

## SUMMARY

The features of cause-effect-relationships in the technological systems which are described by the mathematical models are considered. It is shown that except real factors in the definite conditions in the systems appear the virtual factors capable to influence essential the systems functioning. Besides virtual the hidden factors making difficult the system behavior may appear in the systems. It is shown that taking into account these factors increases the decisions adequacy in monitoring the system in the concrete situation.

УДК 677.022.62/.66

### **ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОРАСТЯЖИМОЙ НИТИ ОДНОПРОЦЕССНЫМ СПОСОБОМ НА МАШИНЕ ПК-100**

***П.П. Павлюченко, С.С. Медвецкий, Е.А. Конопатов***

В Витебском государственном технологическом университете на кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» разработан способ получения высокоэластичной нити однопроцессным способом на машине ПК-100. Высокоэластичная нить используется вместе с неэластичными волокнами для изготовления трикотажных изделий и придает одежде свойства эластичности и растяжимости, обеспечивая ее функциональность, удобство, возможность хорошего покроя и стабильность формы.

В настоящее время производство обкрученных эластомерных нитей производится на специализированном оборудовании, характерным признаком которого является расположение полых веретен друг над другом. Такое расположение увеличивает габариты машины по высоте и усложняет заправку веретен.

Целью данных экспериментальных исследований являлось установление влияния параметров формирования высокоэластичной нити на модернизированной машине ПК-100 на ее свойства, а также определение оптимальных величин первого и второго кручения.

Главным преимуществом данного способа получения высокоэластичной нити является то, что он реализуется на базе уже готовой машины – необходима всего лишь ее модернизация, заключающаяся в устранении питающей рамки и вытяжного прибора из заправки машины, установки переходного валика и нитенаправителя. Производство нити происходит однопроцессным способом, аналогично современному зарубежному оборудованию.

На рисунке 1 представлена технологическая схема получения высокоэластичной нити однопроцессным способом на машине ПК-100.

Паковка с высокоэластичным компонентом 2 устанавливается на бобинодержатель и прижимается к мотальному барабанчику 1. Скорость вращения мотального барабанчика меньше скорости оттяжной пары 12 в необходимое количество раз для создания необходимого растяжения высокоэластичного компонента. Далее высокоэластичная нить через нитепроводник 3 поступает снизу в канал полого веретена 5, где скручивается при выходе из веретена с пряжей 6. При этом происходит первое кручение нити. Затем нить поступает через нитенаправитель 8 и вращающийся направляющий ролик 9 во второе веретено, где происходит скручивание нити с пряжей 10. При этом происходит второе кручение и окончательное формирование высокоэластичной нити. Сформированная нить 11 с помощью оттяжной пары 12 и раскладывающегося прутка 13, мотального барабанчика 14 наматывается на выпускную паковку 15.

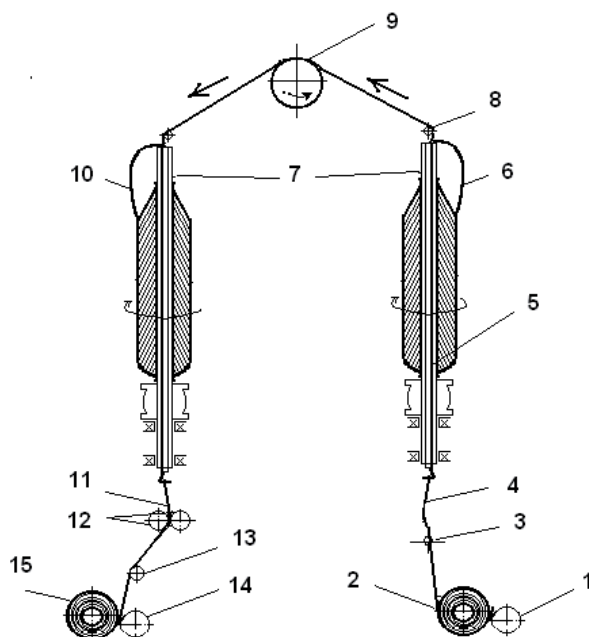


Рисунок 1 – Технологическая схема модернизированной прядильно-крутильной машины ПК-100 для получения высокорастяжимых нитей

В качестве обкруточного компонента может быть использована хлопчатобумажная, полушерстяная пряжа, комплексные и текстурированные химические нити. В качестве стержневой эластомерной нити может быть использована нить «Спандекс», Дорластан или LYCRA®.

В условиях лаборатории кафедры ПНХВ были проведены экспериментальные исследования по оптимизации технологического процесса получения комбинированной высокоэластичной нити, при выполнении которых в качестве стержневого компонента использовалась эластомерная нить «Спандекс» линейной плотности 50 текс. В качестве обкруточного компонента использовалась полушерстяная пряжа линейной плотности 22 текс производства ОАО «Полесье».

Предварительные эксперименты позволили установить интервалы варьирования величин первого ( $X$ ) и второго ( $Y$ ) кручений, при которых происходит устойчивое формирование высокоэластичной нити. Уровни  $X$  и  $Y$  представлены в таблице 1.

Величина крутки при первом и при втором кручении изменялась на машине частотой вращения веретен.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования входных параметров

Варьируемые параметры	Ед. измер.	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
$X$ – крутка при первом кручении	кр/м	100	1480	1580	1680
$Y$ – крутка при втором кручении		100	970	1070	1170

Исследования свойств крученой эластомерной нити проводились в условиях лаборатории кафедры ПНХВ по существующим методикам. Был проведен полный двухфакторный эксперимент по матрице Коно. При проведении эксперимента нарабатывались 9 образцов высокоэластичной пряжи, которые проверялись по всем необходимым показателям.

В качестве критериев оптимизации выступали:

- равновесность крученой пряжи, кр/м;
- растяжимость крученой пряжи, %
- коэффициент вариации по длине витка первого кручения, %;
- коэффициент вариации по длине витка второго кручения, %.

Данные показатели в наибольшей степени характеризуют качество формирования высокорастяжимой нити и возможность ее дальнейшей переработки в трикотажном производстве.

Растяжимость определялась по следующей формуле:

$$R = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

где  $L_0$  – первоначальная длина образца,  
 $L_1$  – длина образца после растяжения.

Коэффициенты вариации по длине витков первого и второго кручения в наибольшей степени отражают равномерность обкрутки эластомерного сердечника нитями. Чем меньше данный показатель, тем лучше внешний вид пряжи и полученных из нее изделий. Данный показатель рассчитывался при оценке вариации между тридцатью двухсантиметровыми отрезками пряжи. Отрезок пряжи разбирался на витки первого и второго кручения, а затем оценивалась неровнота между длиной витков отдельно для первого и второго кручения.

Линейная плотность нитей определялась согласно ОСТ 17-247.0-81 «Нить полиуретановая «Спандекс» обкрученная. Метод определения линейной плотности».

В результате обработки экспериментальных данных были получены уравнения моделей для следующих величин:

для равновесности высокорастяжимой пряжи

$$N = 5.6 - 2.8 \cdot X + 0.33 \cdot Y + 3.33 \cdot Y^2 - 0.75 \cdot X \cdot Y;$$

для растяжимости высокорастяжимой пряжи

$$Y_2 = 49,8 + 3.5 \cdot X + 4.3 \cdot Y + 2.36 \cdot X^2 - 0.75 \cdot X \cdot Y;$$

для коэффициента вариации по длине витка первого кручения

$$CV1 = 5.3 - 0.87 \cdot X + 1.1 \cdot X^2 + 0.25 \cdot X \cdot Y;$$

для коэффициента вариации по длине витка второго кручения

$$CV2 = 5 - 0.85 \cdot X - 0.48 \cdot Y + 2.09 \cdot X^2 + 1.87 \cdot Y^2.$$

На основании полученных регрессионных моделей был построен совмещенный график (рис. 2) зависимости критериев оптимизации от входных параметров эксперимента для нахождения зоны оптимума. По оси  $X$  отложена в натуральных значениях первичная крутка, а по оси  $Y$  – вторичная крутка.

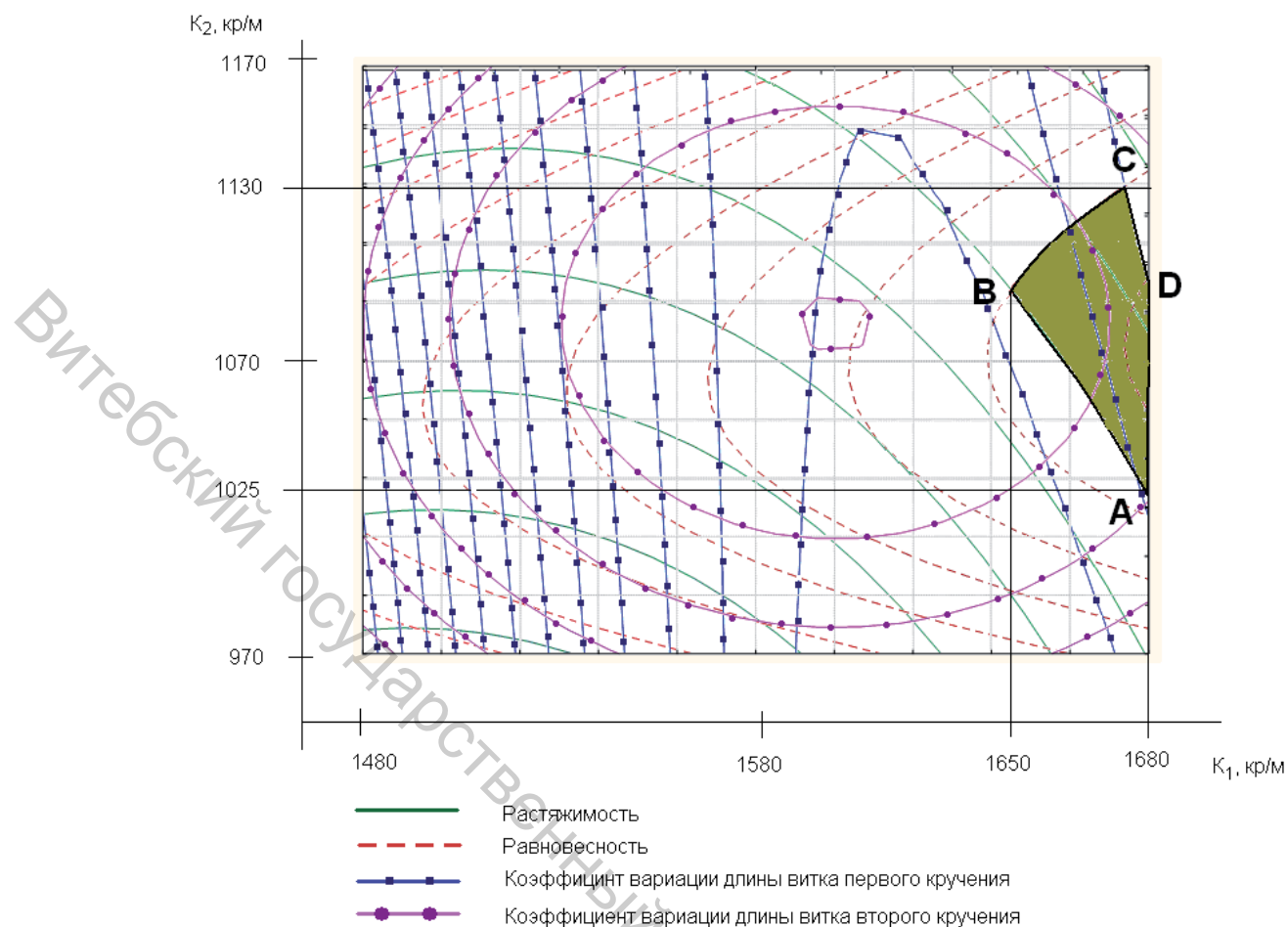


Рисунок 2 – Совмещенный график линий равного уровня зависимости свойств крученой эластомерной нити от величины первого и второго кручения

Свойства полученной высокорастяжимой пряжи при оптимизации параметров процесса кручения сравнивались со свойствами аналогичной высокорастяжимой пряжи производства Российской Федерации, используемой при производстве трикотажных изделий на ОАО «Полесье». К данному виду пряжи на ОАО «Полесье» предъявляются следующие требования:

- растяжимость пряжи не менее 54%;
- равновесность пряжи не более 10 кр/м;
- коэффициент вариации длины витка первого кручения – не более 5,4 %;
- коэффициент вариации длины витка второго кручения – не более 7 %.

Оптимальному сочетанию величин первичной и вторичной крутки соответствует область ABCD.

Таким образом, оптимальные параметры кручения высокорастяжимой пряжи, согласно полученной оптимальной зоне, следующие:

- первичная крутка  $1650 < K_1 < 1680$ , кр/м;
- вторичная крутка  $1025 < K_2 < 1130$ , кр/м.

Для определения оптимального предварительного растяжения эластомерной нити «Спандекс» при формировании высокорастяжимой нити проведены экспериментальные исследования с целью установления влияния данного показателя на эластичные свойства крученой эластомерной нити. Предварительное натяжение необходимо для получения высокорастяжимой нити с заданными эластическими, деформационными свойствами: создается на машине ПК-100 за счет разницы скоростей оттяжной пары 12 и скорости подачи

эластомерного компонента валом 1 (рис. 1). Эксперимент проводился при постоянном соотношении круток  $K1 / K2 = 1,48$ . Скорость оттяжной пары 12  $V_1$  оставалась неизменной, равной 6 м/мин, т.к. крутка и соотношение круток при проведении эксперимента должно было оставаться постоянным. Предварительное растяжение «Спандекса»  $\varepsilon$  изменялось скоростью вращения мотального вала  $V_2$ :

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

При различных соотношениях скоростей на опытном стенде были наработаны образцы крученой эластомерной нити и проверены следующие эластичные свойства:

- линейная плотность крученой эластомерной нити, Текс;
- равновесность;
- растяжимость, %;
- жесткость нити сН/мм;;
- относительная остаточная деформация (*Eост*), %;

На основании полученных данных были построены графики зависимости критериев оптимизации от величины предварительного растяжения «Спандекса» (рис.3).

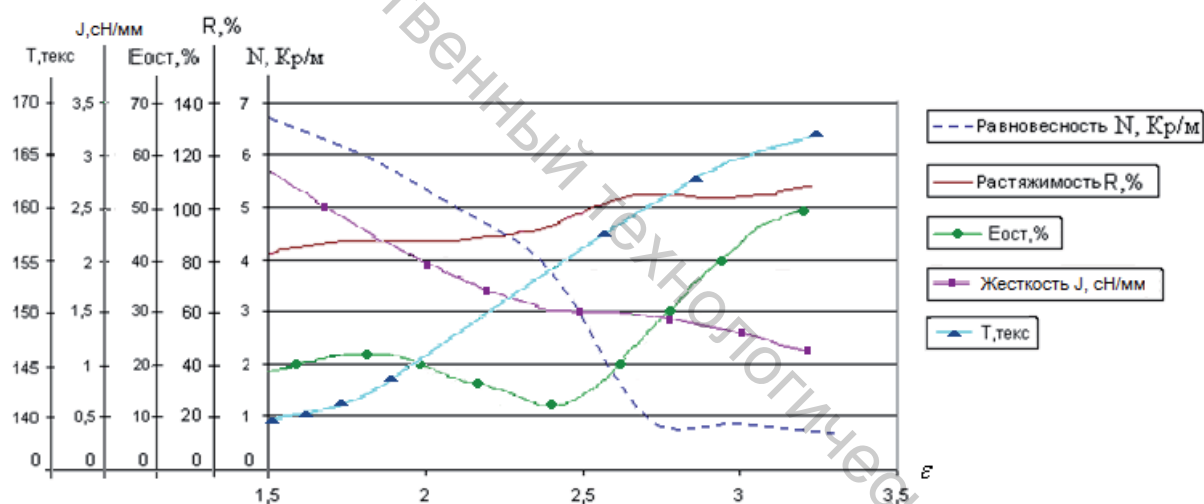


Рисунок 3 – Совмещенный график влияния предварительного растяжения «Спандекса» на эластичные свойства высокорастяжимой нити

Проанализировав данные графика, можно сделать следующие выводы:

– при увеличении предварительного растяжения комплексной нити «Спандекс» более чем в 2,5 раз нить становится более равновесной. Это объясняется тем, что большая усадка готовой нити после выхода из зоны формирования в большей степени компенсирует образующийся крутящий момент в нити;

– линейная плотность высокорастяжимой нити напрямую зависит от предварительного растяжения «Спандекса» и возрастает при его увеличении со 139,9 до 168,2 текс, т.к. витки первой и второй обкручивающих нитей больше сжимаются и усаживаются при сжатии высокорастяжимого сердечника, тем самым увеличивается количество витков обкручивающей пряжи на единицу длины нити и ее линейная плотность. В результате обработки экспериментальных данных средняя линейная плотность получилась равной 145 текс.

– растяжимость нити увеличивается с 85,6% до 107,2% при увеличении предварительного растяжения «Спандекса», поскольку более вытянутый «Спандекс» больше усаживается вместе с готовой нитью.

Для определения жесткости от каждого из наработанных образцов было взято по пять десятисантиметровых отрезков, к которым подвешивался на время груз массой  $m$  (5 г). Жесткость определялась по следующей формуле:

$$J = \frac{F}{L_1 - L_0},$$

где  $L_0$  – первоначальная длина образца, мм;

$L_1$  – длина образца после растяжения, мм;

$F$  – вес груза, сН.

При увеличении степени растяжения нити «Спандекс» коэффициент жесткости уменьшается с 2,254 до 1,116 сН/мм, нить становится более растяжимой.

Наиболее важной характеристикой при определении составных частей деформации является доля остаточной деформации, т.к. именно она определяет возвращение размеров изделий и нитей в исходное состояние. Данный показатель должен стремиться к минимальному значению. Величина остаточной деформации при увеличении предварительного растяжения «Спандекса» сначала несколько снижается, а затем увеличивается. Увеличение остаточной деформации можно объяснить тем, что более вытянутый «Спандекс» в меньшей степени восстанавливает свои первоначальные размеры после снятия нагрузки. При анализе графиков была определена оптимальная величина предварительного растяжения «Спандекса» в 2.5÷2.6 раз, при которой достигаются наилучшие показатели эластичных свойств высокорастяжимой нити

В результате экспериментальных исследований получена высокорастяжимая нить линейной плотности 145 текс, обладающая следующими свойствами (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-механические свойства опытных вариантов высокорастяжимой нити

Показатель	Величина
Линейная плотность обкручивающей полушерстяной пряжи, текс	22
Линейная плотность высокорастяжимой нити, текс	145
Равновесность, кр/м	4
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	5,1
Первая крутка, кр/м	1670
Вторая крутка, кр/м	1070
Коэффициент вариации по длине витка первого кручения, %	5,7
Коэффициент вариации по длине витка второго кручения, %	9,1
Растяжимость, %	62
Жесткость, сН/мм	1,34
Доля остаточной деформации, %	10,8

Полученные образцы нити были переработаны на плоскофанговой трикотажной машине. Результаты предварительной проработки показали возможность их дальнейшего использования при вязании изделий верхнего трикотажа.

#### ВЫВОДЫ

Разработан способ получения высокорастяжимой нити однопроцессным способом на машине ПК-100. Проведены экспериментальные исследования зависимости физико-механических свойств и релаксационных свойств

высокорастяжимой нити от оптимальных величин параметров ее формирования. Установлено, что разработанные нити не уступают по своим свойствам зарубежным аналогам.

#### Список использованных источников

1. Смирнов, Л. С. Текстурирование нити / Л. С. Смирнов, В. Н. Шавлюк. – Москва : Легкая индустрия, 1979. – 232 с.
2. ОСТ 17-247.0-81 . Нить полиуретановая Спандекс обкрученная. Метод определения линейной плотности. – Москва, 1983. – 7 с.

*Статья поступила в редакцию 15.10.2010 г.*

#### SUMMARY

The article is devoted to a creating a new technology for manufacturing of elastic yarn on the twister with follow spindle. The aim of experimental research was the optimisation of technological process of manufacturing of elastic yarn and determining the influence of parameters of the elastic yarn forming on the modernised twister with hollow spindle on its properties and selection of optimum values of the first and second twisting.

УДК 677.08.02.16./.022

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНО- СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

***Д.Б. Рыклин, А.М. Карпеня***

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» и ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев» разработана технология переработки коротковолокнистых текстильных отходов в твердые органо-синтетические волокнистые плиты (ОСВПт). Сырьем для производства ОСВП являются как текстильные отходы, так и древесное волокно, полученное по технологии производства ДВП. Процентное содержание текстильных отходов в композиции составляет от 30 до 70 %.

Согласно технологии процесс смешивания древесных и химических волокон происходит в бассейне нерегулированной массы. Данный бассейн представляет собой многоярусный центробежно-лопастной смеситель, который состоит из цилиндрического корпуса, в котором соосно установлен вращающийся вал. На валу жестко закреплены три радиальные области прямоугольного сечения с углом наклона плоскости лопасти к горизонту  $45^{\circ}$ . Лопасты сдвинуты друг относительно друга на  $60^{\circ}$ . В данном случае имеет место механический способ смешивания. Процесс производства ОСВПт из полученной смеси осуществляется по технологии производства древесноволокнистых плит мокрым способом.

Производство ОСВП является одним из наиболее перспективных направлений переработки вторичных материальных ресурсов, так как предполагает использование низкосортной древесины, отходов текстильной промышленности для изготовления высококачественных профильных деталей для широкого спектра применений, включая строительство и мебель. ОСВП также могут быть использованы в авто- и вагоностроении, в производстве строительных материалов для облицовки административных и жилых помещений, оконных и дверных блоков и др.

При разработке технологии в качестве основного сырьевого компонента использованы коротковолокнистые отходы полиакрилнитрильного (ПАН) волокна, получаемые в результате стрижки искусственного меха производства ОАО «БелФа» (кноп стригальный), длиной не более 0,5 – 25 мм.