

УДК677.022.65
DOI 10.47367/0021-3497_2023_1_97

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ПРЯЖИ ДВОЙНОГО КРУЧЕНИЯ ИЗ СТРЕНГ
РАЗЛИЧНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ И СПОСОБОВ ПРЯДЕНИЯ**

**QUALITY INDICATORS STUDY OF DOUBLE TWIST YARN
FROM STRANDS OF DIFFERENT LINEAR DENSITIES AND SPINING METHODS**

*С.Л. МАТИСМАИЛОВ¹, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ^{1,2}, Р.Х. НОРБОЕВА²,
А.Ф. ПЛЕХАНОВ³, С.А. ПЕРШУКОВА³, С.В. КУЗЯКОВА³*

*S.L. MATISMAILOV¹, S.SH. TASHPULATOV^{1,2}, R.KH. NORBOEVA²,
A.F. PLEKHANOV³, S.A. PERSHUKOVA³, S.V. KUZYAKOVA³*

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,

²Джизакский политехнический институт, Республика Узбекистан,

³Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия)

(¹Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,

²Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan,

³Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Russia)

E-mail: smatismailov@gmail.com; ssht61@mail.ru; barno.professorov@mail.ru; vonahelp@mail.ru; noskova-sv1978@mail.ru; sveta.kuziakova@mail.ru

В статье приведены результаты исследований пряжи двойного кручения, полученной различными способами прядения. Показано, что свойства пряжи двойного кручения зависят от величины и соотношения коэффициентов крутки одиночной и крученых нитей. Приведены результаты исследований показателей качества крученой пряжи в результате кручения трощеной пряжи линейных плотностей 29 и 50 текс. Показано, что с уменьшением линейной плотности крученой пряжи любого способа прядения коэффициент упрочнения пряжи возрастает. Кроме этого, с увеличением окончательной крутки коэффициент упрочнения всех видов пряжи растет вследствие увеличения давления волокон и нитей друг на друга в процессе

кручения. Дополнительно показано, что упрочнение крученой пряжи пневмомеханического способа прядения различной линейной плотности заметно ниже упрочнения пряжи кольцевого способа прядения при одинаковых крутках и линейной плотности, что объясняется наличием в пневмомеханической пряже рыхлого внешнего слоя обвивочных волокон, которые играют существенную роль в процессе наложения круток. В процессе исследования показано, что упрочнение пряжи в процессе кручения приводит к повышению коэффициента использования прочности волокна до 0,61 для пряжи кольцевого способа прядения и до 0,476 для пряжи пневмомеханического способа прядения. При этом коэффициент уменьшения неровности по линейной плотности и разрывной нагрузке от 0,7 до 0,9 – в зависимости от величины окончательной крутки.

The article presents the results of studies of double-twisted yarn obtained by various spinning methods. It is known that the properties of double-twisted yarn depend on the magnitude and ratio of the twist coefficients of a single and warped yarn. The results of studies of qualitative indicators of twisted yarn as a result of torsion of slung yarn with linear densities of 29 and 50 tex are presented. It is shown that with a decrease in the linear density of twisted yarn of any spinning method, the yarn hardening coefficient increases. In addition, with an increase in the final twist, the strengthening factor of all types of yarn increases due to an increase in the pressure of the fibers and threads on each other during the torsion process. Additionally, it is shown that the strengthening of twisted yarn of the OE spinning method of various linear density is noticeably lower than the strengthening of the yarn of the ring spinning method with the same twists and linear density, which is explained by the presence in the OE yarn of a loose outer layer of wrapping fibers, which play a significant role in the process of applying twists. In the course of the study, it was shown that the strengthening of the yarn in the process of torsion leads to an increase in the use-factor of the fiber strength to 0.61 for the ring-spinning yarn and to 0.476 for the rotor-spinning yarn. At the same time, the coefficient of unevenness reduction in linear density and breaking load is from 0.7 to 0.9, depending on the value of the final twist.

Ключевые слова: пряжа, прядение, трощение, кручение, крутка, коэффициент крутки, укрутка, удлинение, усадка, упрочнение, показатель качества.

Keywords: yarn, spinning, warping, twisting, twist, twist coefficient, wrapping, elongation, shrinkage, hardening, quality index.

В предыдущем исследовании [1] приведены результаты испытаний крученой пряжи, изготовленной из стренг одиночной пряжи линейной плотности 29 текс, полученной кольцевым и пневмомеханическим способом прядения. Изучением вопроса влияния различных факторов на разрывную нагрузку крученой пряжи занимались ученые профессора В.А. Ворошилов, К.И. Корицкий, В.Т. Костицын и др. [2], [3].

Для расширения знаний и получения более полного представления о влиянии способов прядения и коэффициента крутки на качественные показатели крученой пряжи нами были проведены экспериментальные исследования. Пряжа линейной плотности 50 текс, изготовленная в производственных условиях прядильной фабрики и крутильного производства СП «ТашКаятекстиль» (Ташкент, Республика Узбекистан) [4],

сравнивалась с показателями качества с крученой пряжи, выработанной из одиночной пряжи линейной плотности 29 и 50 текс.

Описание условий проведения экспериментов

Одиночная хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 50 текс вырабатывалась на пневмомеханических прядильных

машинах AVTOCORO-240 немецкой фирмы Schlaforst и на отечественных кольцевых прядильных машинах П-76-5М6 из хлопкового волокна 5 типа I-II сортов селекционного сорта хлопчатника "Ок-даре". Полуфабрикаты и одиночная пряжа нарабатывались по плану прядения, представленному в табл. 1.

Таблица 1

№	Наименование и марка машин	Полуфабрикат, пряжа, текс		Число сложенных	Вытяжка	Коэффициент крутки α_T	Крутка, кр/м	Диаметр выпускного цилиндра, мм	Число выпусков	Скорость		Теоретическая производительность выпуска, кг/ч	КПВ	Норма производительности выпуска, кг/ч
		входящей	выходящей							выпускного цилиндра, м/мин	частота вращения веретен/камер, мин ⁻¹			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 2	Кардочесальная машина DC-903	-	5905	1	85	-	-	700	1	80	-	64,4	0,78	50,2
	Ленточная машина VOUK I-переход	5905	5376	7	7,7	-	-	22	2	676	-	218,0	0,83	180,7
	II-переход	5376	5376	7	7,0	-	-	22	2	560	-	180,6	0,83	149,8
3	Ровничная машина BF-324	5376	909	1	5,9	12,7	42	28	20	-	1000	155,8	0,9	140,3
4	Прядильная машина П-76-5М6	909	50	1	18,18	42,7	604	28	384	-	7500	0,037	0,92	0,034
5	Прядильная машина AVTOCORO 240	5376	50	1	107,5	44,5	630	54	240	-	82000	0,39	0,89	0,347

Переработка волокнистой массы осуществлялась на разрыхлительно-очистительном немецком оборудовании фирмы Trützschler, в состав которого входит следующее оборудование: кипный разрыхлитель BDT 019; питатель-смеситель BOA с конденсором LVSA; очиститель осевой AFC; многокамерная смесовая машина MPT; машина для очистки волокнистой смеси CLENOMAT; машина для отделения пыли из хлопка DX-385; кардочесальная машина DC-903.

Далее использовались два перехода ленточных машин итальянской фирмы VOUK с автоматическим регулятором линейной плотности ленты USTER SLIVER CONTROL VSC швейцарской фирмы ZELWEGER USTER.

Для кольцевого способа прядения использовалась ровничная машина BF 324 германской фирмы CROSSEWHAINNEZ.

Перемотка пряжи с початков с кольцепрядильных машин осуществлялась на мотальных машинах AUTOCONER. Пряжа на цилиндрических бобинах с пневмопрядильных машин и на конических бобинах с мотальных машин кручением страчивалась в два сложения на тростильной машине АЕС-12 с частотой вращения 900 мин⁻¹. В результате крученая пряжа 50×2 текс из одиночной пряжи обоих способов прядения вырабатывалась на итальянских машинах с веретенами двойного кручения Savio TDS, каждая с тремя вариантами круток (табл. 2).

Показатели качества пряжи определялись по стандартным методикам в двух повторностях.

Таблица 2

№	Наименование показателей	Пряжа 50×2 текс		
		330	400	470
1	Крутка пряжи, кр/м	330	400	470
2	Частота вращения крутильного органа, мин ⁻¹	7200	8800	10340
3	Скорость выпуска нити, м/мин	44	44	44

Анализ показателей качества одиночной пряжи

Показатели основных физико-механических свойств одиночной пряжи кольце-

вого (КП) и пневмомеханического (ПМ) способов прядения линейных плотностей 29 и 50 текс приведены в табл. 3.

Таблица 3

№	Наименование показателей	29 текс		50 текс	
		КП	ПМ	КП	ПМ
1	Линейная плотность, текс	29,4	29,2	50,0	50,2
2	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,2	2,6	2,6	2,0
3	Разрывная нагрузка, сН	391	318	695	562
4	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	10,1	9,2	9,4	8,8
5	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,3	10,9	13,9	11,2
6	Удлинение, %	6,4	5,3	7,7	6,8
7	Крутка, кр/м	742	846	604	630
8	Коэффициент крутки, α_t	40,2	47,7	42,7	44,6
9	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,53	0,43	0,55	0,44
10	Показатель качества	1,28	1,16	1,42	1,23

Из данных, приведенных в табл. 3, следует, что одиночная пряжа обоих способов прядения по физико-механическим показателям соответствует по требованиям стандарта [3] 1 сорту. Удельная разрывная нагрузка пряжи КП в 1,22-1,24 раза выше, чем пряжи ПМ, и неровнота по разрывной нагрузке выше в 1,06-1,09 раза.

При этом крутка одиночной пряжи ПМ линейной плотности 29 текс выше крутки пряжи КП на 14% (846 кр/м против 742 кр/м), а крутка пряжи ПМ линейной плотности 50 текс больше на 4% (630 кр/м против 604 кр/м). Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи кольцевого способа прядения 0,53 (29 текс) и 0,55 (50 текс), у пряжи ПМ - 0,43 и 0,44 соответственно.

Анализ показателей качества крученой пряжи

В соответствии с рекомендациями К.И. Корицкого [5] для достижения полной равновесности крученой пряжи соотношение круток должно составлять (1):

$$\alpha_1 = \alpha_0 \sqrt{\frac{m}{m+1}}, \quad (1)$$

где α_0 – коэффициент крутки при прядении; α_1 – коэффициент крутки при кручении; m – число сложений.

В нашем случае для двух скручиваемых стренг $m=2$ – оптимальное соотношение круток составляет:

$$\alpha_1 = 0,816 \cdot \alpha_0. \quad (2)$$

Основные физико-механические показатели крученой пряжи 50×2 текс для различных вариантов исследуемых круток приведены в табл. 4.

Предметом исследований было определение коэффициента упрочнения пряжи разных способов прядения в кручении, определение укрутки, удлинения, неровноты по свойствам [6...8].

Показатели основных физико-механических свойств крученой пряжи линейной плотности 50×2 текс, полученных из одиночной пряжи кольцевого и пневмомеханических способов прядения приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 4

№	Наименование показателей	50x2 текс		
		330	400	470
1	Крутка крученой пряжи, кр/м	330	400	470
2	Соотношение круток при кручении пряжи ПМ α_1/α_0	0,74	0,90	1,05
3	Соотношение круток при кручении пряжи КП α_1/α_0	0,77	0,94	1,1

Таблица 5

№	Наименование показателей	50 текс	50x2 текс		
		604 кр/м	330 кр/м	400 кр/м	470 кр/м
1	Линейная плотность, текс	50	50 x 2	50 x 2	50 x 2
2	Номер метрический	20	20/2	20/2	20/2
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,6	2,6	2,5	2,3
4	Результирующая линейная плотность, текс R_n	-	100,2	101,3	101,6
5	Укрутка, %	-	1,002	1,013	1,016
6	Разрывная нагрузка, сН	695			
7	Удельная разрывная нагрузка сН/текс	13,9	14,3	14,7	15,4
8	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,8	8,2	7,9	7,5
9	Коэффициент упрочнения, $K_{уп}$	-	1,034	1,058	1,11
10	Показатель качества	1,42	1,76	1,85	2,03
11	Удлинение, %	7,7	7,9	8,1	8,5
12	Коэффициент крутки, α_T	42,7	33,03	40,3	47,4
13	Соотношение круток α_1/α_0	-	0,77	0,94	1,11
14	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,55	0,56	0,58	0,61

Таблица 6

№	Наименование показателей	50 текс	50x2 текс		
		630 кр/м	330 кр/м	400 кр/м	470 кр/м
1	Линейная плотность, текс	50,2	50,2 x 2	50,2 x 2	50,2 x 2
2	Номер метрический	19,9	19,9/2	19,9/2	19,9/2
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,0	1,9	1,8	1,8
4	Результирующая линейная плотность, R_n	-	98,8	100,0	101,4
5	Укрутка, %	-	0,984	0,996	1,01
6	Разрывная нагрузка, сН	562			
7	Удельная разрывная нагрузка сН/текс	11,2	11,3	11,6	11,9
8	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,1	8,8	8,5	8,3
9	Коэффициент упрочнения, $K_{уп}$	-	1,01	1,04	1,063
10	Показатель качества	1,23	1,28	1,36	1,43
11	Удлинение, %	6,8	6,9	7,1	7,3
12	Коэффициент крутки, α_T	44,6	32,8	40,0	47,32
13	Соотношение круток α_1/α_0	-	0,735	0,896	1,06
14	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи	0,44	0,448	0,46	0,472

Для удобства сравнительного анализа основные показатели качества крученой

пряжи всех вариантов из таблиц 5 и 6 сведены в сводную табл. 7.

Таблица 7

Вид пряжи	Коэффициент крутки		Укрутка Y_1 %	Результирующая линейная плотность, текс R_n	Коэффициент упрочнения $K_{уп}$	Коэффициент использования прочности волокна $K_{инп}$
	α_0	α_1				
КП						
50x2 текс	42,7	33	1,002	100,2	1,03	0,56
50x2 текс	42,7	40	1,013	101,3	1,058	0,58
50x2 текс	42,7	47	1,016	101,6	1,11	0,61
ПМ						
50x2 текс	44,6	33	0,984	98,8	1,01	0,445
50x2 текс	44,6	40	0,996	100,0	1,04	0,457
50x2 текс	44,6	47	1,01	101,4	1,063	0,472

На рис. 1 показаны зависимости удельной разрывной нагрузки пряжи разных способов прядения и разных линейных плотностей, в зависимости от величины окончательной крутки. Прямыми линиями показана удельная разрывная нагрузка одиночной пряжи соответствующей линейной плотности и способов прядения.

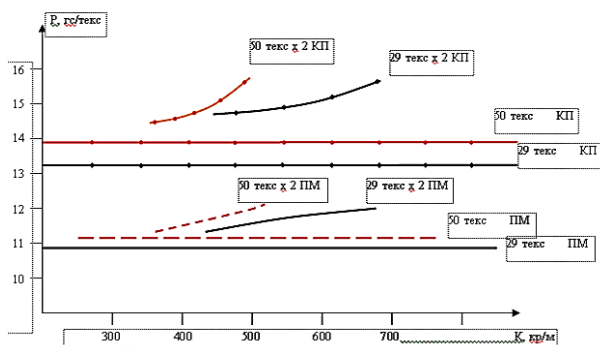


Рис. 1

ВЫВОДЫ

С уменьшением линейной плотности крученой пряжи любого способа прядения коэффициент упрочнения пряжи возрастает.

С увеличением окончательной крутки коэффициент упрочнения всех видов пряжи растет, так как в процессе кручения увеличивается давление волокон и нитей друг на друга.

Упрочнение в крученой пряже пневмомеханического способа прядения любой линейной плотности заметно ниже упрочнения пряжи кольцевого способа прядения при одинаковых крутках и линейной плотности. Это объясняется наличием в пневмомеханической пряже рыхлого внешнего слоя обвивочных волокон, которые играют существенную роль в процессе наложения круток. Поверхностные волокна, подвергнутые изгибу вследствие кручения, оказывают меньшее сопротивление разрыву, чем стержневые, менее изогнутые волокна.

Упрочнение пряжи в процессе кручения приводит к повышению коэффициента использования прочности волокна до 0,61 для пряжи кольцевого прядения и до 0,476 для пряжи пневмомеханического способа прядения.

Сложение одиночных нитей приводит к повышению равномерности по свойствам крученой пряжи. Коэффициент уменьшения неровноты по линейной плотности и разрывной нагрузки от 0,7 до 0,9 в зависимости от величины окончательной крутки.

Удлинение при разрыве крученой пряжи больше, чем одиночной и возрастает с увеличением крутки.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Т. Юлдашев, С.Л. Матсимаилов и др. Исследование крученой пряжи при изготовлении стренг разными способами прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №3. С.81...84.
2. Жуманиезов К.Ж. С.Л. Матсимаилов. Особенности свойств пряжи двойного кручения. "Тўқимачиликмуаммолари" №3 сон 2009.
3. ГОСТ 6904-83 Пряжа хлопчатобумажная суrowая крученая для ткацкого производства, технические условия.
4. <https://www.proyekt.uz/nashi-proekty/item/72-000-sp-tashkayatekstil>.
5. Павлов Ю.В. и др. Теория процессов, технология и оборудование для приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток / Под ред. Ю.В. Павлова – Иваново: Ивановская государственная текстильная академия, 1999.
6. Бадалов К.И., Черников А.Н., Плеханов А.Ф. и др. Проектирование технологии хлопкопрядения. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 601 с.
7. Разумеев К.Э. и др. Процессы, технология и оборудование приготовления крученой и фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
8. Севостьянов П.А. Динамика и модели основных процессов прядения: Рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание, вытягивание, дискретизация, штапелирование, кручение, намотка, перемотка. – М.: ООО "КЛУБ-ПЕЧАТИ", 2021. – 592 с.
9. Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф., Виноградова Н.А. Исследование характеристик прочности хлопчатобумажной пряжи из вторичного сырья // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, №3. С. 123...129
10. Матрохин А.Ю., Королев В.П. Разработка методики оценки триботехнических характеристик текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №3. С.48...51.
11. Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Экспериментальные закономерности деформирования хлопковой пряжи при растяжении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №4. С. 63...67.

12. SiroSpun® - A yarn with character // ZinserNovum. Yarn Technology. 4. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 5 p.

13. Der neue Wegzugut Zwirn / ZinserTechnologie in Garn. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 3 p.

14. Spinnovation // The magazine for spinning mills. №156 12/2000. Germany. Fax (++49) 716215-367. www.sussen.com. Published by Spindelfabrik Süssen. Federal Republic of Germany. Editor in Chief: Peter Stahlecker. 28 p.

REFERENCES

1. A.T. Yuldashev, S.L. Matsimailov et al. Investigation of twisted yarn in the manufacture of strands by different spinning methods // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2021, No. 3. S. 81...84.

2. Zhumaniyozov K.Zh. S.L. Matsimailov. Features of the properties of double-twisted yarn. "TKkhima-chilikmuammolari" No. 3 dream 2009.

3. GOST 6904-83 Harsh twisted cotton yarn for weaving production, specifications.

4. <https://www.proyekt.uz/nashi-proekty/item/72-ooo-sp-tashkayatekstil>.

5. Pavlov Yu.V. etc. Theory of processes, technology and equipment for the preparation of twisted, fancy yarn and threads: Textbook / Under the editorship of Yu.V. Pavlova. - Ivanovo: Ivanovo State Textile Academy, 1999.

6. Badalov K.I., Chernikov A.N., Plekhanov A.F. and others. Designing technology of cotton spinning: Textbook for universities. - M.: MSTU im. A.N. Kosygina, 2004.

7. Razumeev K.E. and others. Processes, technology and equipment for the preparation of twisted and fancy yarn and threads. - Ivanovo: IVGPU, 2014.

8. Sevostyanov P.A. Dynamics and models of the main spinning processes: Loosening, cleaning, mixing, carding and combing, drawing, sampling, stapling, twisting, winding, rewinding. Monograph. - M.: OOO "CLUB-PRINT", 2021. - 592 p.

9. Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V., Plekhanov A.F., Vinogradova N.A. Investigation of the strength characteristics of cotton yarn from recycled raw materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2022, No. 3. pp. 123...129

10. Matrokhina A.Yu., Korolev V.P. Development of a methodology for assessing the tribotechnical characteristics of textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2018, No. 3. S. 48...51.

11. Sultanov K.S., Ismailova S.I., Tulanov Sh.E. Experimental patterns of deformation of cotton yarn during stretching // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2016, No. 4. S. 63...67.

12. SiroSpun® - A yarn with character // ZinserNovum. Yarn Technology. 4. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 5 p.

13. Der neue Wegzugut Zwirn / ZinserTechnologie in Garn. Zinser Textilmaschinen GmbH, D-7333 Ebersbach/Fils, Phone (07163) 14-0, Telex 727332. 3 p.

14. Spinnovation // The magazine for spinning mills. №156 12/2000. Germany. Fax (++49) 716215-367. www.sussen.com. Published by Spindelfabrik Süssen. Federal Republic of Germany. Editor in Chief: Peter Stahlecker. 28 p.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий РГУ им. А.Н. Косыгина. Протокол №13 от 24 августа 2022 г. Поступила .