

УДК 677.021

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КОРОТКОШТАПЕЛЬНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА,  
ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ КОНТРОЛИРУЕМОГО РАЗРЫВА**

*А.Р. Корабельников, А.А. Шалыгин, С.Н. Вихарев\**

Данная работа посвящена созданию теоретических положений, позволяющих связать характеристики оборудования (штапелирующей установки) и равномерность штапельного состава получаемого с его помощью волокна.

В настоящее время одним из перспективных материалов для расширения ассортимента выпускаемых текстильной промышленностью пряжи и тканей служит короткоштапельное льняное волокно – кottonин.

Главными качественными показателями кottonина являются равномерность длины и линейной плотности волокна. Согласно техническим условиям короткоштапельное льняное волокно считается пригодным для прядильного производства, если количество прядомых волокон длиной

от 15 до 45 мм составляет не менее 70% при линейной плотности около 1,3 текс. Сегодня существует большое количество линий для получения короткоштапельного льняного волокна, однако методов прогнозирования его качества в настоящее время не существует. Качество получаемого волокна (равномерность штапельного состава, линейная плотность и засоренность) может прогнозироваться с учетом характеристик оборудования, технологического процесса и перерабатываемого волокна. Влияние характеристик оборудования на качество получаемого волокна необходимо учитывать еще на стадии его проектирования.

Для получения короткоштапельного льняного волокна в КГТУ нами разработана кottonизи-

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ, МД-502.2007.8

рующая линия, состоящая из машины для укорочения комплексов льняных волокон и очистительных секций. Основное изменение длины волокна происходит на штапелирующей установке, работающей по принципу контролируемого разрыва.

Устройство для механического штапелирования льняного волокна (рис. 1а, б) содержит раму, узел зажима волокна и разволокняющие рабочие органы в виде пильчатых дисков.

Узел зажима состоит из питающего вала 1 с тумбочками 2 и прижатых к нему рычагов клавишного типа 3 с самоустанавливающимися сегментами 5, между которыми имеются зазоры для прохождения разволокняющих рабочих органов 4. Прижатие рычагов с сегментами к питающему валу осуществляется с помощью пружин 6, что позволяет надежно фиксировать волокна при их разрыве. Данная конструкция узла зажима волокна реализует контролируемый разрыв волокна.

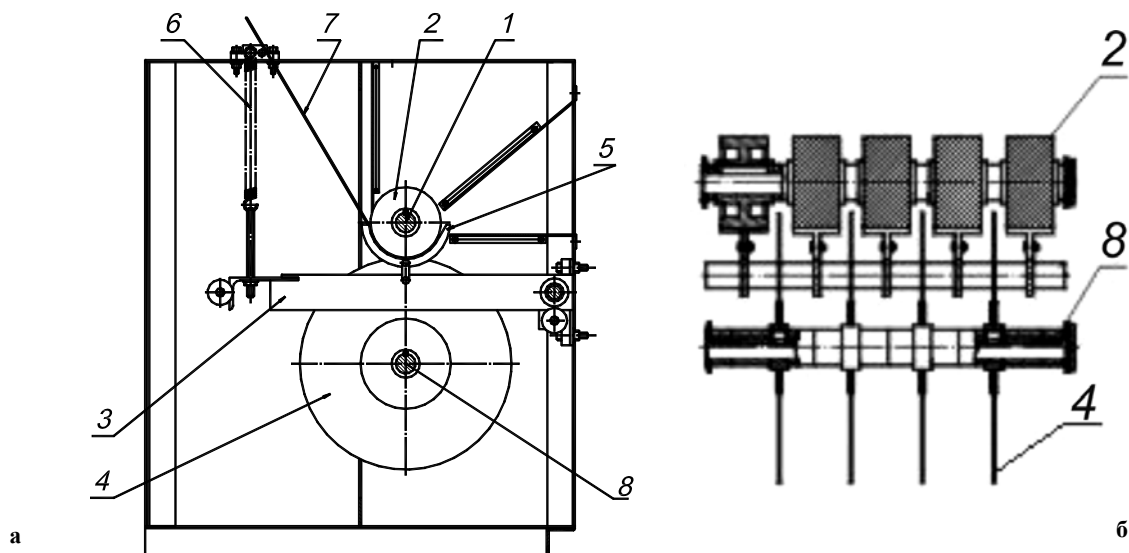


Рис.1. Штапелирующая установка с контролируемым разрывом:  
а – поперечный разрез, б – рабочие органы

При решении этой задачи необходимо учитывать много факторов, таких как количество волокон в ленте, их взаимное расположение, прочность ленты, условия зажима волокна и т.д. Учесть все факторы на современном этапе исследований очень затруднительно, поэтому на первом этапе возможно создание такой модели, которая позволила бы находить штапельный состав волокна при определенных допущениях.

При разработке методики нами введен ряд ограничений. Лента представляет собой параллельные ряды волокон, уложенных на плоскость в один слой (рис. 2). Волокна в каждом ряду имеют одинаковую длину и следуют одно за другим, а в смежных рядах расположены таким образом, что начало

Волокно с помощью лотка 7 и питающего вала 1 вводится в зону действия ножевых дисков 4, посаженных на ножевой вал 8, которые входят в пазы между тумбочками 2 питающего вала 1. Зажатые с двух сторон участки волокон разрушаются ножевыми дисками.

Вопрос влияния геометрических параметров питающего вала штапелирующей установки на равномерность распределения волокон по длине уже изучался [1, 2, 4]. Модель, описываемая в работах [1, 2, 3], рассматривает процесс контролируемого разрыва мононити. При помощи этой модели можно прогнозировать лишь координаты места разрыва волокна между двумя тумбочками. Однако, как для практических, так и для теоретических целей, необходимо иметь инструмент, позволяющий определять процентное содержание волокон различной длины в общей массе волокна, получаемого из ленты, сформированной из отдельных волокон.

волокна в одном ряду смещено относительно начала волокна в соседнем на постоянную величину  $k$ .

Волокна 1 в зажиме между тумбочками 2 и самоустанавливающимися сегментами (на рисунке не показаны) надежно фиксируются при разрыве и не вытягиваются из зажима. Разрыв ленты происходит по линии действия разволокняющих рабочих органов.

При этих условиях (см. рис. 2) можно отметить два вида волокон: волокна, передние концы которых попадают под зажим тумбочек, и волокна, передние концы которых попадают в свободный от зажима участок. Назовем зоной А область расположения волокон 1-го вида, а зоной В область расположения волокон 2-го вида.

Любое волокно из ряда, попадающего в зону А, разрывается на отрезки длиной  $[l_3' + l_c/2]$ , обозначим их как волокна  $\beta$ -типа (короткие волокна), и отрезки длиной  $[l_c + l_3]$ , обозначим их как волокна  $\alpha$ -типа (прядомые волокна), имеющие длину, контролируруемую зажимным устройством. Волокно из ряда, попадающего в зону Б, разрывается на отрезки волокон  $\alpha$ -типа и отрезки длиной  $[l_3 + l_c/2 + l_c']$ , обозначенные как волокна  $\gamma$ -типа (длинные волокна). Волокна  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа имеют неконтролируемую длину.  $l_3'$  и  $l_c'$  – часть длины волокон, передние концы которых находятся под зажимом и в свободной зоне соответственно.  $l_3'$  и  $l_c'$  зависят от закона расположения передних концов волокон в ленте относительно оси ОХ:

$$l_3' = l_3 - ki, \quad (1)$$

$$l_c' = l_c - kj, \quad (2)$$

где  $i, j$  – номер ряда волокна в зоне А и Б соответственно.

Отрезки волокон  $\gamma$ -типа, в зависимости от положения концов волокон относительно линии действия рабочих органов (см. рис. 2), можно разделить на отрезки волокон типа  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Следует также отметить, что по длине отрезки волокон разных типов соотносятся следующим образом:

$$l_\beta < l_\alpha < l_{\gamma 1}; \quad l_\beta < l_{\gamma 2} < l_\alpha.$$

Пусть длина волокна в ленте до разреза кратна числу прижимных тумбочек, тогда ее можно представить выражением:

$$L = N(l_c + l_3), \quad (3)$$

где  $N = 3 \dots 5, \dots$  – кратность.

Из рис. 2 видно, что в зоне А каждый ряд волокон длиной  $L$  делится на  $[N - 1]$  участок  $\alpha$ -типа и 2 участка  $\beta$ -типа, а в зоне Б на  $[N - 2]$  участка  $\alpha$ -типа и 2 участка  $\gamma$ -типа.

Количество рядов волокон в зоне А и Б определяется шириной тумбочек  $l_3$  и шириной свободной зоны  $l_c$ :

$$n_A = \frac{l_3}{k}, \quad (4)$$

$$n_B = \frac{l_c}{k}. \quad (5)$$

Итак, в зоне А с  $n_A$  числом рядов волокон длиной  $L$  количество участков волокон  $\alpha$ -типа равно:

$$n_{A\alpha} = n_A [N - 1], \quad (6)$$

а участков  $\beta$ -типа:

$$n_{A\beta} = n_A 2, \quad (7)$$

а в зоне Б с  $n_B$  числом рядов волокон длиной  $L$  количество участков  $\alpha$ -типа равно:

$$n_{B\alpha} = n_B [N - 2], \quad (8)$$

а участков  $\gamma$ -типа:

$$n_{B\gamma} = n_B 2. \quad (9)$$

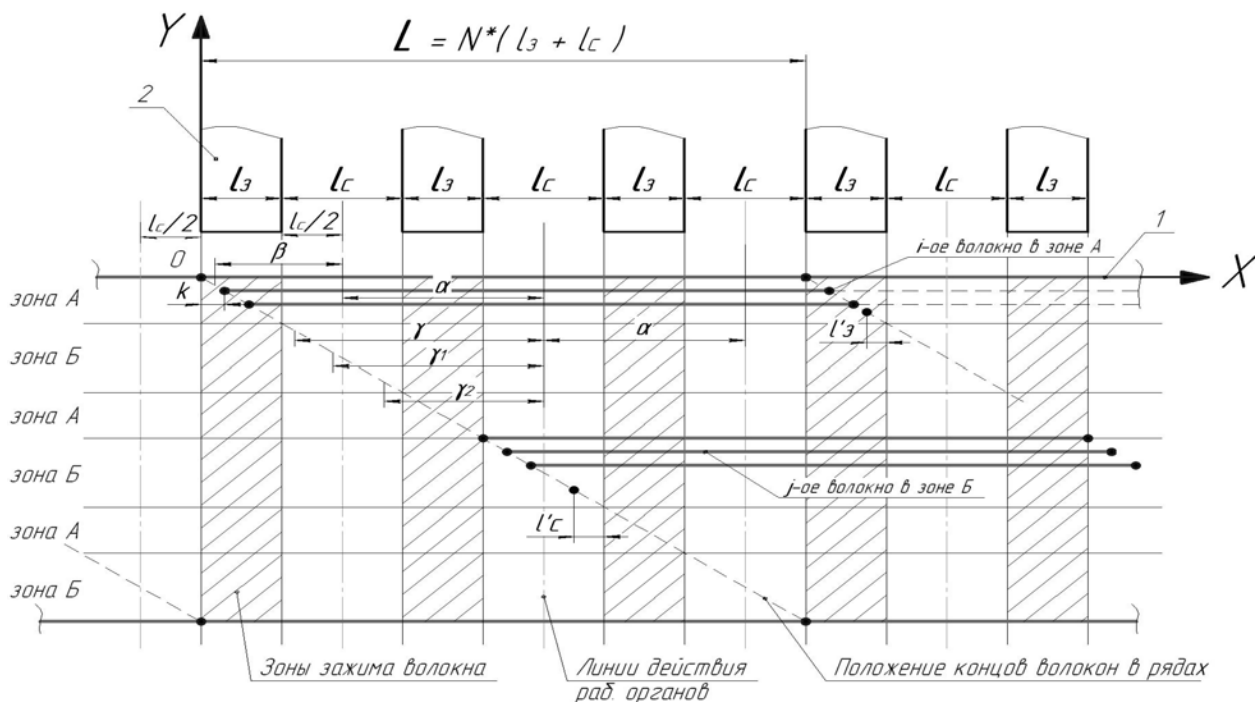


Рис. 2. Схема взаимного расположения волокон в ленте и рабочих органов штапелирующей машины

Учитывая, что зоны А и Б чередуются по всей ширине ленты и их количество равно  $N$  ( $2N$  – общее число зон) получим, что суммарное количество участков  $\alpha$ -типа,  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа по всем рядам в ленте равно соответственно:

$$N_{\alpha} = [n_{A\alpha} + n_{B\alpha}] N, \quad (10)$$

$$N_{\beta} = n_{A\beta} N, \quad (11)$$

$$N_{\gamma} = n_{B\gamma} N, \quad (12)$$

а с учетом выражений (4)–(9) имеем:

$$N_{\alpha} = \frac{N}{k} (l_3 [N - 1] + l_c [N - 2]). \quad (13)$$

$$N_{\beta} = 2 \frac{N}{k} l_3, \quad (14)$$

$$N_{\gamma} = 2 \frac{N}{k} l_c. \quad (15)$$

Количество участков волокон типа  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  одинаково и равно:

$$N_{\gamma 1} = N_{\gamma 2} = \frac{1}{2} N_{\gamma} \quad (16)$$

Таким образом, получены выражения, позволяющие определить количество волокон различной длины после обработки отрезка ленты длиной  $L$ .

Для дальнейшего анализа перейдем к рассмотрению процентного содержания волокон различных типов длин в общей массе волокна (табл. 1).

Анализируя полученные данные, можно сказать, что количество волокна  $\alpha$ -типа зависит от

длины волокна в ленте. Количество и процентное соотношение волокна  $\beta$ -типа и  $\gamma$ -типа зависит от параметров питающего вала и длины волокна в ленте. Так как известно, что волокна  $\beta$ -типа имеют длину меньше длины волокон  $\alpha$ -типа, а волокна типа  $\gamma_1$  (длинные) имеют длину больше, чем волокна  $\alpha$ -типа, можно сказать, что меняя параметры питающего вала с учетом характеристик перерабатываемой ленты, мы сможем регулировать выход прядогого, длинного и короткого волокон.

Необходимо отметить, что на штапельный состав получаемого волокна могут оказывать влияние такие важные характеристики ленты, как неравномерность длины волокна в ней и случайность места разрыва волокна в зоне действия рабочих органов. В дальнейших разработках подобных моделей необходимо учитывать влияние этих факторов на возможность применения этих моделей на практике.

#### ВЫВОДЫ

1. Разработанный метод позволяет спрогнозировать качественные показатели волокна (его штапельный состав) при известных параметрах питающего устройства и исходной льняной ленты.

2. Для более достоверного прогнозирования в дальнейших разработках подобных моделей необходимо учитывать неравномерность длины волокна в ленте, нерегулярность взаимного расположения волокон по ширине ленты и случайность места разрыва волокна между тумбочками.

Таблица 1

Ширина тумбочек $l_3$ , мм	Ширина зазора $l_c$ , мм	Кратность длины волокна $N$	$N_{\alpha}$ , %	$N_{\beta}$ , %	$N_{\gamma 1}$ , %	$N_{\gamma 2}$ , %
15	10	3	44,44	33,33	11,11	11,11
		5	64,29	21,43	7,14	7,14
25	5	3	47,83	43,48	4,34	4,34
		5	65,71	28,57	2,85	2,85
20	10	3	45,45	36,36	9,09	9,09
		5	64,71	23,53	5,88	5,88

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев М.А. Распределение длины штапеля льняного волокна, получаемого методом разрыва на новой установке / М. А. Чернышев, А. Р. Корабельников // Сборник научных трудов молодых ученых КГТУ. – Кострома, 2004. – №4.
2. Ширяев А.В. Разработка и обоснование основных параметров новой машины для штапельирования льняного волокна методом разрыва : дис. ... канд. техн. наук / А. В. Ширяев. – Кострома, 2003.
3. Корабельников А.Р. Развитие теории и технология получения короткоштапельного льняного волокна : монография / А. Р. Корабельников. – Кострома : КГТУ, 2005. – 139 с.
4. Шалыгин А.А. Исследование процессов получения короткоштапельного льняного волокна / А. А. Шалыгин, А. Р. Корабельников // Сб. науч.-исслед. работ молодых ученых по программе «Шаг в будущее». – Кострома, 2005.

A.R. Korabelynikov, A.A. Shalugin, S.N. Viharev

#### PREDICTION OF QUALITY OF SHORT-STAPLE FLAX FIBRE PRODUCING OF CONTROL BREAKAGE METHOD