

## ВЫРАВНИВАНИЕ ВЫТЯЖКИ НИТЕЙ ПО МЕРЕ СМАТЫВАНИЯ ИХ СО СНОВАЛЬНЫХ ПАКОВОК, ВРАЩАЮЩИХСЯ С ОДИНАКОВОЙ УГЛОВОЙ СКОРОСТЬЮ

А.Ю. КУТЬИН, Ю.К. КУТЬИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Опыт формирования ткацких навоев на основе использования идентичных сновальных паковок [1] выявил характерную особенность новой технологии, а именно – самовыравнивание вытяжки нитей при сматывании их со сновальных валов, объединенных кинематической связью.

Как известно [1...3], указанная технология включает в себя два этапа. Первый – воспроизводство на партионных сновальных машинах идентичных сновальных паковок, то есть паковок с одинаковыми значениями текущих и конечных радиусов, длины намотанной пряжи и количества оборотов, совершенных сновальным валом.

Их формирование происходит с помощью способа, предусматривающего управляемый микропроцессором принудительный отвод укатывающего вала от намотки по заданной программе, базирующейся на математической модели процесса наматывания. Во время формирования паковок осуществляется измерение фактического радиуса намотки, который периодически сравнивается с теоретическим, и при необходимости производится коррекция величины отвода уплотняющего вала с целью обеспечения равенства фактического радиуса теоретическому.

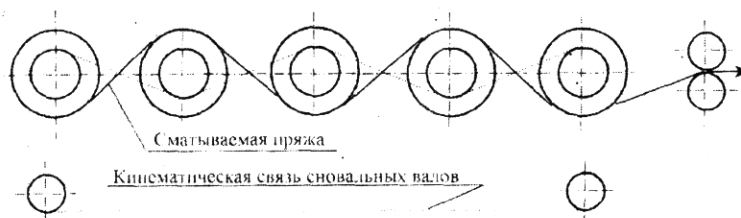


Рис. 1

Второй этап – сматывание нитей со сновальных валов на стойке шлихтовальной машины при вращении их с равными значениями угловой скорости (рис. 1). Причем, как показала практика, даже при различиях в конечных радиусах сновальных валов процесс их разматывания на стойке шлихтовальной машины завершается без отходов мягкой пряжи.

Значения вытяжки нитей, сматываемых с разных сновальных валов, отличаются друг от друга вследствие погрешностей в радиусах этих валов. Например, среди партии валов есть вал, имеющий максимальный радиус  $Q_{\max}$ , и вал, имеющий минимальный радиус  $Q_{\min}$ . Они определяют значения максимальной  $V_{\max}$  и минимальной  $V_{\min}$  вытяжки для групп нитей:

$$V_{\max} = \frac{v - \omega_p \rho_{\min}}{v} \cdot 100, \% ; \quad V_{\min} = \frac{v - \omega_p \rho_{\max}}{v} \cdot 100, \% , \quad (1)$$

где  $v$  – линейная скорость навоя;  $\omega_p$  – угловая скорость разматываемых сновальных валов.

При совместном решении этих двух уравнений получаем выражение, устанавливающее соотношение между максимальным  $V_{\max}$  и минимальным  $V_{\min}$  значениями вытяжки в начале процесса разматывания сновальных валов на стойке шлихтовальной машины:

$$V_{\max} = \left[ \frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}} (1 + 0,01V_{\min}) - 1 \right] \cdot 100, \% . \quad (2)$$

Погрешности в радиусах валов возникают за счет неточности измерения фактического радиуса намотки, неточности изготовления деталей исполнительного механизма для принудительного отвода укатывающего вала сновальной машины, за счет изменения условий наматывания (дрейф линейной плотности, изменение влажности окружающей среды, физико-механических свойств пряжи и т.п.). По мере сматывания пряжи радиус паковки, имеющей в начале процесса значение  $\rho_{\max}$ , убывает быстрее, чем радиус паковки, имеющей в начале процесса сматывания значение  $\rho_{\min}$ , вследствие этого происходит выравнивание вытяжки.

Время выравнивания вытяжки, как видно из (2), зависит от изменения соотношения  $\rho_{\max}/\rho_{\min}$ , которое, в свою очередь, определяется скоростью убывания максимального и минимального радиусов: чем быстрее указанное соотношение стремится к единице, тем быстрее происходит выравнивание вытяжки.

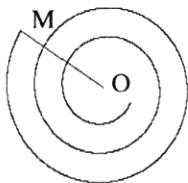


Рис. 2

Для того, чтобы ответить на вопрос о причине данного явления, рассмотрим специфику формирования цилиндрических паковок рулонного типа. Модель формирования этих паковок представим в виде движения точки наматывания материала по спирали (рис. 2).

Спираль образуется при прямолинейном движении точки M по лучу OM и вращении указанного луча вокруг центра O. Движение точки M по лучу OM характеризуется скоростью перемещения по этому лучу:

$$v = \frac{d\rho}{dt} , \quad (3)$$

где  $t$  – текущее время движения точки наматывания (точки M);  $\rho$  – величина отрезка OM или текущий радиус намотки. Данное соотношение можно назвать скоростью возрастания радиуса намотки.

Вращение луча OM характеризуется угловой скоростью

$$\omega_n = \frac{d\theta}{dt} , \quad (4)$$

где  $\theta$  – угол поворота луча, или применительно к объекту моделирования – угол поворота тела вращения – паковки.

Отношение  $v$  к  $\omega_n$  называется параметром спирали [4] или параметрической скоростью перемещения точки наматывания по ее полярному радиусу (лучу OM) в полярных координатах:

$$a = v/\omega_n = \frac{d\rho}{d\theta} . \quad (5)$$

В простейшем случае, когда  $a$  – величина постоянная, выражение (5) является спиралью Архимеда:

$$\rho = a\theta + \rho_0 , \quad (6)$$

где  $\rho_0$  – радиус основания паковки.

В общем случае наматывание паковки описывается уравнением [2]:

$$\rho = f(\theta). \quad (7)$$

По окончании наматывания паковки ее конечный радиус:  $\rho_k = f(\theta_k)$ , где  $\theta_k$  – значение угла поворота паковки при завершении процесса ее формирования. Функция (7) одновременно отражает перестройку напряженной структуры формируемой паковки [5], а процесс разматывания паковки описывается функцией

$$\varrho = u(\varphi), \quad (8)$$

где  $\varphi$  – текущий угол поворота паковки при разматывании ( $0 \leq \varphi \leq \varphi_k$ ), связанный с углом поворота  $\theta$  соотношением:  $\varphi = \theta_k - \theta$ .

$$v_1^{cp} = \frac{(\rho_{max} - \rho_0)}{t_p}, \quad v_2^{cp} = \frac{(\rho_{min} - \rho_0)}{t_p}, \quad (10)$$

где  $t_p$  – полное время разматывания ( $0 < t_T \leq t_p$ ).

В то же время среднюю угловую скорость процесса разматывания паковок можно выразить отношением:

$$\omega_p^{cp} = \frac{\varphi_k}{t_p}. \quad (11)$$

Величина  $\omega_p^{cp}$  является одинаковой для всех паковок, так как они объединены кинематической связью и в каждый момент времени вращаются с равными значениями угловой скорости. Значение  $\varphi_k$  равно значению  $\theta_k$ , которое также для всех паковок одинаково – это технологический норматив их формирования.

С учетом этого выражения (10) примут вид:

При  $\theta = \theta_k$   $\varphi = 0$  и, наоборот, при  $\theta = \theta_k$   $\varphi = \theta_k$ , или просто  $\varphi = \varphi_k$ .

Рассмотрим с данной точки зрения процесс разматывания при одинаковой угловой скорости  $\omega_p$  паковок с максимальным  $\varrho_{max} = u_1(0)$  и минимальным  $\varrho_{min} = u_2(0)$  радиусами.

Очевидно, процесс изменения радиуса во время разматывания целесообразно, как и в первом случае (3), характеризовать скоростью убывания радиуса:

$$v_1 = \frac{du_1}{dt_T}, \quad v_2 = \frac{du_2}{dt_T}, \quad (9)$$

где  $t_T$  – текущее время разматывания.

Средние скорости убывания функций  $u_1(\varphi)$  и  $u_2(\varphi)$  соответственно будут

$$v_1^{cp} = \omega_p^{cp} \frac{(\rho_{max} - \rho_0)}{\varphi_k}, \quad v_2^{cp} = \omega_p^{cp} \frac{(\rho_{min} - \rho_0)}{\varphi_k}. \quad (12)$$

Таким образом, если  $u_1(0) > u_2(0)$ , то при разматывании паковок  $v_1^{cp} > v_2^{cp}$  и радиус  $(\rho_{min} - v_2^{cp} t_T)$  убывает медленнее, чем  $(\rho_{max} - v_1^{cp} t_T)$ . Следовательно, при  $t_T \rightarrow t_p$ ,

отношение радиусов  $\frac{(\rho_{max} - v_1^{cp} t_T)}{(\rho_{min} - v_2^{cp} t_T)}$

стремится к единице, а текущая вытяжка

$B_{min}^t = \frac{v - \omega_p (\rho_{max} - v_1^{cp} t_T)}{v} \cdot 100$  стремится к

вытяжке  $B_{max}^t = \frac{v - \omega_p (\rho_{min} - v_2^{cp} t_T)}{v} \cdot 100$

или  $(B_{min} + \frac{\omega_p}{v} v_1^{cp} t_T \cdot 100) \rightarrow (B_{max} +$

$$+ \frac{\omega p}{v} v_2^{cp} t_T \cdot 100) \text{ (формула (2))}.$$

Данное утверждение справедливо для всех значений вытяжки в интервале от  $V_{\min}$  до  $V_{\max}$ .

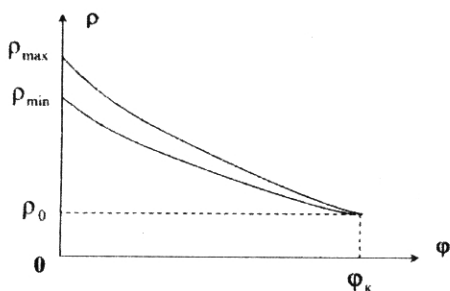


Рис. 3

Очевидно, процесс изменения значений вытяжки будет проходить равномерно, если функции  $u_1(\varphi)$  и  $u_2(\varphi)$  имеют один и тот же вид, а именно убывают, и вторые производные или равны нулю, или знаки у них совпадают (например, как на рис. 3).

## ВЫВОДЫ

1. В процессе сматывания нитей с идентичных сновальных паковок, вращающихся с одинаковой угловой скоростью, значения текущей вытяжки нитей стремятся друг к другу, то есть происходит выравнивание вытяжки. Это обусловлено

проектированием структуры намотки на основе математической модели процесса формирования сновальных паковок и их последующим воспроизводством в соответствии с этой моделью.

2. Явление самовыравнивания вытяжки нитей непосредственно отражается в шлихтовании, когда, несмотря на различия в конечных радиусах сновальных паковок, их разматывание на стойке шлихтовальной машины завершается без отходов мягкой пряжи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2178023 РФ, МПК D 02 H 13/12. Способ формирования ткацких навоев / Ю.К. Кутьин, А.Ю. Кутьин, В.Л. Маховер, Н.А. Коробов. — Оpubл. 2002. Бюл. № 1.
2. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Паникратов С.К. // Текстильная промышленность. — 1996, № 3. С.25...27.
3. Ю.К. Кутьин и др. // Текстильная промышленность. — 1998, № 4. С.35...36.
4. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. — М.: Физматгиз, 1961.
5. Кутьин А.Ю., Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1998, № 3. С.40...44.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 03.04.03.