

выражения для границ областей существования устойчивых режимов движения в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Экспериментально обнаружено дестабилизирующее воздействие вибраций на устойчивость стационарных режимов. Источником вибраций являются удары утолщенных участков нити о прижимной ролик. Утолщения вызваны неравномерностью площади поперечного сечения по длине замкнутой нити и, в особенности, в местах её соединения.

#### Список использованных источников

1. Меркин, Д. Р. Введение в механику гибкой нити / Д. Р. Меркин. — Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — 240 с.
2. Светлицкий, В. А. Механика гибких стержней и нитей / В. А. Светлицкий. — Москва : Машиностроение, 1978. — 222 с.
3. Основы механики нити / Ю. В. Якубовский [и др.]. — Москва : Легкая индустрия, 1973. — 271 с.
4. Сакевич, В. Н. Некоторые особенности стационарного движения замкнутой нити на вращающемся шкиве / В. Н. Сакевич, А. В. Щелкунов // Материалы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. — Витебск : УО «ВГТУ», 2009. — С.82-84.

#### SUMMARY

In work the problem about stationary planimetric movement of the flexible not extensible closed thread thrown through rotating pulley is solved theoretically. Areas of existence of such modes of movement are constructed. The basic theoretical conclusions are confirmed experimentally.

УДК 677.017.31

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛОКОН В ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ

***Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин***

Информация о распределении разнородных волокон в поперечном сечении смешанной пряжи представляет большой интерес, поскольку позволяет не только выявить оптимальные условия формирования пряжи, но и прогнозировать ее структуру, а также потребительские свойства и фактуру тканей и трикотажных изделий. Существующие теоретические и статистические методы оценки распределения волокон в различных видах пряж постоянно совершенствуются. Однако до настоящего времени мало внимания уделялось исследованию структуры пряжи, полученной из смесей с вложением полипропиленового (ПП) волокна.

Полипропиленовое волокно – это сравнительно новый для отечественного хлопкопрядения вид сырья, имеет свои особенности с точки зрения физико-механических свойств волокон, их способности к окрашиванию и т.д. В связи с этим актуальной является задача разработки методики прогнозирования распределения хлопковых и полипропиленовых волокон по сечению пряжи. В данной работе в качестве объекта исследований была выбрана хлопкополипропиленовая пряжа линейной плотности 18,5 – 20 текс с вложением 20 – 30 % полипропиленового волокна.

На первом этапе работы была разработана математическая модель, описывающая процесс миграции разнородных волокон по сечению пряжи

кольцевого способа прядения в процессе ее формирования [1]. В результате моделирования было установлено, что доли, занимаемые волокнами компонентов в площади сечения поверхностного слоя, распределяются как

$$\frac{\beta'_{S1}}{\beta'_{S2}} = \frac{\beta_{S1} \cdot E_2}{\beta_{S2} \cdot E_1}, \quad (1)$$

где  $\beta_{Si}$  – доля, занимаемая волокнами  $i$ -того компонента в площади сечения пряжи, а  $E_i$  – начальный модуль продольной упругости  $i$ -того компонента, сН/мм<sup>2</sup>.

Если  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – доли волокон компонентов в пряже по массе, то доля площади, занимаемой волокнами 1 компонента без учета свободного пространства между волокнами:

$$\beta_{S1} = \frac{\beta_1}{\gamma_1 \cdot (\beta_1 / \gamma_1 + \beta_2 / \gamma_2)}. \quad (2)$$

Доли, занимаемые компонентами в площади сечения пряжи, соотносятся как

$$\frac{\beta_{S1}}{\beta_{S2}} = \frac{\beta_1 \cdot \gamma_2}{\beta_2 \cdot \gamma_1}. \quad (3)$$

С учетом того, что

$$\beta'_{S1} + \beta'_{S2} = 1, \quad (4)$$

доля площади сечения внешнего слоя пряжи, занимаемая волокнами 1-го компонента, рассчитывается по формуле

$$\beta'_{S1} = \frac{1}{1 + \frac{\beta_2 \cdot \gamma_1 \cdot E_1}{\beta_1 \cdot \gamma_2 \cdot E_2}}. \quad (5)$$

Соотношение долей по массе компонентов во внешнем слое пряжи принимает вид:

$$\frac{\beta'_1}{\beta'_2} = \frac{\beta'_{S1} \cdot \gamma_1}{\beta'_{S2} \cdot \gamma_2} = \frac{\beta_1 \cdot E_2}{\beta_2 \cdot E_1}. \quad (6)$$

Отсюда

$$\beta'_1 = \frac{1}{1 + \frac{\beta_2 \cdot E_1}{\beta_1 \cdot E_2}}. \quad (7)$$

Доля волокон 1-го компонента в площади поверхности пряжи определяется как

$$\beta_{P1} = \frac{m'_1 \cdot d_1}{m'_1 \cdot d_1 + m'_2 \cdot d_2}. \quad (8)$$

Количество волокон 1-го компонента во внешнем слое пряжи рассчитывается по следующей формуле

$$m'_1 = \frac{T_i \beta'_1}{\dot{O}_i} \cdot k, \quad (9)$$

где  $k$  – доля площади внешнего слоя в площади сечения пряжи. После преобразований доля волокон 1-го компонента в площади поверхности пряжи

$$\beta_{P1} = \frac{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2}{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2 + \beta'_2 \cdot d_2 \cdot T_1}. \quad (10)$$

Соотношение долей компонентов в площади поверхности пряжи вычисляется как

$$\frac{\beta_{P1}}{\beta_{P2}} = \frac{\beta'_1 \cdot d_1 \cdot T_2}{\beta'_2 \cdot d_2 \cdot T_1} = \frac{\beta'_1 \cdot \sqrt{\frac{T_1}{\gamma_1 \cdot T_2}}}{\beta'_2 \cdot \sqrt{\frac{T_2}{\gamma_2 \cdot T_1}}} = \frac{\beta'_1 \cdot \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}{\beta'_2 \cdot \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}} = \frac{\beta_1 \cdot E_2 \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}{\beta_2 \cdot E_1 \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}}. \quad (11)$$

Тогда доля, занимаемая волокнами 1-го компонента в площади поверхности пряжи, рассчитывается следующим образом:

$$\beta_{P1} = \frac{I}{I + \frac{\beta_2 \cdot E_1 \sqrt{T_1 \cdot \gamma_1}}{\beta_1 \cdot E_2 \sqrt{T_2 \cdot \gamma_2}}}. \quad (12)$$

Доля  $k$  площади внешнего слоя в площади сечения пряжи вычисляется по формуле

$$k = \frac{d_{\Pi}^2 - d_H^2}{d_{\Pi}^2}. \quad (13)$$

Диаметр смешанной пряжи  $d_{\Pi}$  в мм, исходя из ее линейной и объемной плотности входящих в ее состав волокон, определяется как [2]

$$d_i = 0,04 \cdot \sqrt{T_i \cdot \left( \frac{\beta_1}{\gamma_1} + \frac{\beta_2}{\gamma_2} \right)}. \quad (14)$$

Диаметр нейтрального слоя пряжи  $d_H$  в мм рассчитывается следующим образом [2]:

$$d_H = \frac{\sqrt{I - K_Y^2}}{\pi K K_Y}, \quad (15)$$

где  $K_Y$  – коэффициент укрутки,  $K$  – коэффициент крутки пряжи,  $\text{кр./м}$ .

Исходные данные для теоретического расчета параметров структуры хлопкополипропиленовых праж с содержанием 20% и 30% полипропиленовых волокон, рассматриваемых в качестве 1-го компонента, приведены в таблице 1. Результаты теоретического расчета представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Свойства волокон, используемые при расчете параметров структуры пряжи

Вид волокна	Линейная плотность волокна, $T_i$ , текс	Объемная плотность волокна, $\gamma_i$ , $\text{г/см}^3$	Начальный модуль продольной упругости волокна, $E_i$ , $\text{сН/мм}^2$
Пряжа линейной плотности 20 текс с вложением 20% ПП волокон			
Хлопковое	0,155	1,52	584,6
Полипропиленовое	0,168	0,9	451,0
Пряжа линейной плотности 18,5 текс с вложением 30% ПП волокон			
Хлопковое	0,165	1,52	584,6
Полипропиленовое	0,180	0,9	451,0

Таблица 2 – Результаты расчета параметров структуры пряжи

Наименование параметра	Значение для параметра хлопкополипропиленовой пряжи линейной плотности:			
	20 текс		18,5 текс	
	ПП волокно	хлопок	ПП волокно	хлопок
Массовая доля компонентов в пряже, $\beta_i$ , %	20	80	30	70
Доля, занимаемая компонентами в площади сечения пряжи, $\beta_{Si}$ , %	29,7	70,3	42,0	58,0
Массовая доля компонентов во внешнем слое сечения пряжи, $\beta_i'$ , %	24,5	75,5	35,7	64,3
Доля, занимаемая компонентами в площади внешнего слоя сечения пряжи, $\beta_{Si}'$ , %	35,3	64,7	48,4	51,6
Доля компонентов в площади поверхности пряжи, $\beta_{Pi}$ , %	28,8	71,2	40,9	59,1
Количество полипропиленовых волокон во внешнем слое сечения пряжи, $m_i'$	16	-	18	-
Диаметр пряжи, $d_p$ , мм	0,155		0,153	
Диаметр нейтрального слоя пряжи, $d_n$ , мм	0,102		0,11	

Расчет показал, что при вложении в пряжу 20% полипропиленовых волокон их содержание в сечении внешнего слоя составляет 24,5 % (по массе), а доля занимаемой ими площади в поверхности пряжи – 28,8%. Во внешнем слое пряжи, содержащей 30% полипропиленовых волокон, их массовая доля составляет 35,7%, а площадь, занимаемая полипропиленовыми волокнами в поверхности пряжи – 40,9%. Таким образом, из-за различий в свойствах компонентов пряжи доля полипропиленовых волокон в ее наружном слое несколько выше, чем в составе.

Фактическая количественная оценка распределения хлопковых и полипропиленовых волокон в сечении хлопкополипропиленовой пряжи 70/30 линейной плотности 18,5 текс осуществлялась с использованием метода Н.И. Ратиани [3], который предлагает условно принять площадь сечения за круг и разделить его на внешнюю и внутреннюю зоны, рассчитав отношение диаметра нейтрального слоя к внешнему диаметру пряжи. Линия, разделяющая сечение пряжи на 2 зоны, как показано на рисунке 1 – нейтральный слой, диаметр которого в мм определяется путем расчета через угол наклона волокон нейтрального слоя, коэффициент укрутки и угол кручения.

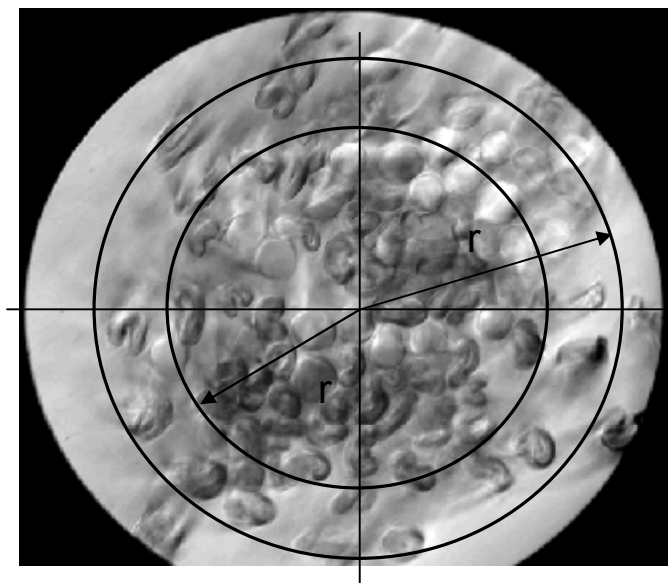


Рисунок 1 – Фотография среза пряжи линейной плотности 18,5 текс состава хлопок/ПП 70/30 (хлопковое волокно окрашено в темный цвет)

Во внешней зоне и во всем сечении пряжи отдельно подсчитывается число волокон каждого компонента, а затем их доли. Согласно методике, если доля компонента в наружной зоне больше, чем во всем сечении, то можно утверждать, что он мигрирует наружу. В противном случае миграцию считают внутренней.

Для проведения расчетов принимаем следующие обозначения:

$Q_0$  – общее число волокон обоих компонентов в сечении пряжи;

$Q_{AI}$  – число полипропиленовых волокон в I (внутренней) зоне;

$Q_{AII}$  – число полипропиленовых волокон во II (внешней) зоне;

$Q_A$  – число полипропиленовых волокон в сечении пряжи в целом;

$Q_{BI}$  – число хлопковых волокон в I (внутренней) зоне;

$Q_{BII}$  – число хлопковых волокон во II (внешней) зоне;

$Q_B$  – число хлопковых волокон в сечении пряжи в целом;

$Q_{II}$  – число волокон обоих компонентов во II (внешней) зоне.

В результате статистической обработки данных, полученных при исследованиях срезов пряжи, сделан вывод, что миграция полипропиленовых волокон внешняя, поскольку выполняется условие

$$\frac{Q_A}{Q_0} = \frac{482}{2033} = 0,237 < \frac{Q_{AII}}{Q_{II}} = \frac{219}{680} = 0,322 \quad (16)$$

Для хлопковых волокон установлена внутренняя миграция, так как выполняется условие

$$\frac{Q_B}{Q_0} = \frac{1551}{2033} = 0,763 > \frac{Q_{BII}}{Q_{II}} = \frac{461}{680} = 0,678 \quad (17)$$

Таким образом, вывод о внешней миграции полипропиленовых волокон, полученный с применением разработанной методики прогнозирования, подтвержден результатами статистической обработки срезов по методу Н. И. Ратиани.

Информация о внешней миграции полипропиленовых волокон имеет существенное практическое значение. От преобладания какого-либо компонента пряжи в ее поверхности и наружном слое напрямую зависят свойства, как самой

пряжи, так и готовой продукции из нее. Мигрирующие наружу полипропиленовые волокна, прочные на разрыв, износостойкие, устойчивые к изгибу и воздействию внешних факторов, позволяют придать двухкомпонентной пряже и изделиям улучшенные физико-механические и потребительские свойства. Кроме того, неспособные к поверхностному окрашиванию полипропиленовые волокна, расположенные в наружном слое хлопкополипропиленовой пряжи, оказывают влияние и на фактуру тканей и полотен: при крашении в темные тона наблюдается интересный внешний эффект – шерстоподобный вид с неокрашенными ворсинками на темной поверхности; окрашенные в светлые и средние тона изделия имеют практически однотонную окраску или легкий меланжевый эффект.

#### Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Моделирование технологических процессов переработки неоднородных волокнистых смесей : монография / Д. Б. Рыклин. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 170 с.
2. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.
3. Рашкован, И. Г. Методы оценки распределения волокон по поперечным сечениям пряжи / И. Г. Рашкован. – Москва : Легкая индустрия, 1970 г. – 199 с.

#### SUMMARY

Theoretical calculation of cotton and polypropylene fibers distribution in yarn cross-section of was conducted by special method. Results of researches allow to determine the external migration of polypropylene fibers. Predominance of polypropylene fibers in external layer of yarn was confirmed by analyzing of its cross-section using statistical method by N.I. Ratiani

УДК 677.21:021.164

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБЕННОЙ ПРЯЖИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ ППМ-120А1М

*Н.В. Скобова, О.М. Катович*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработана технология получения гребенной пряжи пневмомеханическим способом формирования. Особенностью данной технологии является сокращение числа технологических переходов и использование более высокопроизводительного оборудования для получения гребенной пряжи с целью ее удешевления.

Одним из основных технологических процессов, осуществляемых на машинах пневмомеханического прядения, является дискретизация питающего продукта, т. е. превращение непрерывного полуфабриката, в сечении которого содержатся десятки тысяч волокон, в дискретный поток отдельных, не связанных между собой волокон. При этом необходимо сохранить имеющуюся длину волокон постоянной, т.е. подобрать оптимальную величину силы дискретизации. Это является важным условием при переработке длинноволокнистого хлопка.

Интенсивность воздействия дискретизирующего барабанчика на волокнистую бородку можно рассчитать, используя зависимость

$$m = \frac{Z \cdot n_{\partial \sigma} \cdot T_v \cdot l_{вол}}{T_l \cdot 1000 \cdot V_{н.ц}}$$