

2. Севостьянов, П.А. Математические методы обработки данных. Учебное пособие для вузов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 256 с. ISBN 5-8196-0056-9
3. Анатольев, С.А. Robustness of residual-base bootstrap to composition of serially correlated errors / Journ. Statistical Computation and Simulation, Vol. 79, No.3, pp.315 – 320.
4. Орлов, А.И. Прикладная статистика: учебник для вузов. / А.И. Орлов. – М.: Издательство «Экзамен», 2004. – 656 с.
5. Севостьянов, П.А., Ордов, К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике : монография. – М.: «Тисо Принт», 2015. – 412 с.
6. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников, - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с. ISBN 5-9221-0707-0
7. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Воробьев И.Н. Планирование экспериментов и обработка данных моделирования процессов старения полимерных материалов // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 282 с. – с. 246-249.

© Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., 2020

УДК 677.022.4

**ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
КОМБИНИРОВАННЫХ ВЫСОКООБЪЕМНЫХ НИТЕЙ  
RESEARCH OF GEOMETRIC PARAMETERS OF CORE-SPUN HIGH-  
BULK YARNS**

**Куландин Антон Сергеевич, Коган Александр Григорьевич  
Anton Kulandin, Alexander Kogan**

*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет», Республика Беларусь, Витебск  
Educational establishments «Vitebsk State Technological University»,  
Republic of Belarus, Vitebsk  
(e-mail: kulandin.vstu@gmail.com, kogan-ag@mail.ru)*

*Аннотация:* Проведено исследование геометрических параметров комбинированных высокообъемных нитей, где в качестве высокоусадочного компонента выступает не волокно, а комплексная полиэфирная высокоусадочная нить.

*Abstract:* A study was made of the geometric parameters of core-spun high-bulk yarns, where the high-shrink component is not fiber, but a complex polyester high-shrink yarn.

*Ключевые слова:* комбинированная нить, высокоусадочная нить, высокообъемная нить, линейная плотность, усадка, диаметр, объемность.

*Keywords:* core-spun yarn, high-shrink yarn, high-bulk yarn, linear density, shrinkage, diameter, bulk.

В настоящее время текстильными предприятиями Республики Беларусь и стран СНГ широко выпускаются и используются высокообъемные пряжи и нити. Тканые и трикотажные изделия из высокообъемных пряж и нитей обладают хорошими теплофизическими свойствами, большой мягкостью и пушистостью, имеют выразительный и красивый внешний вид. Также производство тканых и трикотажных изделий из высокообъемных нитей позволяет значительно снизить материалоемкость выпускаемых изделий, что способствует снижению их себестоимости. Одним из направлений получения высокообъемных нитей является применение в качестве высокоусадочного компонента комплексной полиэфирной высокоусадочной нити. На кафедре «Технология текстильных материалов» УО «ВГТУ» (г. Витебск, Республика Беларусь) разработана технология получения комбинированной высокообъемной нити, различных способов формирования. Основным этапом в производстве высокообъемных пряж и нитей является влажно-тепловая обработка, которая осуществляется с применением горячего воздуха или пара, а также с применением токов сверхвысокой частоты [1,2].

Для проведения исследований были получены следующие комбинированные нити:

- хлопкополиэфирная комбинированная нить  $T=35$  текс кольцевого способа формирования;
- многокомпонентная (шерсть, нитрон, полиэфир) комбинированная нить  $T=90$  текс аэродинамического способа формирования.

В процессе влажно-тепловой обработки комбинированные нити усаживаются, что способствует увеличению диаметра и объемности. Поэтому при определении физико-механических и геометрических параметров комбинированной высокообъемной нити следует учитывать их зависимость с усадкой.

Линейная плотность комбинированной нити, полученной на прядильной машине, определяется так же, как и для крученой нити:

$$T_k = T_v + T_{сер}, \quad (1)$$

где  $T_k$  – линейная плотность комбинированной нити, текс;

$T_v$  – линейная плотность волокнистого покрытия, текс;

$T_{сер}$  – линейная плотность комплексной химической нити, текс.

Для лучшего закрепления волокон на поверхности комплексной химической нити комбинированную нить скручивают в два и более сложения на крутильной машине, тогда линейную плотность крученой комбинированной нити (ККН) определяют по формуле:

$$T'_k = \frac{(T'_e + T'_{сер}) \cdot m}{K_{укрутки}}, \quad (2)$$

где  $T'_k$  - линейная плотность крученой комбинированной нити, текс;

$m$  – число скручиваемых нитей;

$K_{укрутки}$  – коэффициент укрутки.

Укрутка нитей  $U$  (%) определяется разностью между первоначальной длиной  $L_{1к}$  нити и ее длиной  $L_{2к}$  после скручивания, выраженной в процентах от первоначальной длины:

$$U = \frac{L_{1к} - L_{2к}}{L_{1к}} \cdot 100. \quad (3)$$

Коэффициент укрутки:

$$K_{укрутки} = 1 - 0,01 \cdot U. \quad (4)$$

Линейная плотность высокообъемной комбинированной нити определяется по формуле:

$$T_{КВОН} = \frac{T'_k}{K_y}, \quad (5)$$

где  $T_{КВОН}$  – линейная плотность комбинированной высокообъемной нити, текс;

$K_y$  – коэффициент усадки.

Усадка нитей  $Y$  (%) определяется разностью между длиной комбинированной нити до влажно–тепловой обработки  $L_1$  нити и ее длиной  $L_2$  после влажно–тепловой обработки, выраженной в процентах от первоначальной длины:

$$Y = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \cdot 100. \quad (6)$$

Коэффициент усадки:

$$K_y = 1 - 0,01 \cdot Y. \quad (7)$$

Далее необходимо определить диаметр комбинированной нити.

Схематично комбинированную высокообъемную нить можно представить в виде цилиндра.

Диаметр комбинированной высокообъемной нити можно представить в виде цилиндра, заключенного в цилиндр, представленный на рисунке 1. Внутренний цилиндр  $d_n$  отображает диаметр комбинированной нити до влажно–тепловой обработки, а внешний цилиндр  $D_n$  – диаметр комбинированной нити после влажно–тепловой обработки.

Масса волокнистого покрытия на участке  $L_1$  до влажно–тепловой обработки определяется по формуле:

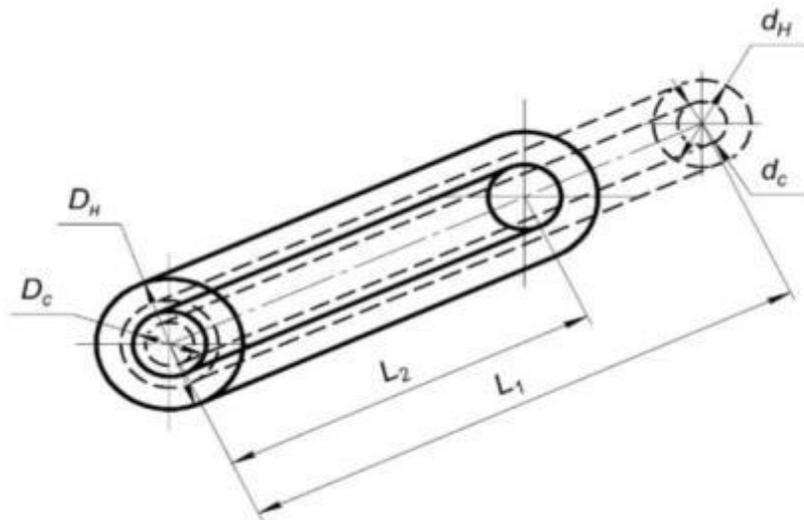
$$m_1 = \left( \frac{d_n^2 \cdot \pi}{4} - \frac{d_c^2}{4} \right) L_1 \gamma_{1n}, \quad (8)$$

где  $\gamma_{1n}$  – средняя плотность покрытия до процесса влажно–тепловой обработки, г/см<sup>3</sup>;

$L_1$  – длина комбинированной нити до процесса влажно–тепловой обработки;

$d_H$  – диаметр комбинированной нити до процесса влажно–тепловой обработки, мм;

$d_C$  – диаметр высокоусадочной нити до процесса влажно–тепловой обработки.



**Рис. 1 – Схема комбинированной высокообъёмной нити до и после влажно–тепловой обработки**

Масса волокнистого покрытия после влажно–тепловой обработки:

$$m_2 = \left( \frac{D_H^2 \pi}{4} - \frac{D_C^2}{4} \right) L_2 \gamma_{2n}, \quad (9)$$

где  $\gamma_{2n}$  – средняя плотность покрытия до процесса влажно–тепловой обработки, г/см<sup>3</sup>;

$L_2$  – длина участка нити после усадки.

$D_H$  – диаметр комбинированной нити до процесса влажно–тепловой обработки, мм;

$D_C$  – диаметр высокоусадочной нити до процесса влажно–тепловой обработки.

Масса покрытия до и после обработки на заданном участке нити осталась неизменной, следовательно:

$$\left( \frac{d_H^2 \pi}{4} - \frac{d_C^2}{4} \right) L_1 \gamma_{1n} = \left( \frac{D_H^2 \pi}{4} - \frac{D_C^2}{4} \right) L_2 \gamma_{2n}, \quad (10)$$

откуда

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{d_H^2 \pi - d_C}{D_H^2 \pi - D_C} \cdot \frac{\gamma_{1n}}{\gamma_{2n}}. \quad (11)$$

Отношение длины  $L_2/L_1$  комбинированной высокообъемной нити до и после влажно–тепловой обработки есть коэффициент усадки  $K_y$ .

Подставляем в формулу значение  $K_y$  получим выражение для нахождения диаметра комбинированной высокообъемной нити после процесса влажно–тепловой обработки:

$$D_H = \sqrt{\frac{(d_H^2 \pi - d_C) \cdot \gamma_{1n}}{K_{\text{усадки}} \cdot \gamma_{2n}} + D_C^2}. \quad (12)$$

Диаметр комбинированной высокообъемной нити  $d_H$  и диаметр сердечника  $d_C$  до влажно–тепловой обработки можно определить по формуле проф. А. Г. Когана:

$$d_H^2 = \left( \frac{4T_{1n}}{\pi \gamma_{1n}} + \frac{4T_{1n}}{\pi \gamma_{1n}} \right) \cdot \frac{1}{1000}, \quad (13)$$

$$d_C^2 = \frac{4T_{1C}}{\pi \gamma_{1C} \cdot 1000}. \quad (14)$$

Подставляем формулы (13) и (14) в формулу для расчета диаметра комбинированной высокообъемной нити после влажно–тепловой обработки и выполнив необходимые преобразования, получаем:

$$D_H = \sqrt{\frac{4T_{1n}}{\pi K_y \gamma_{2n} \cdot 1000} + D_C^2}, \quad (15)$$

где  $T_n$  – линейная плотность покрытия до влажно–тепловой обработки, текс.

Т.к. масса сердечника до и после влажно–тепловой обработки остается неизменной, и зная что:

$$m_C = \frac{\pi \cdot d_C^2}{4} \cdot L \gamma_C. \quad (16)$$

Выполним необходимые преобразования, определяем диаметр сердечника после обработки:

$$D_C^2 = \frac{d_C^2 \cdot \gamma_{1C}}{K_{\text{усадки}} \cdot \gamma_{2C}}, \quad (17)$$

$$D_C^2 = \frac{4T_{1C}}{\pi \cdot \gamma_{2C} \cdot 1000 \cdot K_{\text{усадки}}}. \quad (18)$$

Подставляем в формулу последнее выражение и получим:

$$D_H = \sqrt{\frac{4T_{1n}}{\pi \cdot K_{\text{усадки}} \cdot \gamma_{2n} \cdot 1000} + \frac{4T_{1C}}{\pi \cdot 1000 \cdot K_{\text{усадки}} \cdot \gamma_{2C}}}, \quad (19)$$

$$D_H = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{1}{K_y} \left( \frac{T_{1n}}{\gamma_{2n}} + \frac{T_{1C}}{\gamma_{2C}} \right)}, \quad (20)$$

где  $K_y$  – коэффициент усадки комбинированной высокоусадочной нити;

$T_{1n}$  – линейная плотность волокнистой мычки, текс;

$T_{1C}$  – линейная плотность высокоусадочной нити, текс;

$\gamma_{2C}$  – средняя плотность высокоусадочной нити, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_{2n}$  – средняя плотность покрытия, г/см<sup>3</sup> [3].

По формуле (20) можно определить диаметр комбинированной высокообъемной нити после процесса влажно–тепловой обработки.

Объемность комбинированной нити определяется по формуле 21, как до так и после влажно-тепловой обработки подставляя соответствующие значение диаметра.

$$V = \frac{78500 \cdot d_n^2}{T_k} \quad (21)$$

$$V = \frac{78500 \cdot D_n^2}{T_k}$$

В таблице 1 представлены результаты проводимых исследований и расчета геометрических параметров комбинированных высокообъемных нитей.

**Таблица 1 – Результаты исследований и расчета геометрических параметров комбинированных высокообъемных нитей**

		Состав нити	
		Образце №1	Образце №2
Способ формирования нити		кольцевой	аэродинамический
Линейная плотность одиночной комбинированной нити, текс		35	90
Количество скручиваемых нитей		2	-
Коэффициент укрутки		0,92	-
Линейная плотность комбинированной нити до влажно-тепловой обработки, текс		75,6	90
Усадка, %		21,8	37,1
Коэффициент усадки		0,782	0,63
Линейная плотность после влажно-тепловой обработки	фактическое	96,8	143,4
	расчетное	96,8	143,3
Диаметр нити до влажно-тепловой обработки, мм	фактическое	0,306	0,765
	расчетное	0,307	0,762
Диаметр нити после влажно-тепловой обработки, мм	фактическое	0,972	2,71
	расчетное	0,974	2,69
Объемность нити до влажно-тепловой обработки, г/см <sup>3</sup>	фактическое	0,97	5,1
	расчетное	0,98	5,06
Объемность нити после влажно-тепловой обработки, г/см <sup>3</sup>	фактическое	7,66	40,2
	расчетное	7,69	39,6

В результате проведенных исследований установлено, что расчетные геометрические параметры комбинированной высокообъемной нити соот-

ветствуют истинным значениям полученных экспериментально. Установлено, что замена высокоусадочных волокон на комплексную высокоусадочную полиэфирную нить в структуре нити является перспективным направлением в процессе получения высокообъемных пряж и нитей.

### Список литературы

1. Куландин, А.С. Исследование процесса повышения объемности аэродинамической комбинированной полушерстяной нити с использованием электромагнитных волн сверхвысококачественного диапазона / А.С. Куландин, А.Г. Коган // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2018. – № 1. – С. 32-36.
2. Куландин, А. С. Повышение объемности комбинированной хлопкополиэфирной нити в условиях воздействия электромагнитных волн сверхвысокой частоты / А.С. Куландин, А.Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2018. – № 2(35). – С. 29. DOI:10.24411/2079-7958-2018-13503
3. Ясинская Н. Н. Разработка и исследование технологического процесса получения комбинированных высокоусадочных: дис. ... канд. тех. наук: 05.19.02 / Витебский государственный технологический университет. – Витебск, – 2000. – С. 61-64.

© Куландин А.С., Коган А.Г., 2020

УДК 677.027+7.025

## ЗАЩИТНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ХУДОЖЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ PROTECTIVE TREATMENT OF THE ART FABRICS

Гудилина Ольга Владимировна, Третьякова Анна Евгеньевна,  
Сафонов Валентин Владимирович  
Goodilina Olga V., Tretyakova Anna E., Safonov Valentin V.

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: olgud440022@gmail.com, bullhund@rambler.ru)*

*Аннотация:* Рассмотрены вопросы защитной обработки текстильных материалов с целью придания стойкости к условиям эксплуатации, которой подвергаются экспонаты во время хранения и экспозиции.

*Abstract:* Issues of protective treatment of textile materials are considered in order to give resistance to the operating conditions to which exhibits are subjected during storage and exposure.