

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СНОВАЛЬНОЙ ПАКОВКИ И УПРАВЛЕНИЕ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕМ

Ю.К. КУТЬИН, А.Ю. КУТЬИН, С.А. ВИНОКУРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Исследования в области стабилизации параметров сновальных паковок, формируемых на партионных машинах, выявили наиболее прогрессивный вариант управления наматыванием пряжи – активное воздействие укатывающим валом на тело намотки [1...4].

Для проектирования параметров намотки и управления укатывающим механизмом в процессе работы сновальной машины целесообразно использовать спираль Архимеда [2] как аппроксимирующую функцию, описывающую формирование некоторого ограниченного по толщине слоя намотки.

В этом случае скорость перемещения точки наматывания в радиальном направлении (координаты полярные) a_i , м/рад и плотность намотки γ_i , кг/м³ в слое рас-

сматриваются как постоянные величины [5]:

$$a_i = \frac{\rho_i - \rho_{i-1}}{2\pi n_i} = \frac{\Delta\rho}{2\pi n_i} = \text{const},$$

$$\gamma_i = \frac{b}{2a_i} = \text{const}, \quad b = \frac{MT}{\pi N}, \quad (1)$$

где $i=1, 2, \dots, \lambda$ – число участков аппроксимации (слоев); ρ_0 – радиус ствола сновального вала, м; n_i – число оборотов паковки при наматывании i -го слоя; $\Delta\rho$ – толщина слоя намотки, м; M – число снующихся нитей; T – линейная плотность нитей, кг/м; N – рассадка фланцев сновального вала, м.

Реально при формировании намотки ее послойная плотность с ростом количества оборотов снижается. Поэтому, чтобы сформировать всю паковку в целом, намотка разбивается на несколько равных по толщине участков, в каждом из которых поддерживаются постоянными плотность и скорость перемещения точки наматывания. Однако от слоя к слою плотность этих участков линейно снижают, а скорость перемещения точки наматывания соответственно (1) гиперболически увеличивают.

Итак, зададим исходные данные: длину снования нитей L , м; линейную плотность пряжи T , кг/м; число снующихся нитей M ; среднюю объемную плотность намотки $\gamma_{\text{ср}}$, кг/м³; величину ν , отражающую в процентах различие между значением плотности $\gamma_{\text{н}}$ начального слоя намотки и средней объемной плотности $\gamma_{\text{ср}}$. Также известны значения ρ_0 , N и величина g минимального дискретного отвода укатывающего вала, которую может обеспечить механизм принудительного перемещения укатывающего вала, м. Отвод укатывающего вала на величину g производится через определенное количество оборотов g_i по формулам из [5]:

$$\begin{aligned} g &= 2\pi g_i a_i, \\ a_i &= b/(2\gamma_i), \\ g_i &= r\gamma_i/(b\pi). \end{aligned} \quad (2)$$

Количество оборотов g_i подсчитывает управляющий блок механизма принудительного перемещения укатывающего вала с помощью датчика оборотов, установленного на сновальной машине, и меток, нанесенных в количестве μ на пиноль сновальной машины. За один оборот сновального вала датчик выдает μ импульсов.

С учетом этого последнее соотношение можно записать так:

$$g_i = K_{2i}/\mu = r\gamma_i/(b\pi), \quad (3)$$

$$K_{2i} = \mu r\gamma_i / (b\pi),$$

где K_{2i} – количество импульсов с датчика оборотов сновальной машины, через которое производится отвод укатывающего вала на величину g .

На основе исходных данных вычислим плотность $\gamma_{\text{н}}$ первого слоя:

$$\gamma_{\text{н}} = 100 \gamma_{\text{ср}} / (100 - \nu) \quad (4)$$

и плотность $\gamma_{\text{к}}$ последнего слоя намотки с учетом линейного характера ее изменения:

$$\gamma_{\text{ср}} = (\gamma_{\text{н}} + \gamma_{\text{к}})/2, \quad (5)$$

$$\gamma_{\text{к}} = 2\gamma_{\text{ср}} - \gamma_{\text{н}}.$$

Значения $\gamma_{\text{н}}$ и $\gamma_{\text{к}}$ определяют количество импульсов $K_2^{\text{Д}}$ и $K_{2\text{к}}^{\text{Д}}$ в первом и последнем слое намотки с датчика оборотов сновальной машины, через которое следует отводить укатывающий вал на величину g :

$$K_2^{\text{Д}} = \mu r\gamma_{\text{н}} / (b\pi), \quad (6)$$

$$K_{2\text{к}}^{\text{Д}} = \mu r(2\gamma_{\text{ср}} - \gamma_{\text{н}}) / (b\pi).$$

Значения $K_2^{\text{Д}}$ и $K_{2\text{к}}^{\text{Д}}$ дробными быть не могут, поэтому их округляют до целых K_2 и $K_{2\text{к}}$, а затем пересчитывают $\gamma_{\text{н}}$ и $\gamma_{\text{ср}}$:

$$\gamma_{\text{н}}^{\text{н}} = K_2 b\pi / (\mu r), \quad (7)$$

$$\gamma_{\text{ср}}^{\text{н}} = \gamma_{\text{н}}^{\text{н}} (100 - \nu) / 100.$$

Количество слоев намотки или участков аппроксимации, для которых значения a_i и γ_i поддерживаются постоянными, определяется, очевидно, разностью между K_2 и K_{2k} , а также величиной W , на которую дискретно начиная со второго участка уменьшается K_2 при переходе от одного слоя к другому:

$$\lambda = (K_2 - K_{2k}) / W + 1. \quad (8)$$

Используя (6) и (7), последнее выражение представим в виде

$$\begin{aligned} \lambda &= 2\mu r(\gamma_n^n - \gamma_{cp}^n) / (b\pi W) + 1 = \\ &= 2(\gamma_n^n - \gamma_{cp}^n) / \varepsilon + 1, \end{aligned} \quad (9)$$

$$L = \frac{\pi H}{MT} \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma_i \Delta \varrho (2\varrho_i - \Delta \varrho) = \frac{\pi H \Delta \varrho}{MT} \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma_i [2(\varrho_0 + i\Delta \varrho) - \Delta \varrho]. \quad (11)$$

После преобразований имеем

$$L = \frac{2\rho_0 \pi H \Delta \rho}{MT} \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma_i + \frac{\pi H \Delta \varrho^2}{MT} \sum_{i=1}^{\lambda} (2i-1) \gamma_i. \quad (12)$$

Начиная с γ_n^n плотность каждого очередного участка уменьшается на величину

ε , следовательно, формулу (12) можно преобразовать:

$$L = \frac{2\rho_0 \Delta \rho}{b} \sum_{i=1}^{\lambda} [\gamma_n^n - (i-1)\varepsilon] + \frac{\Delta \rho^2}{b} \sum_{i=1}^{\lambda} (2i-1) [\gamma_n^n - (i-1)\varepsilon]. \quad (13)$$

Обозначив $c_1 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^{\lambda} (2i-1) [\gamma_n^n - (i-1)\varepsilon]$,

а $c_2 = \frac{2\rho_0}{b} \sum_{i=1}^{\lambda} [\gamma_n^n - (i-1)\varepsilon]$ и решив соответствующее уравнение, определим толщину участка аппроксимации:

$$\Delta \rho = \left(-c_2 + \sqrt{c_2^2 + 4c_1 L} \right) / (2c_1). \quad (14)$$

где $\varepsilon = b \pi W / (\mu r)$ имеет смысл некоторой величины плотности, на которую начиная с γ_n^n уменьшается плотность каждого очередного участка аппроксимации.

После вычисления количества участков аппроксимации определим их толщину $\Delta \rho$ и конечный радиус намотки ρ_k , для чего используем известную формулу:

$$L = \frac{\pi H}{MT} \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma_i (\rho_i^2 - \rho_{i-1}^2). \quad (10)$$

С учетом того, что толщина участков одинаковая, $\rho_i - \rho_{i-1} = \Delta \rho$, последнее соотношение запишем иначе:

Информация о толщине участка аппроксимации позволяет вычислить количество отводов K_3^D , приходящееся на один участок аппроксимации:

$$K_3^D = \Delta \rho / r. \quad (15)$$

Значение K_3^D дробным быть не может, поэтому округлим его, оставив только целую часть числа K_3 . Затем рассчитаем радиус намотки с учетом толщины всех λ слоев:

$$\rho_c = K_3 \lambda r + \rho_0 \quad (16)$$

$$L_c = \frac{\pi K_3}{\mu} \sum_{i=1}^{\lambda} \{ [K_2 - W(i-1)] [K_3(i-1)r + \rho_0 + K_3 i r + \rho_0] \}, \quad (18)$$

$$L_c = \frac{\pi K_3}{\mu} \sum_{i=1}^{\lambda} \{ [K_2 - W(i-1)] [2\rho_0 + K_3 r(2i-1)] \}. \quad (19)$$

Величина L_c используется для расчета конечного радиуса намотки ρ_k :

$$L = L_c + \frac{\pi(\rho_k - \rho_c)(K_2 - W\lambda)}{r \mu} (\rho_k + \rho_c).$$

$$K_1^D = \frac{K_3}{\mu} \sum_{i=0}^{\lambda-1} (K_2 - iW) + \left(\frac{\rho_k - \rho_c}{r} \right) \left(\frac{K_2 - \lambda W}{\mu} \right). \quad (21)$$

Значение K_1^D округляется до целого K_1 .

Осуществив проектирование основных параметров намотки, в память управляющего блока укатывающего механизма записывают значения коэффициентов K_1 , K_2 и K_3 . При работе сновальной машины управляющий блок считывает импульсы с датчика оборотов и при равенстве их коэффициенту K_2 выдает команду исполнительному устройству для принудительного отвода укатывающего вала на величину r .

После этого начинается новый цикл подсчета импульсов с датчика оборотов и

и длину нитей при наматывании λ слоев [5]:

$$L_c = \sum_{i=1}^{\lambda} \left[\pi \frac{K_3 K_{2i}}{\mu} (\rho_{i-1} + \rho_i) \right], \quad (17)$$

или

$$\rho_k = \sqrt{\frac{(L - L_c)\mu r}{\pi(K_2 - W\lambda)}} + \rho_c^2. \quad (20)$$

Вычислив радиус намотки, рассчитаем конечное число оборотов сновального вала, при достижении которого радиус пачки станет равным ρ_k :

процесс повторяется. Одновременно управляющий блок считывает количество отводов укатывающего вала. При их равенстве расчетной величине K_3 коэффициент K_2 уменьшается на величину W , что свидетельствует о переходе к следующему участку аппроксимации, когда сновальная машина будет формировать слой с плотностью $\gamma_n^n - \varepsilon$. Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока фактическое количество оборотов не станет равным расчетному K_1 . При их равенстве управляющий блок выдает команду на останов сновальной машины.

Полученная методика расчета параметров паковки и алгоритм управления прошли проверку в приготовительных производствах ООО "Тезинка" и ЗАО "Истомкинская прядильно-ткацкая фабрика" и используются при воспроизводстве паковок, предназначенных для технологии малоотходного формирования ткацкого навоя. Эффективность воспроизводства сновальных паковок с тождественными характеристиками подтверждена исследованиями, проведенными на модернизированных стойках шлихтовальных машин, где все паковки разматываются с равными значениями угловой скорости. При этом выравнивается вытяжка основы со всех валов и практически полностью ликвидируются отходы мягкой пряжи при доработке шлихтовальной партии.

Экономический эффект от резкого снижения отходов мягкой пряжи зависит от вида пряжи, длины снования и количества валов в партии (например, для хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 18,5 текс, длиной снования 21000 м и 5 валов в партии он составляет 3940 долларов США в год [4]).

ВЫВОДЫ

Разработаны методика расчета и алгоритм управления формированием парамет-

ров партионных сновальных паковок. Их применение в условиях реального производства при формировании паковок из пряжи любого ассортимента на модернизированных сновальных машинах позволяет воспроизводить сновальные паковки с тождественными характеристиками: с одинаковым количеством оборотов, совершенных сновальным валом каждой из паковок, с равными текущими и конечными радиусами намотки, с одинаковыми значениями ее плотности и длины намотанных нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутьин А.Ю. Малоотходная технология формирования ткацкого навоя на основе получения идентичных сновальных паковок : Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, ИГТА, 1997.
2. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Паникратов С.К. // Текстильная промышленность. – 1996, №3. С.25 ... 27.
3. Кутьин Ю.К. и др. // Текстильная промышленность. – 1998, № 4. С.35 ... 36.
4. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К. // Текстильная промышленность. – 1999, № 11. С. 29...31.
5. Кутьин Ю.К. и др. // Текстильная промышленность. – 1988, №4. С.41...43.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 01.11.00.