

УДК 677.314.022.043.3

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КАМВОЛЬНОЙ ПРЯЖИ
С ВЛОЖЕНИЕМ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКОН**

**DESIGNING STRENGTH OF WORSTED YARN
WITH POLYACRYLONITRILE FIBERS**

Н.С. СКУЛАНОВА, Е.Р. ПОПОВА, А.О. АРТИКОВ
N.S. SKULANOVA, E.R. POPOVA, A.O. ARTIKOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

В настоящей работе проведены расчеты прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон. Для расчета использовался аналитический метод проектирования пряжи из многокомпонентной смеси в условиях существенного различия геометрических и прочностных свойств волокон.

The paper presents the calculations of strength of worsted yarn with polyacrylonitrile fibers. For calculation the analytical method of designing the yarn from multicomponent mixture in conditions of significant difference of fibers geometric and mechanical properties has been used.

Ключевые слова: камвольная пряжа, теория проектирования, смесь волокон, геометрические и прочностные свойства, планы прядения.

Keywords: worsted yarn, designing theory, fibers mixture, geometric and strength properties, spinning plans.

В настоящее время в шерстяной отрасли необходим переход на разработку и освоение принципиально новых технологических комплексов переработки шерстяного российского сырья в конкурентоспособные текстильные изделия, которые составили бы конкуренцию зарубежным производителям.

Для создания качественной пряжи в камвольной системе прядения необходимо увеличить прочность, удлинение и равномерность пряжи. С использованием теории

проектирования пряжи из многокомпонентной смеси в условиях существенного различия геометрических и прочностных свойств проведены теоретические расчеты прочности камвольной одиночной пряжи с вложением в смеси полиакрилонитрильных волокон. В табл. 1 представлены составы смесей для получения камвольной пряжи линейной плотности 31 текс (шерстяной, полушерстяной и полиакрилонитрильной) и составлены планы прядения (табл. 2).

Таблица 1

№ п/п	Компоненты смеси	Долевое содержание компонентов по массе
1	Шерсть мериносая 64 ^к (М.,21., I, мз.)	1
2.1	Шерсть мериносая 64 ^к (М.,21., I, мз.)	0,5
2.2	Полиакрилонитрильное волокно	0,5
3.	Полиакрилонитрильное волокно	1

Таблица 2

Машины по переходам	Линейная плотность входящего продукта, ктекс	Число сложений	Вытяжка	Линейная плотность выпускаемого продукта, ктекс
Меланжир	24	18	18	24
Ленточная машина I переход SC-400	24	8	8	24
Ленточная машина II переход SC-400	24	8	8	24
Ленточная машина III переход SC-400	24	8	12	8x2
Ровничная машина BM-15	8	1	18	0,44
Прядильная машина FTC-7L	0,44	-	14	31

Оценка неровноты пряжи при вложении полиакрилонитрильных волокон была проведена на приборе КЛА-2. На рис. 1 представлены графики градиентов неровноты пряжи для трех вариантов: при вложении в смесь 50% полиакрилонитрильных волокон неровнота по полуметровым отрезкам снижается на 14,7%, по двухметровым отрезкам – на 15,5% и для пряжи 31 текс из полиакрилонитрильных волокон снижение неровноты для отрезков той же длины составляет 29,2 и 35,4%.

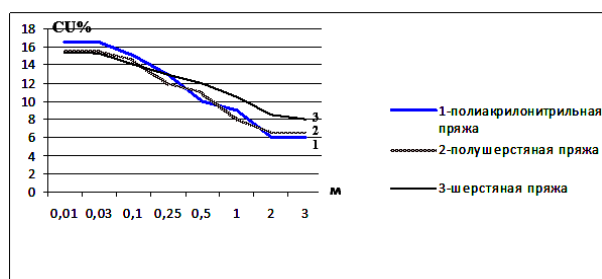


Рис. 1

При теоретическом расчете прочности камвольной пряжи с вложением в смеси полиакрилонитрильных волокон использован метод расчета прочности, принятый в механике нити [1...3]. Решение задач, связанных с нахождением перемещений и напряжений волокон при нагружении пряжи силой P , состоит в следующем: 1) составить уравнения совместности деформаций; 2) заменить в уравнениях совместности деформации напряжениями или усилиями

по закону Гука; 3) составить уравнения статики, считая геометрию системы определенной для недеформированного состояния; 4) решить полученную систему уравнений.

Прочность пряжи определяем по следующей формуле:

$$P_* = \bar{P}_v(\ell) m_i (e_1 + 1) k k_c \langle \cos \vartheta \rangle, \quad (1)$$

где \bar{P}_v – прочность волокон длиной ℓ наиболее жесткого компонента; m_i – число волокон наиболее жесткого компонента; $(e_1 + 1)$ – сумма соотношения жесткостей волокон в пряже; k – коэффициент реализации средней прочности волокон; k_c – коэффициент скольжения; ϑ – угол ориентации отдельных волокон.

Коэффициент реализации средней прочности волокон равен:

$$k = \frac{(\alpha e)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}, \quad (2)$$

где α – параметр распределения Вейбулла прочности волокон; $\Gamma(x)$ – гамма-функция Эйлера.

Проскальзывание волокон уменьшает прочность пряжи и характеризуется коэффициентом скольжения. Коэффициент

скольжения определяется по следующей формуле:

$$k_c = 1 - \frac{2}{3\ell_b} \sqrt{\frac{d_b Q}{\mu(1 - \cos^2 \beta)}}, \quad (3)$$

где d_b – диаметр волокна; Q – длина волны миграции, которую можно принимать равной четырем оборотам крутки; μ – коэффициент трения между волокнами.

Прочность волокон наиболее жесткого компонента в зависимости от длины компонента определялась по формуле:

$$P_w(\ell) = P_w \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right), \quad (4)$$

где P_w и α – параметры распределения Вейбулла; ℓ_0 – зажимная длина волокон

при определении прочности волокна ($\ell_0 = 10$ мм); ℓ – длина волокна наиболее жесткого компонента.

Для расчета прочности пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон с использованием аналитического метода проектирования определены следующие значения (табл. 3): линейная плотность волокон в смеси; прочность, удлинение волокон и прочность волокон наиболее жесткого компонента в зависимости от длины волокон; коэффициенты вариации по прочности и удлинению волокон; средняя длина волокон; жесткость волокон, жесткость компонента и соотношение жесткостей волокон в пряже; параметры распределения Вейбулла прочности волокон; коэффициент реализации средней прочности волокон в пряже; коэффициент скольжения.

Т а б л и ц а 3

Компоненты смеси	Линейная плотность волокна, текс	Прочность волокна, сН	Удлинение волокна, %	Средняя длина волокон компонента, мм	Жесткость волокна, сН	Число волокон в сечении пряжи	Число волокон компонента	Жесткость компонента, сН	Сумма соотношения жесткостей волокон в пряже	Число волокон наиболее жесткого компонента	Прочность наиболее жесткого компонента, сН	Теоретическая прочность пряжи, сН
Вариант 1 Шерсть мерини- совая 64 ^к (М., 21., I, мз.)	0,42	9,54	20,6	67,7	46,311	48	48	2222,9	1	48	6,768	173,6
Вариант 2 Шерсть мерини- совая 64 ^к (М., 21., I- II, мз.) Полиакрилонит- рильное волокно	0,42 0,4	9,54 18,5	20,6 23,4	67,7 65,0	46,311 79,6	51	24 27	1111,5 2134,6	1,521	27	11,71	228,2
Вариант 3 Полиакрилонит- рильное волокно	0,4	14,3	23,4	65,0	79,6	53	53	4190,2	1	53	11,71	331,4

ВЫВОДЫ

При выработке пряжи 31 текс с вложением в состав смеси 50 и 100 % полиакрилонитрильных волокон (варианты 2 и 3) наиболее жестким компонентом определены полиакрилонитрильные волокна (2134,6 и 4190 сН), прочность полиакрилонитрильных волокон в зависимости от длины составила 11,7 сН, число волокон наиболее жесткого компонента соответственно 27 и 53. Теоретическое определение коэффициента реализации средней прочности волокон в пряже и коэффициента скольжения позволило провести расчеты прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон аналитическим методом. При вложении в смеси шерсти 64^к и 50% полиакрилонитрильных волокон прочность пряжи увеличивается на 31,45%, а прочность полиакрилонитрильной пряжи – на 90,9%. Испытания пряжи показали, что реальная прочность исследуемой пряжи меньше предсказанной теоретически на 5...7%.

Аналитические расчеты прочности, учитывающие структурные особенности пряжи, геометрические, жесткостные, функциональные и другие характеристики волокон, дают удовлетворительное описание разрушения пряжи.

1. Для трех составов смесей определены теоретические параметры: жесткости компонентов, коэффициенты реализации средней прочности волокон в пряже, коэффициенты скольжения, параметры распределения Вейбулла.

2. Проведено проектирование прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон с использованием аналитического метода, принятого в механике нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Аналитические методы проектирования нити и пряжи. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007.
2. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
3. *Скуланова Н.С.* Проектирование технологии и сформированной из нетрадиционных видов сырья аппаратной пряжи: Дис...докт. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 07.12.12.