

УДК 677.494.675'5:62

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМБИНИРОВАННЫХ ОБКРУЧЕННЫХ НИТЕЙ**

**OPTIMIZATION OF STRUCTURE AND TECHNOLOGY
OF MAKING COMPLEX TWISTED THREADS**

Е.В. БЛАГУШИНА, В.А. РОДИОНОВ
E.V. BLAGUSHINA, V.A. RODIONOV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье рассматривается технология получения комбинированных нитей путем двойного обкручивания нитей Русар пряжей Арселон.

Отражено влияние величины крутки на физико-механические свойства полученного продукта. Анализ разрывных характеристик обкрученной нити показывает, что с ростом величины крутки разрывные характеристики сначала немного возрастают, а потом резко падают; линейная плотность и жесткость увеличиваются. Неравновесность практически не меняется и остается минимальной.

С учетом изменения физико-механических свойств найдено оптимальное число обкручиваний, которое составляет 290 кр/м.

The article presents the technology of making complex threads by double twisting of Rusal threads by Arselon yarn.

Influence of twisting size on physical and mechanical properties of the given product has been reflected. The analysis of breaking characteristics of twisted thread shows that breaking characteristics increase a little at the beginning with twisting size increase, and then they fall dramatically; linear density and rigidity increase. Non-equilibrium almost does not change and stay minimum one.

Taking into account physical and mechanical properties the optimal number of twisting has been found, which is 290 tw/m.

Ключевые слова: комбинированная нить, физико-механические характеристики, обкручивание, высокопрочный, разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, неравновесность, величина обкручиваний, хорошо окрашиваемый, устойчивость к истиранию, кислородный индекс, термостойкость, огнестойкие материалы, пряжа Арселон, нить Русар, защитная одежда, баллистическая защита.

Keywords: a complex thread, physical and mechanical properties, twisting, high-strength, breaking load, elongation when breaking, non-equilibrium, twist value, well-dyed, abrasion stability, oxygen index, thermostability, flame resistant material, Aselon yarn, Rusar thread, protective clothing, ballistic protection.

В настоящее время все большую популярность приобретают технические ткани для создания изделий баллистической защиты для военных, одежды для огнеборцев, металлургов и других опасных профессий. Требования к таким материалам растут с увеличением областей их использования. Баллистические материалы должны обладать высокой прочностью, чтобы смягчать и задерживать удар пули. В то же время ткани для защитных изделий для пожарников и огнеборцев должны быть термо-, огнестойкими, чтобы они могли спастись в экстремальной ситуации [1...3]. Важно и то, чтобы материал, идущий для изготовления этих изделий, хорошо окрашивался и воспринимал печать.

При создании антибаллистических и других защитных материалов большие надежды возлагались на такие материалы, как Кевлар (США), Тварон (Нидерланды), Технора (Япония), Русар (Россия) [1], [2]. Однако эти материалы наряду с превосходными прочностными и эксплуатационными свойствами недостаточно хорошо окрашиваются, что вызывает необходимость использовать другой материал для верхнего слоя защитной одежды.

Возник вопрос о получении универсального материала, отвечающего требованиям нескольких областей применения, эффективного, надежного и экономически выгодного.

В данной статье освещаются этапы исследования огнестойких и высокопрочных материалов, обладающих всеми нужными для защитных изделий свойствами, на примере отечественных нитей Русар и пряжи Арселон, переработанных в комбинированную нить.

Арселон – это материал, который не отличается высокой прочностью, но имеет схожие с Русаром эксплуатационные ха-

рактеристики: высокий кислородный индекс, термостабильность, хемостойкость, гигроскопичность, электроизоляционные свойства. Основными преимуществами служат хорошая окрашиваемость и низкий ценовой уровень на фоне других термостойких материалов.

Целью работы является получение комбинированной нити, состоящей из нити Русар и пряжи Арселон и обладающей всеми необходимыми для защитных изделий свойствами: такими, как высокая разрывная нагрузка, хорошая устойчивость к истиранию, сопротивление к действию открытого огня и, главное, хорошая окрашиваемость.

В качестве исходного сырья были выбраны нити Русар линейной плотности 29,4 текс производства ОАО "Каменское-Волокно" и пряжа Арселон линейной плотности 29,4 текс производства ОАО "Кобринская прядильно-ткацкая фабрика Ручайка".

Для исходных нитей проводились испытания по следующим показателям: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, линейная плотность, неравномерность, величина крутки, коэффициент жесткости, разрывная нагрузка в петле и в узле. Выполняли по 20 испытаний. Полученные результаты для исходных нитей соответствуют ТУ на нить Русар и пряжу Арселон и приведены в табл. 1.

Арселоновая пряжа перематывалась на катушки на станке СТП-2-1. Катушки в свою очередь устанавливались на полые веретена на стенде обкруточной машины.

При наработке опытных образцов в качестве стержневого компонента использовалась нить Русар, в качестве обкруточных компонентов – пряжа Арселон. На стенде обкруточной машины осуществлялось обкручивание в двух противоположных направлениях.

Таблица 1

Показатели	Вид нити	Русар 29,4 текс		Арселоновая пряжа 29,4 текс	
		Ср	Сv	Ср	Сv
Разрывная нагрузка, сН		4799,55	15,05	622,25	16,38
Удлинение при разрыве, %		2,52	34,20	9,51	13,22
Линейная плотность, текс		29,64	3,22	29,68	5,40
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		163,09	15,84	21,17	22,40
Неравновесность, в/м		0,49	11,28	1,42	25,61
Крутка, кр/м		97,00	7,19	645,00	4,93
Жесткость при кручении, усл. ед.		35,68	18,94	36,58	23,16
Разрывная нагрузка в петле, сН		3074,75	4,28	400,50	15,38
Разрывная нагрузка в узле, сН		2455,88	6,08	378,50	16,32

С использованием математических методов планирования эксперимента были наработаны комбинированные нити с различным числом обкручиваний: 220; 290; 360; 430; 500 кр/м [4].

Готовые обкрученные нити подвергались тем же испытаниям, что и исходное

сырье, по типовым методикам с использованием стандартных приборов.

Полученные результаты обрабатывались с использованием программы "Статистика"; они приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	К = 220 кр/м		К = 290 кр/м		К = 360 кр/м		К = 430 кр/м		К = 500 кр/м	
	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv	Ср	Сv
Разрывная нагрузка, сН	7609,70	3,63	7653,80	3,55	7624,40	3,19	7553,35	2,66	7421,05	3,34
Удлинение при разрыве, %	5,98	9,66	6,10	4,70	6,14	2,82	5,99	2,47	5,86	3,34
Линейная плотность, текс	87,04	3,59	88,36	4,70	95,12	3,09	104,12	6,12	106,96	3,86
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	86,04	5,80	86,80	5,90	80,19	2,90	72,81	6,76	69,66	5,25
Неравновесность, в/м	0,53	8,87	0,50	9,37	0,57	4,38	0,61	19,10	0,62	19,99
K ₁ , кр/м	220,40	4,36	289,80	2,12	360,40	1,76	431,80	1,06	499,00	0,68
K ₂ , кр/м	220,40	4,12	289,80	2,17	360,40	1,52	431,80	1,06	499,00	0,77
Жесткость при кручении, усл. ед.	25,70	9,76	29,18	7,91	31,32	7,16	35,08	10,39	37,72	5,56
Разрывная нагрузка в петле, сН	3019,63	4,72	3143,35	5,03	3188,68	4,46	3332,65	4,36	3309,95	3,05
Разрывная нагрузка в узле, сН	3234,00	9,34	3547,60	9,37	1937,15	4,71	4388,15	2,79	4402,65	3,05

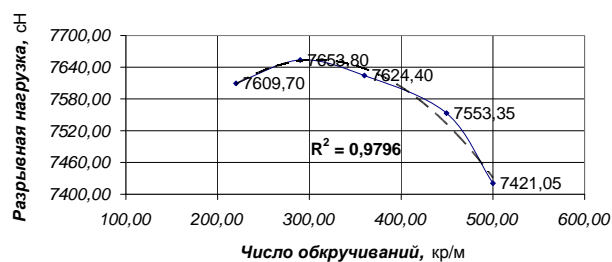


Рис. 1

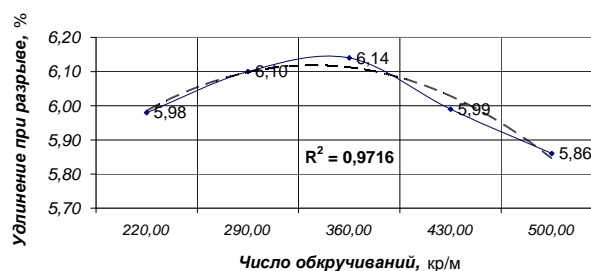


Рис. 2

С учетом полученных результатов были построены графические зависимости физико-механических показателей комплексных нитей от числа обкручиваний: рис. 1 – зависимость разрывной нагрузки от числа обкручиваний, рис. 2 – зависимость удлинения при разрыве от числа обкручиваний.

Математическая регрессионная модель (полиномиальный ряд 2-й степени) имеет следующий вид:

– для абсолютной разрывной нагрузки
$$Y_p = -0,006 x^2 + 3,6992 x + 7085,2, \quad (1)$$

– для удлинения при разрыве
$$Y_p = -0,0493 x^2 + 0,2607 x + 5,774, \quad (2)$$

– для удельной разрывной нагрузки
$$Y_p = -0,6136 x^2 - 0,9936 x + 88,83, \quad (3)$$

– для разрывной нагрузки в петле
$$Y_p = -0,0028 x^2 + 3,1382 x + 2463,7, \quad (4)$$

– для разрывной нагрузки в узле
$$Y_p = 0,0505 x^2 - 31,809 x + 7915,7. \quad (5)$$

Анализ полученных результатов показывает, что при увеличении числа обкручиваний разрывная нагрузка сначала увеличивается с 7609,7 до 7653,8 сН, а затем резко падает до 7421,0 сН, то есть изменяется на 3,1%. Это объясняется тем, что при обкручивании нити Русар увеличивается давление между элементарными нитями, что приводит к увеличению трения между ними, и, как следствие, повышается одновременно их разрыва. Кроме того, обкручивающие нити Арселон также принимают участие в разрывной нагрузке.

С увеличением числа обкручиваний удлинение при разрыве практически не изменяется, однако его величина больше, чем у исходной нити Русар. Это объясняется тем, что в комплексе Русар и Арселон работают как единое целое.

Линейная плотность с ростом крутки значительно увеличивается с 87,4 до 106,96 текс, то есть на 22,5% за счет роста массы обкручивающих компонентов; удельная разрывная нагрузка после 290 кр/м уменьшается до 69,66 сН/текс, то есть на 19,7%; неравновесность имеет малые значения от 0,50 до 0,62 в/м, что обеспечивает ей хорошую перерабатывающую

способность при выработке ткани и трикотажа.

Жесткость нити увеличивается с 25,70 до 37,72 усл.ед., то есть на 46,7%. Это объясняется тем, что при увеличении числа обкручиваний нить становится жесткой и менее гибкой.

Разрывная нагрузка в петле и в узле меньше разрывной нагрузки комбинированной нити на 42,2 и 46,2% соответственно, так как нить Русар довольно хрупкая на изгиб, что приводит к значительной потере прочности.

В результате исследований определено оптимальное число обкручиваний, равное 290 кр/м, что обеспечивает высокие разрывные характеристики и хорошие показатели неравновесности.

В Ы В О Д Ы

1. Обкручивание нити Русар арселоновой пряжей позволило получить материал, обладающий высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также хорошо окрашивающийся и воспринимающий печать.

2. Выбраны оптимальные технологические параметры по числу обкручиваний нити Русар арселоновой пряжей, которые составляют 290 кр/м. Нити с данной круткой обладают большей прочностью и хорошими значениями показателя неравновесности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Перепелкин К.Е., Мачалаба Н.Н., Кварацхелия В.А. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 22...29.

2. Мачалаба Н.Н., Будницкий Г.А., Щетинин А.М., Френкель Г.Г. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 31...40.

3. Волохина А.В., Щетинин А.М. // Химические волокна. – 2001, №2. С. 14...21.

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

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 10.12.12.