

УДК 677.052.94

**УСЛОВИЯ РАСПРАВЛЕНИЯ ЗАГНУТЫХ КОНЦОВ ВОЛОКОН
В ПРОЦЕССЕ ВЫТЯГИВАНИЯ**

**CONDITIONS OF STRAIGHTENING OF FIBERS HOOKED ENDS
IN THE DRAFTING PROCESS**

И.Ю. ЛАРИН
I.Yu. LARIN

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: nir_igta@mail.ru

При постоянных плотностях распределения сил трения в вытяжных парах получены аналитические выражения, позволяющие рассчитать минимальную вытяжку, при которой возможно осуществить расправление загнутых концов волокна в процессе вытягивания и минимальную длину полностью расправляемого волокна. Установлено, что при минимальной вытяжке, необходимой для полного расправления загнутых концов волокна, существуют единственно возможные условия перехода волокон на новую скорость.

The analytical expressions allowing to calculate the minimum draft when straightening of fibers hooked ends can be carried out in the drafting process and the minimal length of a completely straightened fiber have been received at constant density of friction force distribution in drafting zones. It is determined that there are unique conditions for fibers transitions to the new speed at the minimum draft necessary for complete straightening of fibers hooked ends.

Ключевые слова: загнутые концы волокон, вытяжка, расправление волокон, минимальная длина волокна.

Keywords: fibers hooked ends, draft, fibers straightening, the minimal length of a fiber.

В работе [1] найдено необходимое условие полного распрямления переднего и заднего загнутых концов волокна в процессе вытягивания с использованием вытяжного прибора [2]:

$$E \geq \frac{\ell - R + \ell_n}{\ell - R - \ell_n - 2\ell_3}, \quad (1)$$

где ℓ – длина волокна; ℓ_n – длина переднего загнутого конца волокна; ℓ_3 – длина заднего загнутого конца волокна; R – разводка между вытяжными парами.

При выполнении условия (1) возможен выбор функций тормозящей $F_T(x)$ и увлекающей $F_Y(x)$ сил таких, что полное распрямление волокна с параметрами ℓ, ℓ_n, ℓ_3 осуществимо.

Найдем условие на функции $F_T(x)$ и $F_Y(x)$ при минимальной вытяжке:

$$E_0 = \frac{\ell - R + \ell_n}{\ell - R - \ell_n - 2\ell_3}. \quad (2)$$

$$\frac{P_T(\ell_3)^\alpha \left(\frac{E_0 + 1}{E_0 - 1}\right)^\alpha}{\ell^\alpha} = \frac{P_Y}{\ell^\alpha} \left[(\ell - R)^\alpha - \left(\ell - R - \ell_n \frac{E_0 + 1}{E_0 - 1}\right)^\alpha \right]. \quad (7)$$

Выпишем формулы (5...7) при $\alpha = 1$, то есть при постоянных плотностях распределения сил трения:

$$F_T(x) = \frac{P_T x}{\ell}, \quad F_Y(x) = \frac{P_Y x}{\ell}, \quad (8)$$

$$P_T \ell_3 = P_Y \ell_n. \quad (9)$$

Итак, при минимальной вытяжке (2) и постоянных плотностях распределения сил трения полное распрямление волокна будет возможно при условии (9). Это означает, что выражение (9) задает единственно возможные для минимальной вытяжки E_0 условия перехода волокон на новую скорость, определяемые соотношением параметров волокна ℓ_n / ℓ_3 .

При этом неравенства (16) из работы [1] обращаются в равенства:

$$\ell_{22} = \ell_n \frac{E_0 + 1}{E_0 - 1} = \ell - R - \ell_3 \frac{2E_0}{E_0 - 1}. \quad (3)$$

Подставим (3) в выражение (8) из работы [1]. Получим:

$$F_T \left(\ell_3 \frac{E_0 + 1}{E_0 - 1} \right) = F_Y \left(\ell_n \frac{E_0 + 1}{E_0 - 1} \right). \quad (4)$$

При выполнении условия (4) возможно полное распрямление волокна.

Рассмотрим условие (4) для конкретных функций, а именно для следующих:

$$F_T(x) = P_T \left(\frac{x}{\ell} \right)^\alpha, \quad (5)$$

$$F_Y(x) = P_Y \left[\left(1 - \frac{R}{\ell} \right)^\alpha - \left(1 - \frac{R}{\ell} - \frac{x}{\ell} \right)^\alpha \right]. \quad (6)$$

Подставим функции (5) и (6) в уравнение (4):

При этом условии минимальная вытяжка выразится так:

$$E_0 = \frac{\ell - R + \ell_n}{\ell - R - \ell_n \left(1 + 2 \frac{P_Y}{P_T} \right)}. \quad (10)$$

Очевидно, что чем меньше длина волокна, тем труднее распрямить его загнутые концы. Определим условия распрямления загнутых концов волокон заданной минимальной длины при постоянных плотностях распределения сил трения. В этом случае силы $F_T(x)$ и $F_Y(x)$ заданы формулами (8). Найдем условия, при которых обеспечивается распрямление волокон с длиной

$$\ell \geq \ell_{\min}. \quad (11)$$

Выпишем уравнение (8) из работы [1] для функций (8):

$$\frac{P_T}{\ell}(\ell - R - \ell_3 - l_{22}) = \frac{P_y}{\ell} l_{22}.$$

Выражая из него l_{22} , получим:

$$l_{22} = \frac{P_T}{P_T + P_y}(\ell - R - \ell_3). \quad (12)$$

Подставим l_{22} из (12) в двойное неравенство (16) из работы [1]:

$$l_n \frac{E+1}{E-1} \leq \frac{P_T}{P_T + P_y}(\ell - R - \ell_3) \leq \ell - R - \ell_3 \frac{2E}{E-1}. \quad (13)$$

Получим условие полного распрямления волокна, выраженное через параметры волокна ℓ, l_n, ℓ_3 и параметры вытяжного прибора P_T, P_y, R, E .

Разрешая каждое из неравенств (13) относительно ℓ , получим искомые условия полного распрямления волокна:

$$\ell \geq R + \ell_3 + l_n \frac{E+1}{E-1} \left(1 + \frac{P_y}{P_T}\right), \quad (14)$$

$$\ell \geq R + \ell_3 \left(\frac{2E}{E-1} + \frac{P_T}{P_y} \frac{E+1}{E-1}\right). \quad (15)$$

Таким образом, для полного распрямления волокна его длина ℓ должна удовлетворять неравенствам (14) и (15).

Выполним расчет длины полностью распрямляемого волокна по выражениям (14) и (15).

Пример 1. Пусть вытяжка минимальна: $E_0 = 11, l_n = \ell_3$.

Тогда согласно выражению (9): $P_1 = P_2$. Неравенства (14) и (15) дают одно и то же значение минимальной длины полностью распрямляемого волокна:

$$\ell \geq \ell_{\min} = R + 3,4\ell_3. \quad (16)$$

Пример 2. Пусть вытяжка не минимальна: $E = 11, l_n = \ell_3, P_2 = 2P_1$.

Неравенства (14) и (15) соответственно дают:

$$\ell \geq R + 4,6\ell_3, \quad (17)$$

$$\ell \geq R + 2,8\ell_3. \quad (18)$$

Неравенства (17) и (18) должны выполняться одновременно. Поэтому минимальная длина волокна определяется неравенством (17) и оно больше, чем неравенство (16). Поэтому наиболее предпочтительно пользоваться минимальной вытяжкой E_0 (2).

Выразим минимальную длину полностью распрямленного волокна из формул (14) и (15). Выражая из соотношения (9) l_n и подставляя в правую часть неравенства (14), получим правую часть неравенства (15).

Таким образом:

$$\ell_{\min} = R + \ell_3 \left(\frac{2E_0}{E_0 - 1} + \frac{P_T}{P_y} \frac{E_0 + 1}{E_0 - 1}\right). \quad (19)$$

ВЫВОДЫ

При постоянных плотностях распределения сил трения в вытяжных парах получены аналитические выражения, позволяющие рассчитать минимальную вытяжку, при которой возможно осуществить распрямление загнутых концов волокна в процессе вытягивания и минимальную длину полностью распрямляемого волокна. Установлено, что при минимальной вытяжке, необходимой для полного распрямления загнутых концов волокна, существуют единственно возможные условия перехода волокон на новую скорость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларин И.Ю. Распрямление загнутых концов волокна в процессе вытягивания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.
2. Патент РФ № 2023067 Российская Федерация, МПК⁵ D01H5/26. Способ утонения волокнутого продукта и вытяжной прибор для его

осуществления / Ларин И.Ю., Савинов Е.Р., Зельдин Ю.Р.; заявитель и патентообладатель Ларин И.Ю., Савинов Е.Р., Зельдин Ю.Р. – № 4823715/12; заявл. 17.05.1990, опубл. 15.11.1994.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 10.10.12.
