

Однако в результате моделирования установлено, что фактическое влияние колебаний коэффициента съема несколько отличается от зависимости (10). Существует отрицательная обратная связь колебаний коэффициента съема и загрузки главного барабана, которая заключается в том, что при увеличении коэффициента съема загрузка главного барабана снижается. Взаимосвязь масс отрезков чесальной ленты отражает коэффициент корреляции. С увеличением длины отрезка абсолютное значение коэффициента корреляции увеличивается. Это связано с тем, что участок ленты определенной длины является результатом многократного сложения слоев на главном барабане.

Результаты расчетов по формуле (10) хорошо согласуются с результатами моделирования для отрезков чесальной ленты длиной 1 м при количестве точек на поверхности главного барабана, равном 1. После преобразований формул (9) и (10) получена формула для расчета выравнивающего эффекта

$$\mathcal{E}_{\text{ФАКТ}}(I_m) = \frac{I}{\sqrt{\frac{I}{\mathcal{E}^2} + \left(\frac{C_K(I)}{C_{BX}(I_m/E)} \right)^2 \frac{\pi D_{ГБ} V_{ВЛ}}{V_{ГБ}}}}, \quad (11)$$

где \mathcal{E} – выравнивающий эффект при идеальном состоянии чесальной машины, рассчитываемый по формулам (4) - (7).

Результаты расчета по полученной формуле отклоняются от результатов моделирования не более, чем на 5 %. Однако для более полной оценки выравнивающего эффекта необходимо использовать специально разработанную компьютерную программу, реализующую разработанную имитационную модель.

Список использованных источников

1. Рыклин, Д.Б. Моделирование выравнивающего действия шляпочной чесальной машины – Вестник УО «ВГТУ» - 2003. – Вып. 5. – С. 29 – 34.

SUMMARY

Carding is one of the most important processes in spinning industry. Imitation model of multicomponent fibrous product carding is developed. During simulation of this process new formulas for calculation of mixing variation are obtained. These formulas take into account influences of products parameters, card working parameters and their variation on mixing efficiency. These formulas allow choosing proved parameters of multicomponent mixes processing for yarn quality increasing.

УДК 677.022.484.9:533.6

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ

И.А. Малютина, Д.Б. Рыклин

Особое место на современном этапе развития сырьевой базы для текстильной промышленности принадлежит полипропиленовым волокнам и нитям. Они обладают рядом специфических свойств, не присущих другим синтетическим волокнам: их сравнительно легко переработать; они обладают низкой объемной плотностью, прекрасной устойчивостью к различным химикатам, кислотам,

щелочам, хорошей стойкостью к истиранию, высокой изоляционной способностью, гидрофобностью, инертностью к воздействию микроорганизмов и др.

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения комбинированных нитей с использованием полипропиленовых волокон и нитей аэродинамическим способом формирования.

Схема аэродинамического устройства для производства полипропиленовых комбинированных нитей представлена на рисунке 1. Аэродинамическое устройство содержит пневмовьюрковую камеру 1 и пневмоперепутывающую камеру 2. Через отверстие в игле 3 в пневмовьюрковую камеру подается мычка из полипропиленовых волокон с комплексной полипропиленовой нитью. Через два тангенциально расположенных канала 4 в пневмоперепутывающую камеру подается сжатый воздух, образуя закрученный вихревой поток. Возникающее в центральной части камеры разряжение воздуха способствует засасыванию волокнистого материала и комплексной химической нити. Захватываемый вихревым потоком, волокнистый продукт получает ложную крутку, которая препятствует продольному смещению волокон относительно комплексной нити. В пневмоперепутывающую камеру через четыре радиально расположенных канала 5 поступает сжатый воздух. Мощные турбулентные потоки воздуха разбивают поступающий материал на отдельные волокна и нити с одновременным их перепутыванием и образованием так называемых «ложных узлов». Вместе с потоками воздуха сформированная комбинированная нить выводится из прядильного устройства. Для увеличения турбулентности выходное отверстие камеры перекрывается заслонкой 6.

Производство полипропиленовых комбинированных нитей имеет ряд особенностей, которые влияют на протекание процесса формирования. Известно, что на качество комбинированных нитей аэродинамического способа формирования оказывают влияние конструктивные параметры аэродинамического устройства и давление сжатого воздуха. Был проведен ряд экспериментов, в результате которых были определены оптимальные размеры аэродинамического устройства, такие как диаметр радиальных и тангенциальных каналов, диаметр пневмовьюрковой и пневмоперепутывающей камер и иглы, при которых достигается наилучшее формирование комбинированной полипропиленовой нити.

Ранее было установлено, что вращающаяся в камерах аэродинамического устройства нить баллонирована, образуя стоячую волну. Качество получаемой пряжи зависит от формы стоячей волны и соотношения размеров аэродинамического устройства. Образование «ложного узла» более вероятно в случае, когда в зону действия радиальных струй попадает пучность стоячей волны. Это объясняется тем, что в центре перепутывающей камеры действие радиальной струи ослабевает из-за взаимодействия с другими струями. Таким образом, для получения математической модели процессов, протекающих в аэродинамическом устройстве, необходимо теоретически определить зависимость формы баллона от параметров аэродинамического устройства.

Исследование формы баллона является одной из основных задач механики гибкой нити. Это задача достаточно подробно рассмотрена в работах А.П. Минакова, Н.И. Алексеева и других ученых. Для определения формы стоячей волны, возникающей при баллонировании нити, рассмотрена задача о форме баллона, возникающего при вращении гибкой нерастяжимой нити, закрепленной концами на оси вращения. При решении задачи установлено, что длины полуволн в пневмовьюрковой и пневмоперепутывающей камерах могут быть рассчитаны по следующим формулам

$$L_{\text{ПВК}} = \frac{p(D_{\text{ПВК}} - d_{\text{Н}})}{4} \sqrt{\frac{100}{N} - 1}, \quad (1)$$

$$L_{\text{ППК}} = \frac{p(D_{\text{ППК}} - d_{\text{Н}})}{4} \sqrt{\frac{100}{H} - 1}, \quad (2)$$

где $D_{\text{ПВК}}$, $D_{\text{ППК}}$ – диаметры пневмовьюрковой и пневмоперепутывающей камер, мм;

$d_{\text{Н}}$ – диаметр нити в камерах устройства, мм;

H – величина опережения или нагон, %.

Так как волокнистая мычка и комплексная нить в камерах аэродинамического устройства скручены между собой, расчет диаметра нити может производиться по известной формуле для комбинированных нитей

$$d_{\text{Н}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T_{\text{ВП}}}{\gamma_{\text{ВП}}} + \frac{T_{\text{КН}}}{\gamma_{\text{КН}}}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{ВП}}$, $T_{\text{КН}}$ – линейные плотности волокнистого покрытия и комплексной химической нити, текс (г/км);

$\gamma_{\text{ВП}}$, $\gamma_{\text{КН}}$ – плотности составляющих комбинированной нити, г/см³.

Величина нагона рассчитывается по следующей формуле

$$H = \frac{V_1 - V_2}{V_1} 100\% \quad (4)$$

где V_1 – скорость подачи компонентов в аэродинамическое устройство, м/мин;

V_2 – скорость оттяжки сформированной нити из устройства, м/мин.

При определении оптимального расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов пневмоперепутывающей камеры необходимо учитывать также расстояние от точки пересечения нитью оси иглы до конца иглы X_0 . Это расстояние рассчитывается по формуле

$$X_0 = \frac{(D_{\text{ПВК}} - d_{\text{Н}})}{4} \arcsin \frac{d_{\text{И}} - d_{\text{Н}}}{D_{\text{ПВК}} - d_{\text{Н}}} \sqrt{\frac{100}{H} - 1}, \quad (5)$$

где $d_{\text{И}}$ – внутренний диаметр иглы, мм.

Окончательно формула для расчета расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов выглядят следующим образом [1]

$$L = \lambda_{\text{ПВК}} + 0,5\lambda_{\text{ППК}} - X_0 = \left\{ \frac{D_{\text{ПВК}} - d_{\text{Н}}}{4} \left(\pi - \arcsin \frac{d_{\text{И}} - d_{\text{Н}}}{D_{\text{ПВК}} - d_{\text{Н}}} \right) + \frac{\pi(D_{\text{ППК}} - d_{\text{Н}})}{8} \right\} \sqrt{\frac{100}{H} - 1}, \quad (6)$$

В связи с особенностями процесса формирования полипропиленовых комбинированных нитей был проведен эксперимент, целью которого являлось определение оптимального расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов ППК. При проведении эксперимента использовалось аэродинамическое устройство со следующими параметрами: диаметр пневмовьюрковой камеры – 4,5 мм; диаметр пневмоперепутывающей камеры – 5 мм; внутренний диаметр иглы – 2,5 мм.

Расчетный диаметр нити в камерах аэродинамического устройства составил 0,288 мм. Формирование комбинированной нити осуществлялось при величине нагона 6 %. В соответствии с формулами (1) – (5) рассчитаны следующие параметры баллона нити:

- длина полувоины баллона нити в пневмовьюрковой камере 13,12 мм;
- длина полувоины баллона нити в пневмоперепутывающей камере 14,66 мм;
- расстояние от точки пересечения нитью оси иглы до конца иглы 2,308 мм.

Расчетное расстояние от конца иглы до плоскости радиальных каналов пневмоперепутывающей камеры по формуле (6) составило 18,13 мм.

На основании результатов предварительных экспериментов были выбраны входные факторы эксперимента и их диапазоны изменения:

X_1 – расстояние от конца иглы до плоскости радиальных каналов, которое изменялось в диапазоне от 21 до 25 мм;

X_2 – давление в пневмоперепутывающей камере, которое изменялось в диапазоне от 0,4 до 0,5 МПа.

При проведении исследований изучалось влияние параметров процесса формирования на относительную разрывную нагрузку комбинированной полипропиленовой нити, коэффициент вариации по ее линейной плотности, количество пневмоперепутанных мест на 1 м длины нити.

В результате эксперимента были получены следующие регрессионные модели зависимости свойств комбинированных нитей, которые в кодированных значениях входных факторов имеют следующий вид:

- для количества пневмоперепутанных мест на 1 м длины нити

$$K_y = 88,301 + 7,985 \cdot X_1 - 5,135 \cdot X_2 + 3,7483 \cdot X_1^2 + 2,5983 \cdot X_2^2$$

- для относительной разрывной нагрузки комбинированной полипропиленовой нити

$$OPH = 41,43 + 0,7633 \cdot X_1 - 0,4375 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,9883 \cdot X_2^2$$

- для коэффициента вариации по линейной плотности комбинированной полипропиленовой нити

$$CV_T = 5,141 - 0,9817 \cdot X_1 + 0,5117 \cdot X_2 - 0,9517 \cdot X_2^2$$

Анализируя полученные результаты эксперимента, установлено, что наилучшее качество комбинированной полипропиленовой пряжи достигается при величине расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов пневмоперепутывающей камеры равной 25 мм и давлении в пневмоперепутывающей камере равном 0,45 МПа.

Такое существенное отличие расчетного и фактического оптимальных значений расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов может быть объяснено следующими особенностями процесса получения полипропиленовых комбинированных нитей аэродинамическим способом. Во-первых, из-за малой объемной плотности диаметр полипропиленовой комбинированной нити значительно больше диаметра нитей из других химических волокон и нитей при той же линейной плотности нити, а ее сечение занимает большую долю площади пневмоперепутывающей камеры.

Во-вторых, обычно содержание комплексной химической нити в комбинированной нити не превышает 30 %, при этом волокно равномерно покрывает химическую нить, улучшая внешний вид изделий. Однако при использовании полипропиленовых комплексных химических нитей линейной плотности 34 текс ее процентное содержание в комбинированной нити линейной плотности 60 текс составляет 57 %, то есть в два раза больше, чем при получении обычных комбинированных нитей.

Все это свидетельствует о том, что при формировании комбинированных полипропиленовых нитей в аэродинамическом устройстве преобладает процесс пневмотекстурирования комплексной полипропиленовой нити, с элементарными нитями которой перепутываются полипропиленовые волокна. В этом случае оптимальным является центральное положение волокнистого материала в зоне действия радиальных струй воздуха (рис. 3). Тогда оптимальное расстояние от конца иглы до плоскости радиальных каналов должно рассчитываться по измененной формуле:

$$L = \lambda_{пвк} + \lambda_{ппк} - X_0 =$$

$$= \left\{ \frac{D_{пвк} - d_n}{4} \left(\pi - \arcsin \frac{d_{и} - d_n}{D_{пвк} - d_n} \right) + \frac{\pi(D_{ппк} - d_n)}{4} \right\} \sqrt{\frac{100}{H} - 1}, \quad (7)$$

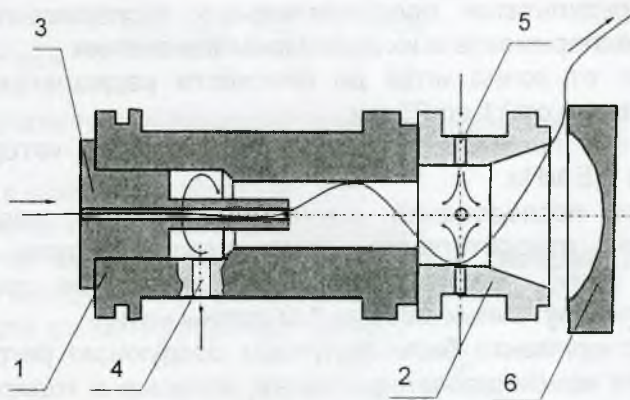


Рисунок 1 - Схема аэродинамического устройства для производства комбинированных нитей

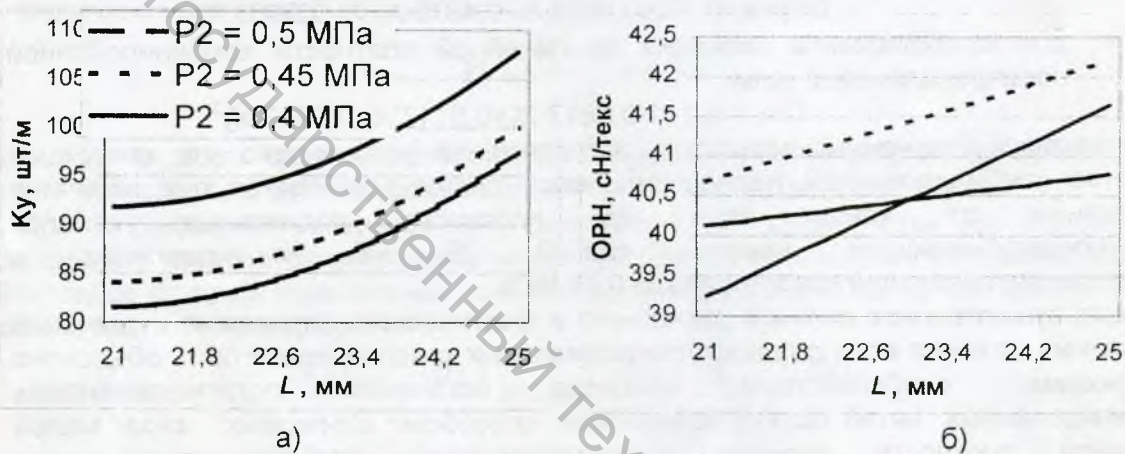


Рисунок 2 - Зависимость свойств полипропиленовых комбинированных нитей от расстояния L : а – количество пневмоперепутанных мест на 1 м длины нити; б – относительная разрывная нагрузка нити, сН/текс.

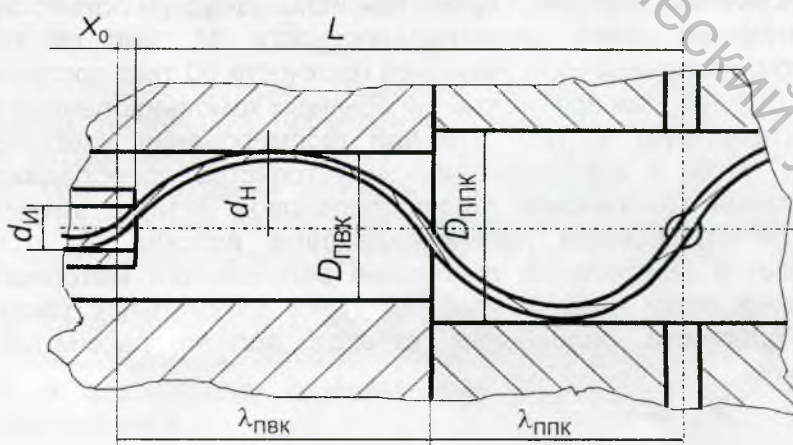


Рисунок 3

Расстояние от конца иглы до плоскости радиальных каналов пневмоперепутывающей камеры, рассчитанное по формуле (7) составило 25,46 мм, что соответствует результатам эксперимента.

Таким образом, в результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований определены оптимальные параметры аэродинамического устройства с учетом особенностей процесса формирования полипропиленовых комбинированных нитей.

Список использованных источников

1. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей. – Витебск: УО «ВГТУ», 2002. – 210 с.

SUMMARY

Maliutsina I.A., Ryklin D.B. The research and optimization of air-jet nozzle construction for combined polypropylene yarn.

In the article air-jet nozzle construction for combined polypropylene yarn is described. Mathematical models of process combined polypropylene yarn forming are obtained. Balloon shape of yarn in the nozzle chambers is defined theoretically. Optimum parameters of the air-jet nozzle are established.

УДК 677.022.6

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА БАЛЛОНИРОВАНИЯ НИТИ НА ПОЛОМ ВЕРЕТЕНЕ

Н.Н. Бодяло, В.И. Ольшанский, А.Г. Коган

При формировании комбинированной крученой пряжи или нити на прядильно-крутильной машине большое внимание следует уделять правильному выбору натяжения скручиваемых стренг, которое оказывает значительное влияние на стабильность процесса получения нити и на ее свойства.

Натяжение выпрядаемой стренги достаточно равномерно и может регулироваться с целью сближения натяжения двух стренг в определенных пределах за счет изменения вытяжки между передним цилиндром и выпускной парой. Натяжение же прикручиваемой стренги, сматываемой с вращающегося початка и образующей баллон, менее стабильно и меняется с изменением размеров початка и формы баллона, который зависит от скорости вращения веретен, линейной плотности нити, высоты и формы питающей паковки [1].

Наиболее полно механика гибкой нити изложена в работах А.П. Минакова, И.И. Мигушова, Ю.В. Якубовского и др. В технологических процессах, протекающих на различных машинах текстильной промышленности, широко распространено движение баллонирующей нити. Вопросами теории процесса баллонирования на текстильном оборудовании занимались П.Ф. Ерченко, А.Н. Васильев, И.Г. Борзунов, А.Г. Коган и др.

Специфика процесса формирования крученой комбинированной нити для швейных ниток на прядильно-крутильной машине, разработанного на кафедре ПНХВ [2], вызвала необходимость изучения процесса баллонирования и разработки нового аналитического метода определения натяжения нити на полом веретене.

Натяжение комбинированной нити на полом веретене состоит из натяжения нити в баллоне при сматывании с катушки, натяжения в канале веретена и натяжения в стабилизаторе крутки, установленном в нижней части полого веретена.

На участке от бобины до шпинделя веретена комбинированная нить в результате вращения получает форму баллона. Для определения натяжения нити в баллоне необходимо описать форму баллонирующей нити математической моделью. Для