

## КОМБИНИРОВАННЫЕ ВЫСОКОРАСТЯЖИМЫЕ НИТИ

А.С. ДОРИОМЕДОВ, В.А. РОДИОНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В связи с широким использованием эластомерных полиуретановых нитей для получения комбинированных нитей и готовых трикотажных изделий из них вопрос о разработке технологии получения комбинированных нитей с эластомерным компонентом является актуальным.

Цель данной работы заключается в разработке комбинированных высокоэластичных нитей с эластомерным компонентом. Для проведения исследований были использованы эластомерная полиуретановая нить "Лайкра" линейной плотностью 2,2 текс, полипропиленовые текстурированные комплексные нити линейной плотностью 16,8 текс бордового цвета и полиамидные комплексные нити серебристого цвета линейной плотностью 5,6 текс в качестве обкруточных компонентов.

Была получена комбинированная растяжимая нить линейной плотностью 24,6 текс нового поколения для выработки трикотажных изделий высокой формоустойчивости и повышенной комфортности.

Анализ процесса получения комбинированных растяжимых нитей с эластомер-

ным компонентом осуществлялся с помощью математических методов планирования эксперимента [1]. С этой целью была предложена параболическая регрессионная однофакторная математическая модель. Основным фактором при производстве комбинированных растяжимых нитей, влияющих на их свойства, является число обкручиваний на единицу длины эластомерного компонента полиамидными и полипропиленовыми нитями, которое изменяли от 494 кр/м до 950 кр/м. Число уровней фактора в нашем случае  $N = 5$ . Для повышения точности выходных параметров каждый опыт проводили по 2 раза. Число обкручиваний влияет на следующие критерии: абсолютная разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, растяжимость. В табл. 1 (результаты однофакторного активного технологического эксперимента) приведены значения входного параметра, влияющего на технологический процесс:  $x_u$  – число обкручиваний на единицу длины; выходных параметров  $y_u^T$  – абсолютной разрывной нагрузки, удлинения при разрыве, растяжимости.

Т а б л и ц а 1

u	$x_u$ , кр/м	Разрывная нагрузка, сН		Растяжимость, %		Удлинение при разрыве, %	
		$y_u^T$ <sub>1</sub>	$y_u^T$ <sub>2</sub>	$y_u^T$ <sub>1</sub>	$y_u^T$ <sub>2</sub>	$y_u^T$ <sub>1</sub>	$y_u^T$ <sub>2</sub>
1	950	660	680	60	57	18,5	19,2
2	816	691	699	88	83	16,4	16,2
3	692	740	725	96	98	17,4	16,2
4	590	730	740	104	100	16,8	15,8
5	494	829	812	102	103	16,0	16,8

Обработка результатов осуществлялась с помощью программ MathCAD и Excel. Анализ полученных результатов показал, что выбранная математическая модель наиболее точно описывает влияние числа обкручиваний на физико-механические показатели (рис.1...3). На основании проведенных исследований были определены коэффициенты математических моделей,

их значимость, так как расчетное значение коэффициента Стьюдента больше табличного:  $t_R < t_T$ . Данная математическая модель адекватна экспериментальным данным и проведенный эксперимент обладает свойствами воспроизводимости, так как расчетное значение коэффициента Фишера меньше табличного:  $F_R \leq F_T \leq 5,41$ .

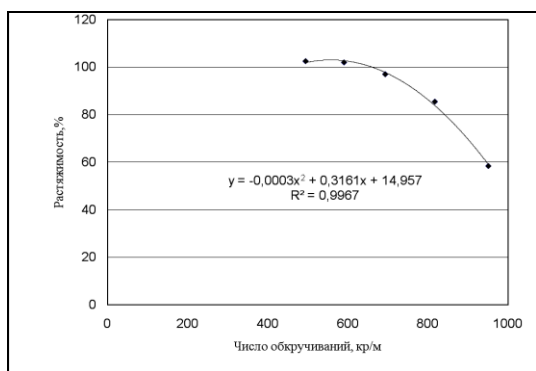


Рис. 1

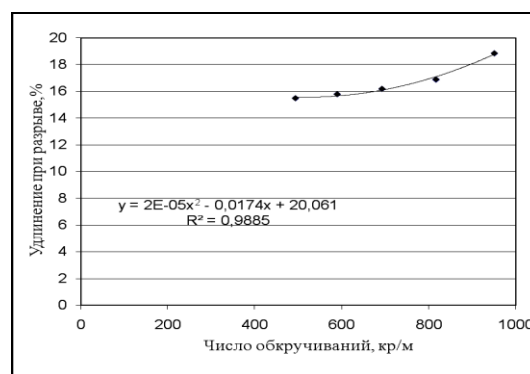


Рис. 2

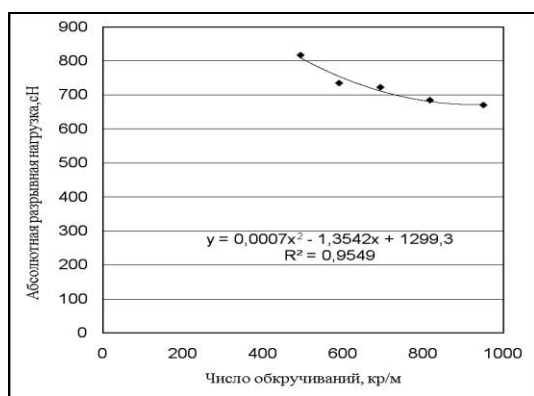


Рис. 3

Анализ полученных графиков (рис. 1 – график зависимости растяжимости от числа обкручиваний; рис. 2 – график зависимости удлинения при разрыве от числа обкручиваний; рис. 3 – график зависимости абсолютной разрывной нагрузки от числа обкручиваний) показывает, что с увеличением числа обкручиваний на единицу длины комбинированной растяжимой нити абсолютная разрывная нагрузка уменьшается, что объясняется расположением полипропиленового и полиамидного компонентов под большим углом к оси комбинированной нити.

Растяжимость комбинированной высокоэластичной нити уменьшается с увеличением числа обкручиваний с 104 до 58%. Это объясняется тем, что при малых скоростях выпуска готовой нити, при обкручивании растянутого эластомерного компонента полипропиленовыми текстурированными и полиамидными комплексными нитями, на готовой нити образуется большее количество витков компонентов и при

снятии растягивающей нагрузки готовая нить сокращается на меньшую величину, тем самым уменьшая растяжимость. При увеличении числа обкручиваний на единицу длины удлинение готовой нити при разрыве увеличивается от 16,2 до 18,4%. Это объясняется тем, что обкручиваемые компоненты располагаются по винтовым линиям и при деформации растяжения происходит распрямление витков.

При производстве комбинированных нитей с эластомерным компонентом на обкруточных машинах большое значение имеет натяжение, которое испытывает нить – обкруточный компонент, сматываемый с катушки, установленной на полном веретене.

Для определения натяжения обкруточного компонента в баллоне сматывания использовался математический метод, который учитывает выбор рациональных форм дифференциальных уравнений равновесия или движения нити [2]. Сущность метода заключалась в определении основных параметров баллона: высоты баллона, максимального радиуса баллона и длины нити (обкруточного компонента) в баллоне и их дальнейшей математической обработке в среде MathCAD:

$$y = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{C_1 C_2}{\mu}} \sin \left( \sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega x \right). \quad (1)$$

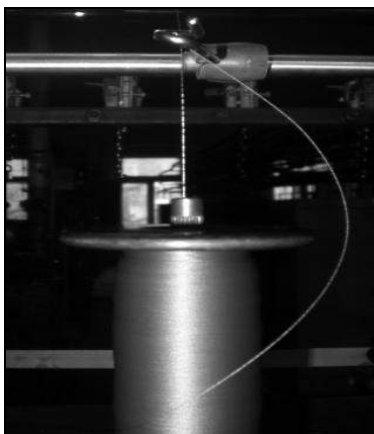


Рис. 4

Было определено натяжение полипропиленового текстурированного и полиамидного компонентов линейной плотностью 16,8 и 5,6 текс, используемых для обкручивания (рис. 4 – фото обкруточного компонента в баллоне) эластомерного компонента линейной плотностью 2,2 текс при производстве комбинированных высокорастяжимых нитей на стенде обкруточной машины. С помощью стробоскопа оп-

ределена угловая скорость баллона, которая составила  $765 \text{ с}^{-1}$ . Была применена фотосъемка, которая осуществлялась с помощью цифрового фотоаппарата. Основные параметры баллона приведены на рис.5.

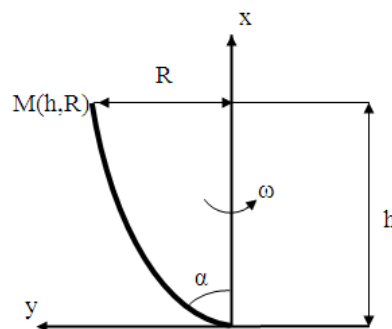


Рис. 5

Для определения неизвестных коэффициентов  $C_1$ ,  $C_2$  и натяжения нити  $T$  в баллоне сматывания задавались граничными условиями:

$$x = h, y = R, \quad R = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{C_1 C_2}{\mu}} \sin \left( \sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega h \right), \quad (2)$$

$$\ell = \int_0^h \left( 1 + \frac{1}{2} y' \right)^2 dx = \int_0^h \left( 1 + \frac{1}{2} \left[ \sqrt{C_2} \cos \left( \sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega x \right) \right]^2 \right) dx, \quad (3)$$

где  $h$  – высота баллона, м;  $R$  – радиус фланца катушки, м;  $\ell$  – длина нити в баллоне, м;  $\omega$  – угловая скорость нити в баллоне,  $\text{с}^{-1}$ .

Наработка образцов проводилась на стенде обкруточной машины при следующих параметрах – для полипропиленовой нити: высота баллона  $h_1 = 0,096$  м, радиус фланца катушки  $R_1 = 0,0305$  м, длина нити в баллоне  $\ell_1 = 0,140$  м; для полиамидной комплексной нити:  $h_2 = 0,082$  м,  $R_2 = 0,0305$  м,  $\ell_2 = 0,110$  м. Расчет неизвестных параметров проводили с помощью программы MathCAD, на основании которой можно сделать вывод, что вследствие малой угловой скорости натяжение нити также мало, то есть  $T_1 = 2,5$  сН и  $T_2 = 1,3$  сН. Это обеспечивает надежность техноло-

гического процесса и получение готовой комбинированной нити с эластомерным компонентом высшего качества. Анализ зависимости натяжения обкруточного компонента показывает, что с увеличением линейной плотности и угловой скорости нити в баллоне сматывания натяжение увеличивается.

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны новая структура и технология получения комбинированной высокорастяжимой нити для носочного ассортимента с хорошей формоустойчивостью.

2. Выбранная параболическая модель адекватна экспериментальным данным,

коэффициенты данной модели значимы и проведенный эксперимент воспроизводим.

3. С целью повышения надежности технологического процесса было определено натяжение обкруточных компонентов в баллоне сматывания, которое имеет малую величину и не влияет на протекание технологического процесса.

4. Оптимальным параметром для выработки исследуемой комбинированной высокорастяжимой нити является число обкручиваний, равное 590 кр/м.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

2. *Щербаков В.П.* Прикладная механика нити: Учебное пособие. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. С. 48...301.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 24.04.09.

---