \text{если } n_c \geq \frac{t_{\text{сб}} m_{\text{л}}}{t_{\text{п}}}, \\ \left( \frac{1}{m_0 v_{\text{п}}} + \frac{t\alpha}{10^6} + \frac{\tau_{\text{ап}}}{m_0 \ell_{\text{н}}} + \frac{t_{\text{сб}}}{L_{\text{б}} n_c} \right) \ell_{\text{н}} m_0 & \text{при } n_c < \frac{t_{\text{сб}} m_{\text{л}}}{t_{\text{п}}}. \end{cases} \quad (4)$$

Вариант 2. При прерывном сновании смена ставки бобин производится после процесса перегонки лент. При этом

$$A_0 = \left( \frac{1}{v_c} + \frac{T}{\ell_{\text{л}}} \right) \ell_{\text{н}} m_0, \quad (7)$$

$$A_1 = \left( \frac{1}{m_0 v_{\text{п}}} + \frac{t\alpha}{10^6} + \frac{\tau_{\text{ап}}}{\ell_{\text{н}} m_0} + \frac{t_{\text{сб}}}{L_{\text{б}} n_c} \right) \ell_{\text{н}} m_0, \quad (8)$$

Вариант 3. Снование непрерывное. В данном случае коэффициент  $A_0$  вычисляется по формуле (7), а коэффициент

$$A_1 = \left( \frac{1}{m_0 v_{\text{п}}} + \frac{t\alpha}{10^6} + \frac{\tau_{\text{ап}}}{\ell_{\text{н}} m_0} \right) \ell_{\text{н}} m_0. \quad (9)$$

В формулах обозначено:  $m_0$  – число нитей в основе;  $v_c, v_{\text{п}}$  – скорости соответственно процессов снования и перевивки, м/с;  $\ell_{\text{л}}, \ell_{\text{н}}, L_{\text{б}}$  – длина нитей в ленте, на ткацком навое и на бобине шпулярика, м;  $t$  – постоянный коэффициент, с;  $a$  – число

$m_{\text{л}}$  – число нитей в ленте,  $b$  – число бобин в вертикальном ряду.

Для разных вариантов организации технологического процесса коэффициенты  $A_0$  и  $A_1$  рассчитываются по-разному.

Вариант 1. Сновка прерывная, смена ставки бобин осуществляется совместно с процессом перевивания лент. Тогда:

обрывов на 1 млн. м одиночной нити при сновании;  $n_c$  – число ставильщиц;  $t_{\text{сб}}, t_{\text{п}}$  – соответственно время смены одной бобины и перегонки лент для последовательно наматывания  $n_{\text{н}}$  ткацких навоев ( $n_{\text{н}} \geq 1$ ), с;  $T$  – простой машины вследствие перезаправки лент и прокладки ценовых шнуров при сновке одной ленты, с;  $\tau_{\text{ап}}$  – вспомогательное технологическое время при перевивании лент в расчете на одну основу, с.

В свою очередь:

$$t_{\text{н}} = \frac{\ell_{\text{н}} n_{\text{н}}}{v_{\text{н}}} + \tau_4 + (n_{\text{н}} - 1)\tau_5 + \sum_{j=6}^9 \tau_j, \quad (10)$$

$$T = t_{\text{зл}} + t_{\text{ц}} \ell_{\text{л}} / \ell_{\text{ц}}, \quad (11)$$

$$\tau_{\text{ап}} = \left[ \tau_4 + (n_{\text{н}} - 1)\tau_5 + \sum_{j=6}^9 \tau_j \right] / n_{\text{н}}, \quad (12)$$

где  $\tau_{\text{зл}}, \tau_{\text{ц}}$  – время заправки одной ленты и время одного случая прокладывания ценовых шнуров, с;  $\ell_{\text{ц}}$  – длина основы между смежными ценами, м;  $\tau_4$  – простой маши-

ны из-за перезаправки ее на перевивание, с;  $\tau_5$  – время смены ткацкого навоя, с;  $\tau_6$  – простой машины при перезаправке ее на снование после перевивания, с;  $\tau_7$  – время на обмахивание машины, с;  $\tau_8$  – простой из-за чистки основы, с;  $\tau_9$  – общее время прокладывания картона, с;

$$\tau_8 = 0,01t_q \ell_n n_n, \quad (13)$$

$$\tau_9 = t_{пк} \ell_n n_n / \ell_k, \quad (14)$$

$t_q, t_{пк}$  – время одного случая соответственно чистки основы и прокладывания картона, с;  $\ell_k$  – расстояние между двумя соседними картонами, м.

Поскольку числитель формулы (1) является величиной постоянной, наибольшее значение производительности  $\Pi$  ленточной сновальной машины будет при минимуме функции:

$$F = \frac{A_0}{m_n} + C \sum_{i=1}^n i k_i + A_1. \quad (15)$$

Таким образом, задача оптимизации процесса ленточного снования сводится к исследованию на экстремум функции (15),

$$F(n, v_c) = \frac{m_0}{2bn} \left( \frac{\ell_n}{v_c} + \frac{T}{n_n} \right) + \frac{am_0 \ell_n}{2 \cdot 10^6} (2t + Cn + C) + \frac{B_0}{n_n} + B_1, \quad (19)$$

$$\text{где } B_0 = \tau_4 + \tau_6 + \tau_7 - \tau_5, \quad (20)$$

$$B_1 = \frac{\ell_n}{v_n} + \tau_5 + \ell_n \left( 0,01t_q + \frac{t_{пк}}{\ell_k} \right). \quad (21)$$

Вариант 1 при  $n_c < t_{сб} m_n / t_n$ :

$$F(n, v_c) = \frac{m_0}{2bn} \left( \frac{\ell_n}{v_c} + \frac{T}{n_n} - \frac{t_n \ell_n}{L_6} \right) + \frac{am_0 \ell_n}{2 \cdot 10^6} (2t + Cn + C) + \frac{B_0}{n_n} + B_2, \quad (22)$$

$$\text{где } B_2 = B_1 + \frac{m_0 \ell_n t_{сб}}{L_6 n_c}. \quad (23)$$

Вариант 2:

$$F(n, v_c) = \frac{m_0}{2bn} \left( \frac{\ell_n}{v_c} + \frac{T}{n_n} \right) + \frac{am_0 \ell_n}{2 \cdot 10^6} (2t + Cn + C) + \frac{B_0}{n_n} + B_2. \quad (24)$$

Вариант 3: здесь функция  $F(n, v_c)$  совпадает с выражением (19), однако величи-

которая представляет собой целевую функцию данного процесса. Сделаем преобразование этой функции.

Принимаем аналогично [2] распределение обрывов нитей по длине шпулярика равномерным:

$$k_i = P/n, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (16)$$

где

$$P = am_0 \ell_n \cdot 10^{-6}. \quad (17)$$

С учетом (15) и (16) второе слагаемое в (14) будет:

$$C \sum_{i=1}^n i k_i = C \frac{P}{n} \sum_{i=1}^n i = 0,5Cam_0 \ell_n \cdot 10^{-6} (n+1). \quad (18)$$

С использованием выражений для  $A_0$  и  $A_1$ , а также зависимостей (12), (13), (14), (18) и (2) функция (15) в разных вариантах организации технологического процесса после несложных преобразований примет следующий вид.

Вариант 1 при  $n_c \geq t_{сб} m_n / t_n$ :

ны  $\alpha$ ,  $C$  и  $t$  будут другими в отличие от прерывной сновки.

Анализ полученных зависимостей показывает следующее.

1. При прерывном ленточном сновании наиболее производительным является технологический процесс по варианту 1, когда число ставильщиц  $n_c \geq t_{сб} m_n/t_n$ . Это объясняется тем, что в данном случае простой машины из-за смены ставки бобин будет отсутствовать, так как последняя заканчивается одновременно или раньше полного перевивания лент.

2. Организация технологического процесса по варианту 1 при  $n_c < t_{сб} m_n/t_n$  будет менее производительной, так как образуются дополнительные простои машины вследствие того, что смена ставки бобин будет продолжаться и после окончания операции перегонки лент.

3. С увеличением числа  $n_n$  ткацких навоев, формируемых из длины снования лент, простои предыдущего пункта 2 могут сократиться до нуля, так как возрастает суммарное время  $t_n$  перегонки лент, перекрывающее время смены ставки бобин.

4. Вариант 2 при прерывном сновании является малопродуктивным по сравнению с обоими случаями варианта 1, так как заранее предполагает простои машины вследствие смены полной ставки бобин после окончания операции перевивания лент.

5. Увеличение числа  $n_n$  ткацких навоев, получаемых из длины снования лент, снижает вспомогательное технологическое время  $\tau_{ап}$  при перевивании лент, что при-

водит к повышению производительности ленточного снования во всех рассмотренных вариантах организации технологического процесса.

## ВЫВОДЫ

Для проведения последующей оптимизации процесса ленточного снования с целью повышения его производительности получены различные выражения целевой функции, соответствующие разным вариантам организации технологического процесса и учитывающие скорость снования, величину ставки бобин, обрывность нитей и ряд других факторов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Маховер В.Л., Микаелян В.Б.* Влияние распределения обрывности нитей по длине шпулярника и других факторов на производительность ленточной сновальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №1. С.50...53.

2. *Гордеев В.А., Тагаварян Л.Г.* Зависимость некоторых показателей от величины ставки при ленточном способе снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1969, №2. С.70...75.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 10.05.12.