

## АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ВОЛОКОН В ПОЛЕ СИЛ ТРЕНИЯ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА

## ANALYSIS OF FIBERS MOVEMENT IN THE FIELD OF FRICTION FORCES IN A DRAFTING DEVICE

И.Ю. ЛАРИН  
I.YU. LARIN

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

*Аналитически установлено, что, варьируя законами распределения тормозящей и увлекающей сил по длине вытяжных пар, можно создавать разные виды движения волокон в поле вытягивания в интервале от первого до второго вида движения. Найдена взаимосвязь между распределениями тормозящей и увлекающей сил по длине вытяжных пар, при которой сдвиги волокон осуществляются между их серединами. Показано, что вытягивание продукта осуществляется за счет увеличения сдвига между группами волокон, лежащих своими серединами в соседних поперечных сечениях продукта, в число раз, равное вытяжке. Установлены закономерности перегруппировки волокон в процессе вытягивания.*

*It is analytically established, that by varying the laws of braking and transferring forces distribution within the drafting field length, it is possible to create different kinds of forces movement in the friction field using the interval from the first type of drafting to the second one. The correlation is found between distribution of braking and transferring forces within the length of drafting field, which proves that fibers shifts are carried out between the middle parts of drafting pairs. It is shown, that drafting process for a product is carried out proportionally equal to the draft value due to the increase in the shift between groups of the fibers, disposed with their middle parts in the neighboring cross-sections of the product. Laws for the regrouping of fibers at the drafting process have been established herein.*

**Ключевые слова:** вытяжной прибор, поле сил трения, вытяжное поле, вид движения волокон, сдвиги волокон, вытяжка.

**Keywords:** a drafting device, friction forces field, type of drafting, shifts of fibers, draft.

Движение волокон в поле вытягивания вытяжного прибора осуществляется под действием сил трения, увлекающей и тормозящей [1]. От того, как будут двигаться волокна и в каком месте они изменяют свою скорость, будет зависеть их взаимное расположение в выходящем продукте и его неровнота.

В классической теории вытягивания описано два вида движения волокон. В

настоящее время во всем мире используются вытяжные приборы, работающие только по первому виду движения волокон. Однако, как отмечал профессор В.Е. Зотиков [2]: "...чтобы неровнота от вытягивания была наименьшей, надо чтобы расстояние между серединами любых двух волокон увеличивалось пропорционально вытяжке".

Рассмотрим вытяжной прибор, состоя-

щий из питающей и выпускной пар, в каждой из которых действует на волокна нагрузка, распределенная на длине, соизмеримой с длиной волокна (рис. 1).

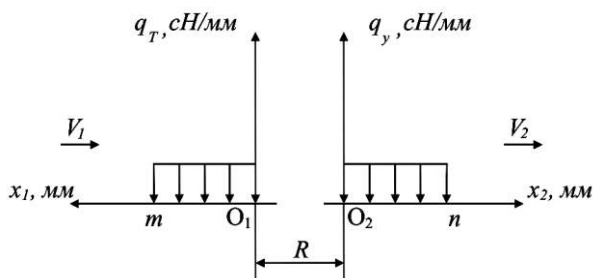


Рис. 1

Наименьшее расстояние между распределенными нагрузками питающей и выпускной пар будем считать разводкой  $R$ ,  $V_1$  и  $V_2$  – скорости движения рабочих поверхностей соответственно питающей и выпускной пар.

Проведем анализ перехода волокон со скорости питающей пары на скорость выпускной пары на примере группы неизвитых волокон разной длины, лежащих своими серединами в одном поперечном сечении поля вытягивания. Допустим, что волокна друг с другом не контактируют, тогда на их передние концы будут действовать только увлекающие силы  $F_Y(x)$ , а на задние концы – только тормозящие силы  $F_T(x)$ .

Тормозящие силы удерживают волокна на скорости питающей пары. А выпускная пара захватывает волокна и увлекает их в направлении своего движения. При движении волокон через вытяжной прибор тормозящие силы уменьшаются, а увлекающие силы увеличиваются. Эти силы вызывают натяжение волокон. Наибольшее натяжение волокна испытывают в момент равенства действующих на них сил  $F_T(x) = F_Y(x)$ . Допустим, что это натяжение не превышает прочности волокон. При дальнейшем движении волокон увлекающие силы превышают тормозящие силы  $F_Y(x) > F_T(x)$ , и происходит переход волокон со скорости  $V_1$  питающей пары на скорость  $V_2$  выпускной пары.

В зависимости от интенсивности и вида

распределения сил нормального давления  $q_T(x)$  и  $q_Y(x)$  величины коэффициентов трения, цепкости волокон и количества контактов между волокнами и волокнами и деталями вытяжного прибора увлекающая  $F_Y(x)$  и тормозящая  $F_T(x)$  силы могут изменяться по разным законам. С целью изучения влияния законов изменения тормозящей и увлекающей сил на движение волокон изобразим их графически ( $a_1b_1, a_2b_2, a_3b_3, \dots, a_nb_n$ ) в поле сил трения вытяжного прибора в момент равенства, действующих на них сил  $F_T(x)$  и  $F_Y(x)$  (рис. 2).

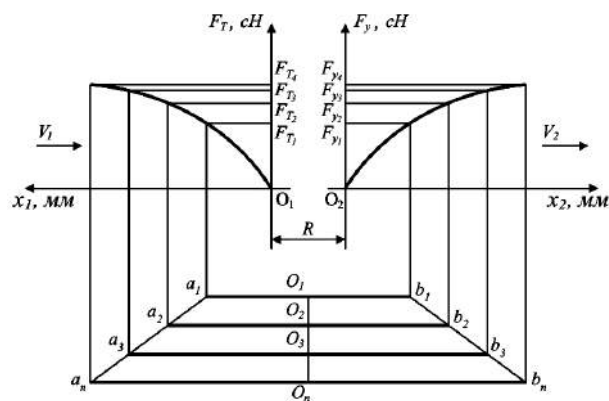


Рис. 2

Отметим на волокнах точками  $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$  их середины. Соединим последовательно середины соседних волокон линией  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$ . Полученная линия является линией изменения скорости волокон со скорости  $V_1$  питающей пары на скорость  $V_2$  выпускной пары по их серединам.

В случае изменения тормозящей  $F_T(x)$  и увлекающей  $F_Y(x)$  сил по одинаковым законам (рис. 2) линия  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости волокон по их серединам будет лежать в поперечном сечении поля вытягивания симметрично вытяжным парам. Все волокна, составляющие рассматриваемую группу, изменяют свою скорость в один момент времени, когда их середины  $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$  пересекут линию  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости. Взаимное расположение волокон в группе друг относительно друга после вытягивания не

изменится. При вытягивании продукта, состоящего из аналогичных групп волокон, расположенных друг по отношению к другу со сдвигом, оно будет осуществляться за счет увеличения сдвига между соседними группами волокон в число раз, равное вытяжке  $E$ .

Таким образом, для организации движения волокон, при котором сдвиги осуществляются между их серединами, необходимо, чтобы тормозящая  $F_T(x)$  и увлекающая  $F_Y(x)$  силы подчинялись одному закону. При этом протяженность полей сил трения питающей и выпускной пар должна быть не менее

$$(x_{\max} - R)/2, \quad (1)$$

где  $x_{\max}$  – максимальная длина волокна, а разводка в вытяжном приборе не должна

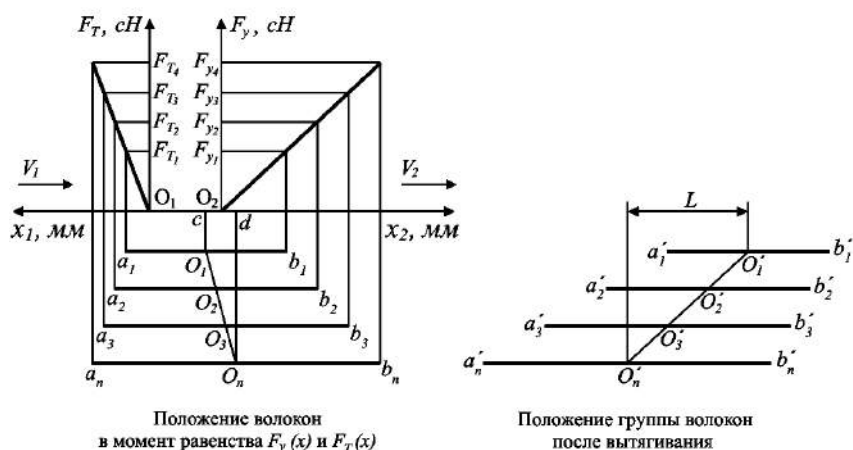


Рис. 3

Так, например, в случае сочетания законов  $F_T(x)$  и  $F_Y(x)$ , представленных на рис. 3, первым в рассматриваемой группе волокон изменит свою скорость самое короткое волокно  $a_1 b_1$ , за ним последовательно начнут сдвигаться более длинные волокна  $a_2 b_2, a_3 b_3$  и так далее. Последним изменит свою скорость самое длинное волокно  $a_n b_n$ . В результате произойдет перегруппировка волокон. После вытягивания волокна равномерно распределятся на длине

$$L = cd \cdot E, \quad (2)$$

превышать длины самого короткого прядомого волокна.

В случае, когда зависимости  $F_T(x)$  и  $F_Y(x)$  подчиняются разным линейным законам (рис. 3) линия  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости волокон является прямой, наклоненной под некоторым углом к оси абсцисс. Величина угла наклона и направление наклона этой линии зависят от соотношения  $F_T(x)$  и  $F_Y(x)$ .

Волокна разной длины, лежащие до вытягивания своими серединами в одном поперечном сечении поля вытягивания, будут переходить на скорость выпускной пары в очередности пересечения серединами волокон  $O_1, O_2, O_3, \dots, O_n$  линии  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости волокон.

где  $cd$  – проекция линии  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости волокон на ось абсцисс.

Вытягивание продукта будет осуществляться за счет увеличения сдвига между соседними аналогичными группами волокон в число раз, равное вытяжке  $E$ . Увеличивая нагрузку в питающей паре до бесконечности и приближая таким образом зависимость  $F_T(x)$  к оси ординат, в пределе получим второй вид движения волокон.

В случае, когда зависимости  $F_T(x)$  и  $F_Y(x)$  являются линейными, а давление в

выпускной паре больше, чем в питающей, переход на новую скорость начнется с самого длинного волокна  $a_n b_n$ , за ним последовательно начнут менять свою скорость более короткие волокна. Последним поменяет свою скорость самое короткое волокно  $a_1 b_1$ . Произойдет перегруппировка во-

локон, в результате которой они равномерно распределятся на длине, равной  $L$ . Увеличивая нагрузку в выпускной паре до бесконечности и приближая таким образом зависимость  $F_y(x)$  к оси ординат, в пределе получим первый вид движения волокон.

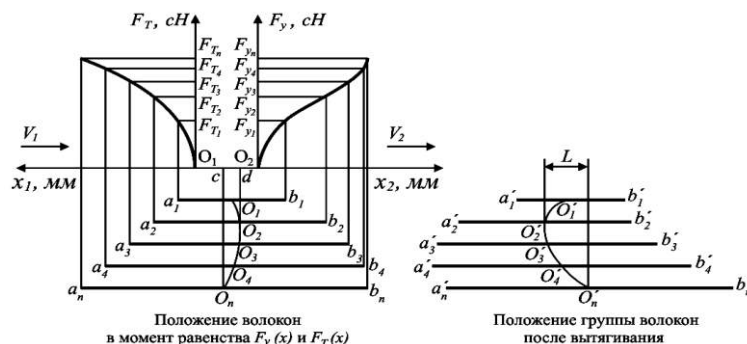


Рис. 4

Когда хотя бы одна из функций  $F_T(x)$  и  $F_y(x)$  нелинейна или нелинейны обе и подчиняются разным законам, например, в случае, представленном на рис. 4, линия  $O_1 O_2 O_3 \dots O_n$  изменения скорости волокон не является прямой. В процессе вытягивания волокна разной длины будут неравномерно друг по отношению к другу изменять свою скорость, что приведет к неравномерному сдвигу между волокнами рассматриваемой группы и их нелинейной перегруппировке на длине продукта  $L$ . Вытягивание продукта также будет осуществляться за счет увеличения сдвига между соседними аналогичными группами волокон в число раз, равное вытяжке  $E$ . При вытягивании реального полуфабриката, состоящего из групп волокон, отличающихся друг от друга как по количеству, так и по ассортименту составляющих волокон, неравномерная перегруппировка волокон разной длины может послужить причиной повышения неровноты продукта после вытягивания.

## ВЫВОДЫ

1. Варьируя законами распределения тормозящей и увлекающей сил по длине

вытяжных пар, можно создавать разные виды движения волокон в интервале от первого до второго вида движения.

2. Вытягивание продукта осуществляется за счет увеличения сдвига между группами волокон, лежащих своими серединами в соседних поперечных сечениях продукта, в число раз, равное вытяжке.

3. В случае распределения тормозящей и увлекающей сил по длине вытяжных пар по разным законам процесс вытягивания волокон, лежащих до вытягивания в одном поперечном сечении, сопровождается перегруппировкой волокон по длине продукта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л.Н., Хавкин В.П., Винтер Ю.М., Молчанов А.С. Динамика основных процессов прядения (гребнечесание и вытягивание). – Часть 2. – М.: Легкая индустрия, 1972.
2. Зотиков В.Е., Будников И.В., Трыков П.П. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 27.03.12.