

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КРУТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КОТОНИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ФОРМИРОВАНИЯ

THE ANALYSIS OF TWIST EFFECT ON THE QUALITY INDICATORS OF OPEN-END SPUN YARN WITH COTTONIZED FLAX FIBERS

УДК 677.11.017.32+677.11.017.4

Е.С. Милеева*, Г.В. Казарновская

Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2020-13806>

K. Mileeva*, G. Kazarnovskaya

Vitebsk State Technological University

РЕФЕРАТ

ЛЬНОХЛОПКОВАЯ ПРЯЖА, КОТОНИНСОДЕРЖАЩАЯ ПРЯЖА, ПРЯЖА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ, КРУТКА, ЛИНЕЙНАЯ ПЛОТНОСТЬ, РАЗРЫВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВОРСИСТОСТЬ, НЕРОВНОТА, USTER TESTER

Объектом исследования является льнохлопковая пряжа различными крутками двух линейных плотностей, полученная пневмомеханическим способом формирования.

Целью работы является определение рациональных значений крутки котонинсодержащей пряжи линейных плотностей 50 **текс** и 110 **текс**, при которых обеспечивается наилучшее сочетание показателей качества.

Результаты проведенных исследований показали, что льнохлопковая пряжа линейной плотности 50 **текс** (65 % хлопка, 35 % котонизированного льняного волокна) и льнохлопковая пряжа линейной плотности 110 **текс** (15 % хлопка, 85 % котонизированного льняного волокна) имеют практически одинаковые фактические разрывные характеристики при изменении крутки от 700 **кр./м** до 1100 **кр./м**. Относительная разрывная нагрузка пряжи линейной плотности 50 **текс** почти в 2 раза превышает аналогичный показатель пряжи линейной плотностью 110 **текс**. Анализ значений квадратической неровноты по линейной плотности, по количеству утонений, утолщений, непсов, полученный на приборе USTER TESTER 5, показал, что оптимальной для пряжи линейной плотности 50 **текс** является запровочная крутка 800 **кр./м**,

ABSTRACT

BLENDED FLAX/COTTON YARN, COTTONIZED FLEX FIBER, OPEN-END SPUN YARN, TWINE, LINEAR DENSITY, BREAKING CHARACTERISTICS, HAIRINESS, YARN IRREGULARITY, USTER TESTER

The object of research is flax-cotton yarn with various twists of two linear densities obtained by the pneumomechanical method of formation.

The aim of the work is to determine the rational values of the twist of flax-cotton yarn with linear densities of 50 **tex** and 110 **tex**, which ensures the best combination of quality indicators.

The results of the studies showed that flax cotton yarn with a linear density of 50 **tex** (65 % cotton and 35 % cottonized flax fiber) and flax cotton yarn with a linear density of 110 **tex** (15 % cotton and 85 % cottonized flax fiber) have almost the same actual breaking characteristics when twisting from 700 **twist/m** to 1100 **twist/m**. The relative tensile load of yarn with a linear density of 50 **tex** is almost 2 times higher than that of a yarn with a linear density of 110 **tex**. An analysis of the values of the quadratic unevenness in linear density, in the number of thinning, thickenings, neps obtained with USTER TESTER 5 device showed that the optimal twist for a 50-**tex** linear density yarn is 800 **twist/m**, which corresponds to the actual twist of 736 **twist/m** for yarn with a linear density of 110 **tex** – 700 **twist/m** (actual twist – 656 **twist/m**).

Yarns with a linear density of 50 **tex** are recommended to be used as warp and weft, with a linear density of 110 **tex** used as a weft.

* E-mail: kati.mileeva@gmail.com (K. Mileeva)

что соответствует значению фактической крутки 736 *кр./м* для пряжи линейной плотностью 110 *текс* – 700 *кр./м* (фактическая крутка – 656 *кр./м*).

Пряжу линейной плотностью 50 *текс* рекомендовано использовать в качестве основы и утка, линейной плотностью 110 *текс* – в качестве утка.

Предложена методика определения наилучшего образца льнохлопковой пряжи на основании комплексного анализа ее свойств и показателей качества, определяемых с использованием прибора USTER TESTER.

A technique is proposed for determining the best sample of flax-cotton yarn based on a comprehensive analysis of its properties and quality indicators, determined using the USTER TESTER device.

Объектом исследования является льнохлопковая пряжа, полученная пневмомеханическим способом формирования.

Целью работы является определение рациональных значений крутки, обеспечивающих наилучшие показатели качества котонинсодержащей пряжи линейных плотностей 50 *текс* и 110 *текс* для использования ее в ассортименте костюмных тканей.

Повышение качества отечественных текстильных материалов – одна из основных задач, решение которой позволит предприятиям в условиях жесткой конкуренции занять свою нишу в производстве товаров народного потребления. На РУПТП «Оршанский льнокомбинат» разработан технологический процесс получения котонинсодержащей пряжи пневмомеханического способа прядения [1], которая находит применение в ассортименте декоративных тканей и в ограниченных количествах в одежных тканях. Использование котонинсодержащей пряжи в тканях приводит к снижению разрывной нагрузки, стойкости к истиранию, к изменениям геометрических размеров после мокрой обработки, повышению ворсистости и пиллингуемости, что не позволяет массово применять эту пряжу в костюмных тканях. Качество готовых тканей напрямую зависит от качества используемой пряжи, на которую влияет ряд факторов: характеристики волокнистого материала (штапельная длина волокна, равномерность волокон, процентное содержание коротких волокон), параметры технологического процесса (крутка, ско-

рость выпуска, степень износа рабочих органов), температурно-влажностный режим и другие. Исследование влияния крутки на физико-механические свойства пряжи, на ее неровноту и ворсистость, на количество и качество пороков внешнего вида позволят определить значения показателя крутки, при которых качество пряжи будет наилучшим. Установленные зависимости позволят расширить область применения котонинсодержащей пряжи в ассортименте одежных тканей, в том числе и костюмных.

Для определения влияния крутки на показатели качества котонинсодержащей пряжи различных линейных плотностей необходимо решить следующие задачи:

- установить диапазон круток, обеспечивающих стабильное формирование пряжи, для наработки двух опытных партий котонинсодержащей пряжи линейной плотности 50 *текс* и 110 *текс*;

- определить влияние крутки в заданном диапазоне на физико-механические свойства и показатели ворсистости, неровноты, количества пороков внешнего вида пряжи для двух линейных плотностей;

- выявить рациональные значения крутки льнохлопковой пряжи линейной плотности 50 *текс* и 110 *текс* с различным содержанием котонизированного льна, обеспечивающие наилучшие показатели физико-механических свойств пряжи для практического применения в качестве.

С целью установления влияния крутки на

свойства котонинсодержащей пряжи пневмомеханического способа формирования в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» произведена наработка льнохлопковой пряжи линейной плотности 50 *текс* с содержанием 65 % хлопка и 35 % котонизированного льна и линейной плотности 110 *текс* с содержанием 15 % хлопка и 85 % котонизированного льна. Заправочная крутка на пневмомеханической прядильной машине R40 фирмы Rieter варьировалась в диапазоне от 700 *кр./м* до 1100 *кр./м* с шагом в 100 *кр./м*. Число кручений устанавливалось на пульте программного управления параметрами работы прядильной машины. Частота вращения прядильной камеры не изменялась, она соответствовала 35000 *мин⁻¹* для пряжи линейной плотности 110 *текс* и 50000 *мин⁻¹* для пряжи линейной плотности 50 *текс*.

В таблице 1 представлены результаты лабораторных исследований физико-механических

показателей пряжи линейной плотностью 50 *текс* и 110 *текс*.

В результате лабораторных испытаний партии пряжи по ГОСТ 6611.3-2003 (ИСО 2061:1995) «Материалы текстильные. Нити. Методы определения числа кручений, укрутки и направления крутки» установлено, что наблюдалось снижение фактического количества кручений от заданного значения. Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что при увеличении заправочной крутки разница между фактической круткой и установленной на прядильной машине возрастает. Это проиллюстрировано на графике (рисунок 1), причем для пряжи линейной плотности 50 *текс* эта разница больше, чем для пряжи линейной плотности 110 *текс*.

Фактическая линейная плотность находится в пределах, установленных ТУ ВУ 3000 51814.187 2003 [2].

Таблица 1 – Физико-механические свойства котонинсодержащей пряжи

Кондиционная линейная плотность, <i>текс</i>	Заправочная крутка, <i>кр./м</i>	Фактическая крутка, <i>кр./м</i>	Коэффициент вариации по крутке, %	Фактическая линейная плотность, <i>текс</i>	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Разрывная нагрузка		Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	Относительное удлинение, %	Коэффициент вариации по удлинению, %
						Разрывная нагрузка, <i>H</i>	Относительная разрывная нагрузка, <i>cH/текс</i>			
50	700	647	7,40	48,1	0,41	3,54	7,36	14,80	3,2	13,06
	800	736	4,31	51,0	0,51	3,62	7,10	13,20	3,9	17,35
	900	784	6,62	48,0	0,72	3,87	8,06	9,90	4,3	13,30
	1000	844	3,99	47,9	0,42	3,90	8,14	11,30	4,4	11,67
	1100	910	8,54	48,2	0,99	3,88	8,05	8,60	4,1	14,84
Требования ТУ ВУ 3000 51814.187 2003			Сорт I	50±5	Не более 9	2,16±5		Не более 19		
			Сорт II	50±8	Не более 15	2,16±10		Не более 25		
110	700	656	6,82	109,4	2,53	4,28	3,91	9,22	4,0	7,35
	800	747	4,98	110,6	0,74	4,37	3,95	17,34	3,7	22,50
	900	823	3,55	111,5	0,77	4,64	4,16	14,92	3,9	19,50
	1000	892	8,51	110,5	1,95	3,98	3,60	18,11	3,7	30,30
	1100	925	5,43	110,9	1,32	3,85	3,47	13,42	3,2	19,30
Требования ТУ ВУ 3000 51814.187 2003			Сорт I	110±5	Не более 9	4,03±5		Не более 19		
			Сорт II	110±8	Не более 15	4,03±10		Не более 25		

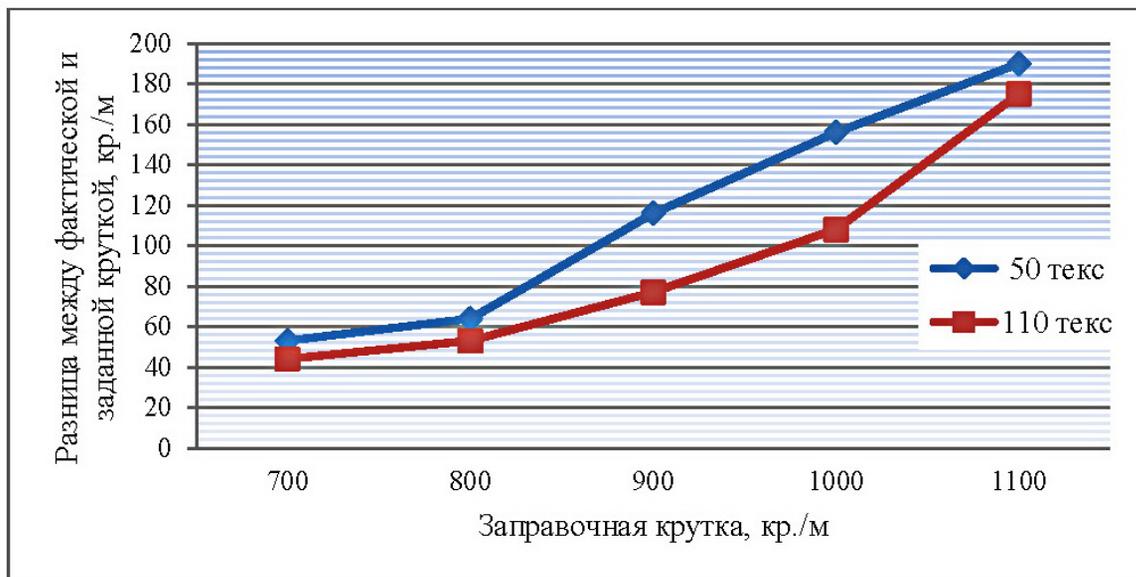


Рисунок 1 – График отклонений фактической крутки пряжи от заправочной крутки

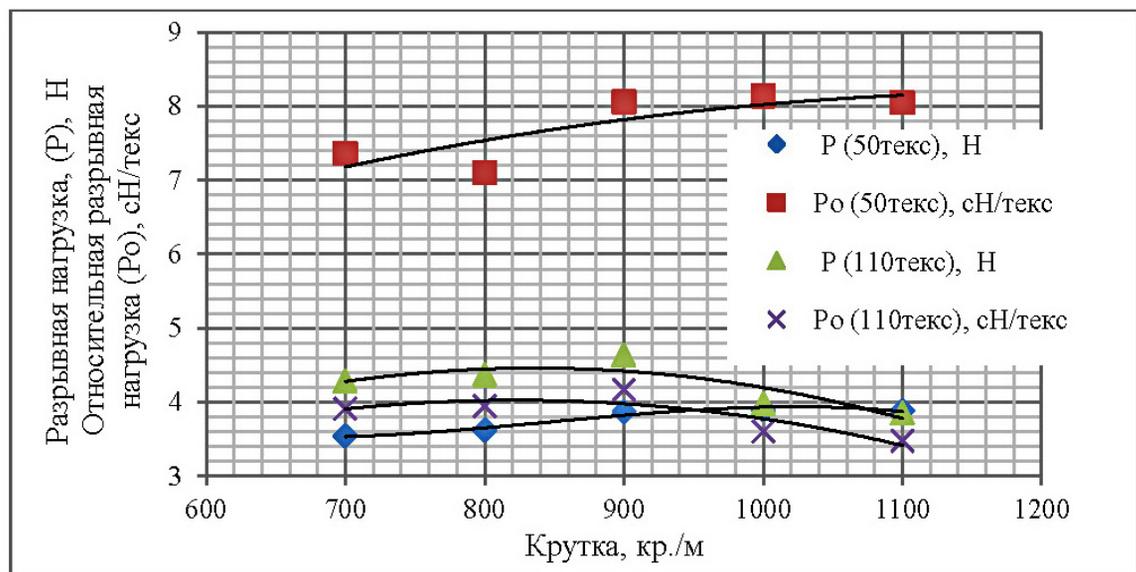


Рисунок 2 – Зависимость абсолютной и относительной разрывных нагрузок от крутки

На рисунке 2 приведены зависимости фактических значений абсолютной (P) и относительной (Po) разрывных нагрузок пряжи от ее крутки.

Несмотря на большую разницу в линейных плотностях исследуемых образцов пряжи, их

абсолютная разрывная нагрузка находилась практически на одном уровне. Относительная разрывная нагрузка котонинсодержащей пряжи линейной плотности 50 *текс* почти в 2 раза превышала аналогичный показатель пряжи ли-

нейной плотности 110 *текс*, что объясняется большим процентным содержанием в ее составе хлопкового волокна и меньшей неровнотой пряжи линейной плотности 50 *текс*, это не противоречит ранее выполненным исследованиям [1, 3]. Известно, что заправочное натяжение основы на ткацком станке для тканей средней поверхностной плотности 130–190 г/м^2 должно находиться в пределах от 15 *сН* до 50 *сН* на нить, а для более тяжелых тканей – от 50 *сН* до 150 *сН*, и этот показатель не должен превышать 7–15 % от фактической разрывной нагрузки нити. Использование пряжи линейной плотности 50 *текс* в качестве основы позволяет получать ткани средней поверхностной плотности, а применение в основе пряжи линейной плотности 110 *текс* позволит вырабатывать только тяжелые ткани (с поверхностной плотностью 200–350 г/м^2). Исходя из этого и анализа разрывных характеристик следует, что пряжа линейной плотности 50 *текс* может быть использована как в качестве основы, так и утка, а пряжу линейной плотности 110 *текс* с 15 % содержанием хлопка целесообразно применять в качестве утка.

Процесс наработки пряжи линейной плотности 110 *текс* с заправочной круткой 1000 *кр./м* и 1100 *кр./м* сопровождался высокой

обрывностью: 2,6 и 4,3 *обрывов/км*. Норма обрывности для пряжи данной линейной плотности на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» составляет 0,57 *обрывов/км*, поэтому производить пряжу с данной заправочной круткой является нецелесообразным.

На рисунке 3 представлена зависимость относительного разрывного удлинения пряжи от крутки.

С увеличением числа кручений разрывное удлинение изменялось по полиномиальной линии тренда для обоих видов пряжи. Максимальное значение относительного разрывного удлинения для пряжи 110 *текс* с заправочной круткой в диапазоне от 700 *кр./м* до 1000 *кр./м* и для пряжи 50 *текс* с заправочной круткой в диапазоне от 800 *кр./м* до 1100 *кр./м* находилось в одном интервале от 3,6 % до 4,4 %.

На приборе USTER TESTER 5 определены показатели неровноты и ворсистости пряжи. Как видно из рисунка 4, с увеличением числа кручений квадратическая неровнота пряжи 110 *текс* снижалась по полиномиальной закономерности, но имеет большие значения, чем неровнота пряжи линейной плотности 50 *текс*. Квадратическая неровнота пряжи 50 *текс* с увеличением крутки практически не изменялась.

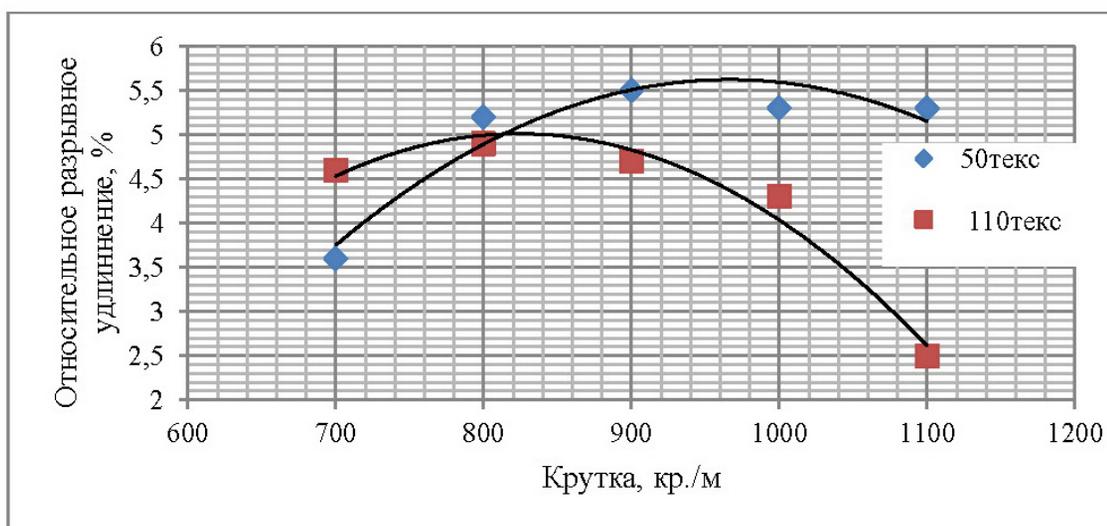


Рисунок 3 – Зависимость относительного разрывного удлинения пряжи от крутки

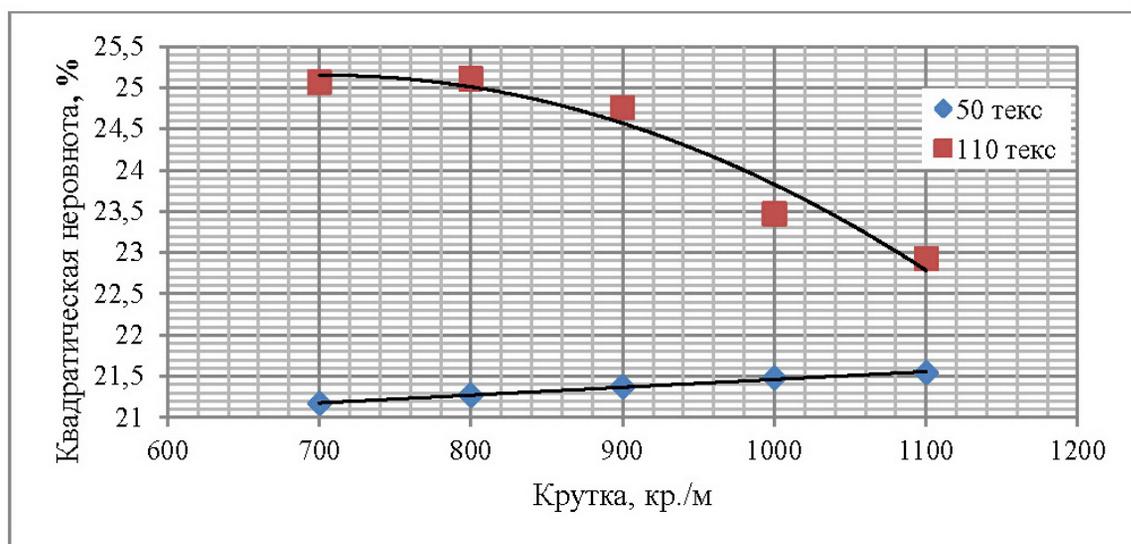


Рисунок 4 – Зависимость квадратической неровности от крутки

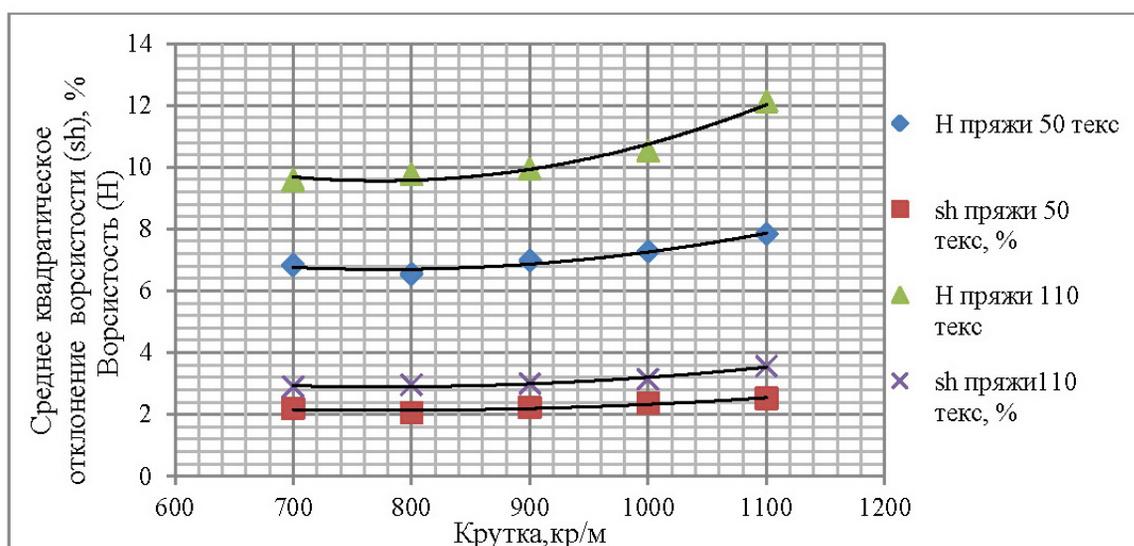


Рисунок 5 – Зависимость ворсистости и среднеквадратического отклонения ворсистости от крутки

Безразмерный показатель ворсистости (H) и среднее квадратическое отклонение ворсистости с увеличением крутки возрастали. Причем при одинаковых значениях крутки показатель ворсистости для пряжи 110 *текс* выше в 1,40–1,54 раза, чем для пряжи линейной плотности 50 *текс* (рисунок 5). Это связано с тем, что пряжа

линейной плотности 110 *текс* содержит 85 % котонизированного льняного волокна, а пряжа 50 *текс* – только 35 %. Даже после котонизации льняное волокно по своей жесткости не приблизилось к хлопковому волокну. С увеличением крутки повышается угол наклона витков к оси пряжи, поэтому незаработанные кончики более

жестких льняных волокон значительно отклоняются от поверхности пряжи, этим они увеличивают показатель ворсистости. С увеличением крутки показатели ворсистости для пряжи 50 *текс* существенно не изменились из-за высокого содержания более мягкого волокна хлопка [5].

Ворсистость пряжи в сочетании с другими свойствами (разрывной нагрузкой, линейной плотностью, сырьевым составом, видом отделки) определяет возможность ее использования в ассортименте тканей костюмного назначения. Внешний вид пряжи изучен под микроскопом «Микромед» с камерой USMOS 03100KPA при 4-кратном увеличении. Сфотографированы 10 сантиметров пряжи различной крутки с интервалом 10 ± 1 мм. На рисунке 6 приведены фотографии внешнего вида пряжи (по одной наиболее

характерной для данной крутки).

На рисунке 6 видно, что зона ворса для котонинсодержащей пряжи являлась разнородной, встречались выступающие кончики и петли, пересекающиеся между собой и со стволом пряжи [8, 9]. Кроме этого, широко встречались обвивающие ворсинки. Для тканей костюмного назначения показатель ворсистости пряжи имеет большое значение. Наличие ворса на поверхности пряжи приводит к потере четкости рисунка переплетения и высокой пиллингуемости ткани, а также низкой стойкости к истиранию, что в свою очередь, снижает срок эксплуатации готового изделия.

Из фотографий образцов пряжи (рисунок 6) видно, что толщина нитей одной и той же линейной плотности различна, это подтверждали данные, полученные на приборе USTER TESTER

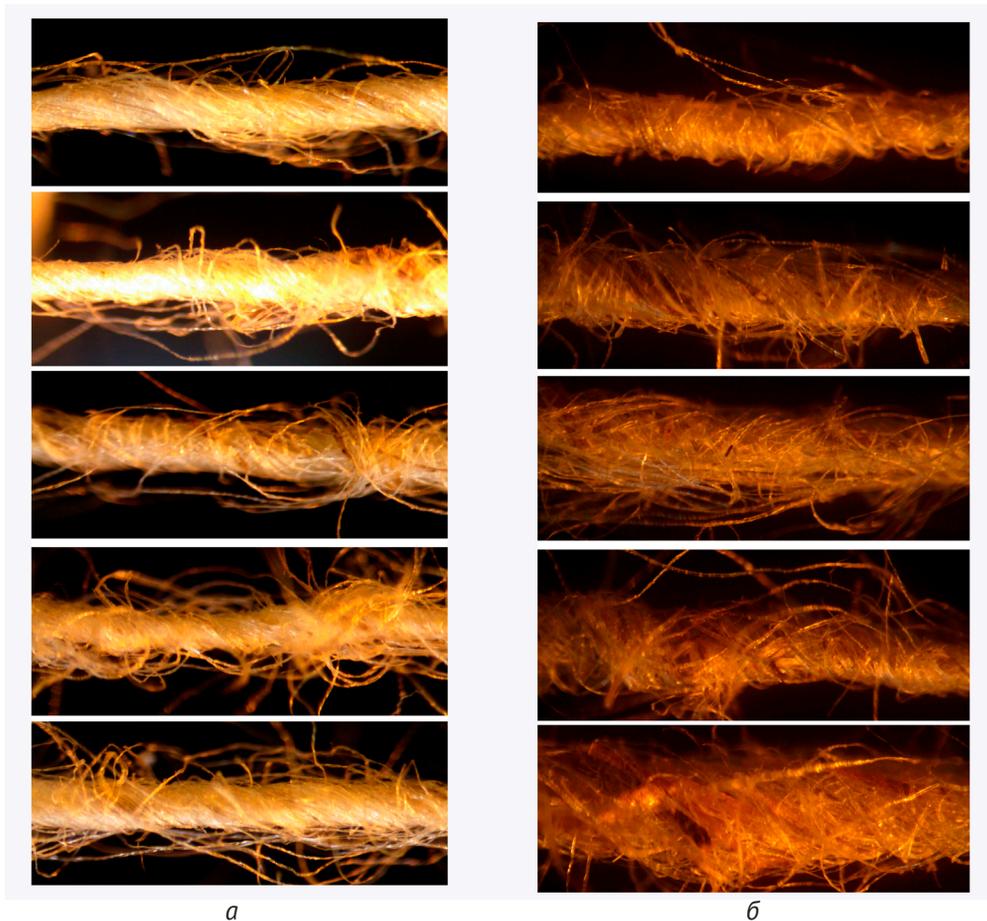


Рисунок 6 – Фотографии внешнего вида пряжи линейной плотности 50 *текс* (а) и линейной плотности 110 *текс* (б)

5 по неровноте и наличию большого количества утоненных, утолщенных участков, непсов.

Как видно из рисунка 7, с увеличением числа кручений снизилось количество утоненных участков (-40 %) и (-50 %). Степень снижения количества утоненных участков у пряжи 110 *текс* выше, чем у пряжи 50 *текс*. С увеличением крутки линейная плотность пряжи поддерживалась на постоянном уровне. Поэтому при постоянной вытяжке на машине снижение скорости

выпуска сопровождалось снижением скорости питания, что привело к повышению интенсивности дискретизации питающей ленты. При этом увеличилась степень разьединенности и параллелизации волокон, а в случае льна – и их расщеплённость. Следовательно, с увеличением крутки пряжи с повышенным содержанием льна снизилось количество утоненных (рисунок 7) и утолщенных участков (рисунок 8).

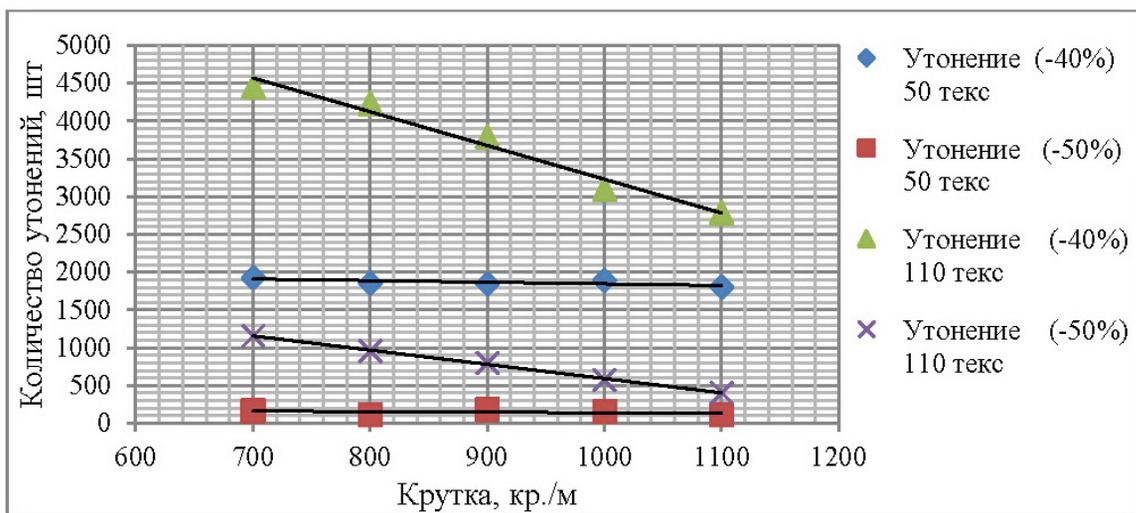


Рисунок 7 – Зависимость количества утоненных участков от крутки

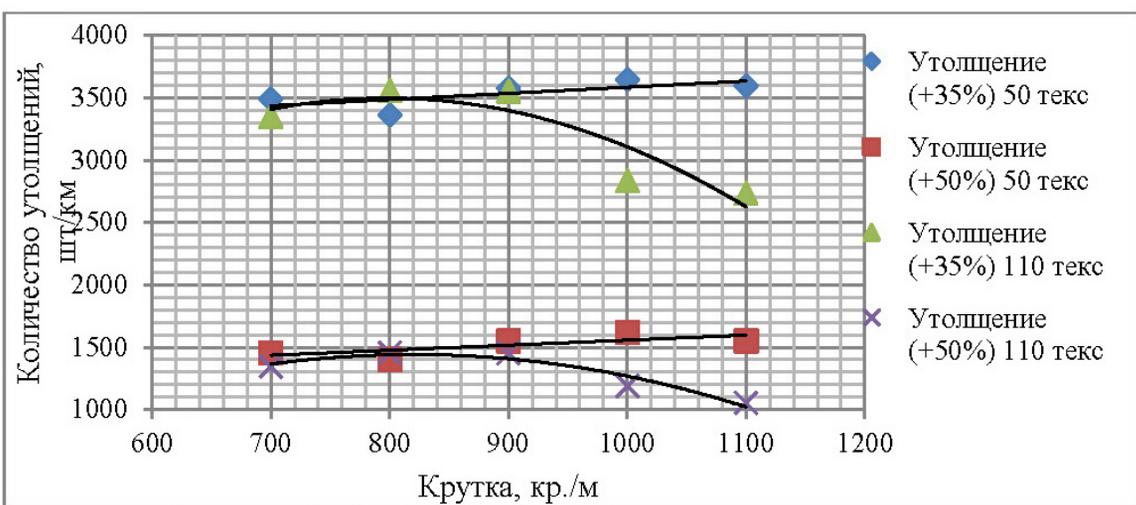


Рисунок 8 – Зависимость утолщенных участков от крутки

Количество утолщенных участков (+35 %) и (+50 %) для пряжи 50 *текс* с увеличением крутки несущественно возросло; а для пряжи 110 *текс* снизилось, соответственно, на 18,4 % и на 21,8 %.

Анализ зависимости количества неспов (+280 %) от крутки (рисунок 9) показал, что для пряжи линейной плотности 50 *текс* – количество неспов увеличивалось на 16,7 %, для пряжи в 110 *текс* – изменяется по полиномиальной линии тренда и имеет наибольшее значение при заправочной крутке 900 *кр./м*. Количество неспов (+280 %) для пряжи линейной плотностью 50 *текс* в 2–3 раза превышало количество неспов для пряжи линейной плотности 110 *текс* при равной заправочной крутке, это объясняется разной линейной плотностью пряжи и сырьевым составом. Короткие утолщенные участки пряжи являются комплексными (техническими) волокнами льна либо узелками из спутанных волокон. Нерасщепленные в процессе котонизации технические волокна льна и неудаленные в процессе кардочесания спутанные волокна в пряже меньшей линейной плотности дают более существенное колебание толщины пряжи (большой процент прироста толщины), соответственно, увеличивают количество неспов (+280 %).

Для оценки качества котонинсодержащей

пряжи пневмомеханического способа формирования предложена следующая методика. Исследованные показатели качества пряжи сведены в таблицу 2, в которой знаком «-» отмечены значения крутки, при которых показатели качества пряжи не соответствуют данным ТУ ВУ3000 51814.187-2003; знаком «+» отмечены значения крутки пряжи, при которых показатели качества пряжи имеют наилучшие значения. Все показатели принято считать равнозначными. Методика выбора лучшего вида пряжи и определения рациональной заправочной крутки, обеспечивающей наилучшее качество, основана на подсчете количества и положительных и отрицательных результатов показателей. Итоговая оценка пряжи, в которой как минимум один из показателей не удовлетворяет требованиям технических условий, не проводилась. Применение данной методики позволило определить лучшие варианты пряжи по большему числу положительных показателей.

Большее количество наилучших значений показателей качества для пряжи линейной плотности 50 *текс* достигалось при значении заправочной крутки 800 *кр./м*, что соответствует значениям фактической крутки пряжи 736 *кр./м*, а для пряжи линейной плотности 110 *текс* – 700 *кр./м* (фактическая крутка – 656 *кр./м*).

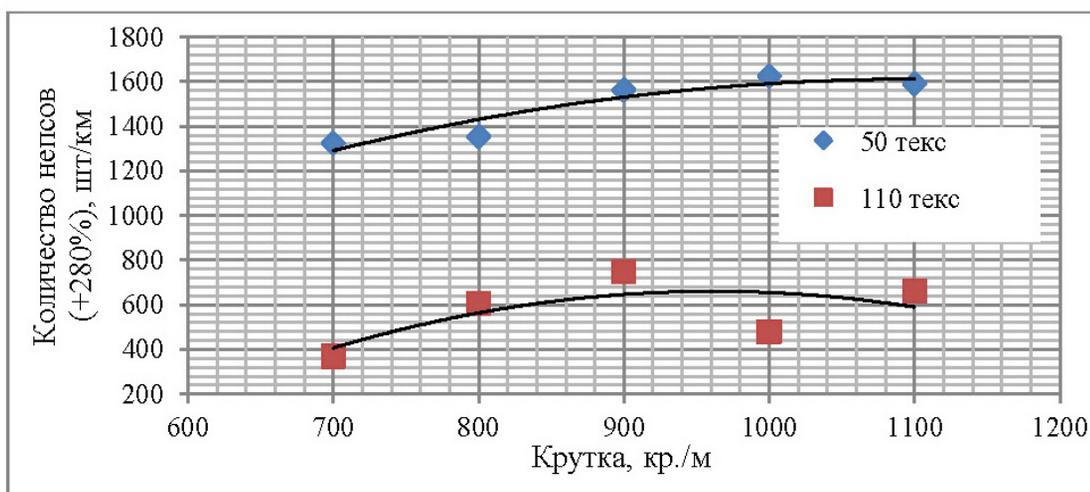


Рисунок 9 – Зависимость количества неспов от крутки

Таблица 2 – Показатели качества пряжи

Показатели качества	Линейная плотность пряжи									
	50 <i>текс</i>					110 <i>текс</i>				
Заправочная крутка, <i>кр./м</i>	700	800	900	1000	1100	700	800	900	1000	1100
Фактическая крутка, <i>кр./м</i>	647	736	784	844	910	656	747	823	892	925
Линейная плотность, <i>текс</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Разрывная нагрузка, <i>H</i>			+	+	+	+	+	+	-	-
Относительное удлинение, %		+	+	+	+	+	+	+	+	
Квадратическая неровнота на коротких отрезках, %	+	+	+					+	+	+
Ворсистость	+	+				+	+			
Наименьшее содержание пороков, в том числе:		+				+			+	+
Утонений		+	+	+	+			+	+	+
Утолщений	+	+	+			+			+	+
Непсов	+	+				+			+	
Итого (количество наилучших значений показателей качества)	3	5	4	3	3	5	4	4	-	-

На РУПТП «Оршанский льнокомбинат» котонинсодержащая пневмомеханическая пряжа линейной плотности 50 *текс* вырабатывается с заправочной круткой 970 *кр./м*, что не является рациональным с точки зрения неровноты пряжи. По проведенным в работе исследованиям среди полученных образцов наиболее рациональным являлся образец с заправочной круткой 800 *кр./м* ± 20 кручений.

Пряжу линейной плотности 110 *текс* на предприятии производят с заправочной круткой 790 *кр./м*, при использовании которой получается пряжа с наибольшим количеством пороков внешнего вида по результатам испытаний на приборе USTER TESTER 5. Среди исследуемых образцов рациональна заправочная крутка – 700 *кр./м* ± 20 кручений.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования определено влияние заправочной крутки в диапазоне от 700 *кр./м* до 1100 *кр./м* на физико-механические свойства котонинсодержащей пряжи и показатели качества, установлены зависимости большинства из этих показателей от крутки.

2. Определен рациональный интервал крутки. Заправочную крутку 800 ± 20 *кр./м* рекомендовано устанавливать для пряжи линейной плотности 50 *текс*, для пряжи линейной плотности 110 *текс* – 700 ± 20 *кр./м*.

3. Предложена методика определения наилучшего образца льнохлопковой пряжи на основании комплексного анализа ее свойств, регламентированных ТУ ВУ3000 51814.187-2003, и ненормируемых показателей качества, определяемых с использованием прибора USTER TESTER.

4. В результате сопоставления требований к пряже, применяемой для производства костюмных тканей, с показателями качества исследуемой котонинсодержащей пряжи определено, что пряжу линейной плотности 50 *текс* целесообразно использовать в качестве основы и утка, а пряжу линейной плотности 110 *текс* – в качестве утка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Науменко, А. М., Рыклин, Д. Б. (2015), Разработка технологии льнохлопковой пряжи пневмомеханического способа формирования, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 28, С. 86–94.
2. *Пряжа из лубяных волокон и их смесей с натуральными и химическими волокнами*, ТУ ВУЗ000 51814.187-2003, Служба сертификации и стандартизации РУПТП «Оршанский льнокомбинат», Орша, 2013, 20 с.
3. Науменко, А. М., Мурычев, П. В., Рыклин, Д. Б. (2011), Оценка возможности повышения содержания льняного волокна в пряже пневмомеханического способа формирования, *Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности*, 2011, С. 89–91.
4. Васильев, Р. А., Рыклин, Д. Б. (2012), Исследование технологического процесса производства льняной пряжи с вложением регенерированного волокна, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2012, № 22, С. 25.
5. Котович, О. М., Рыклин, Д. Б., Медвецкий, С. С. (2010), Снижение ворсистой гребенной пряжи малой линейной плотности, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2010, № 19, С. 45–50.
6. Прохоренко, О. В., Гришанова, С. С., Коган, А. Г. (2019), Анализ качества льняной пряжи и возможности его повышения, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2019, № 36, С. 81–90.
7. Васильев, Р. А., Рыклин, Д. Б. (2011), Изменение свойств льняного волокна в технологическом процессе производства чистольняной пряжи пневмомеханическим способом прядения, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2011, № 20,

REFERENCES

1. Navumenka, A. M., Ryklin, D. B. (2015), Development of flax cotton yarn technology of the pneumomechanical method of formation [Razrabotka tehnologii l'nohlopkovoj pryazhi pnevmomehanicheskogo sposoba formirovaniya], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2015, No. 28, pp. 86–94.
2. *Yarn made of bast fibers and their blends with natural and chemical fibers* [Pryazha iz lubyanyih volokon i ih smeseys naturalnyimi i himicheskimi voloknami], TU VU3000 51814.187-2003, Certification and Standardization Service RUE «Orsha Linen Mill», Orsha, 2013, 20 p.
3. Navumenka, A. M., Murychev, P. V., Ryklin, D. B. (2011), Evaluation of the possibility of increasing the content of flax fiber in the yarn of the pneumomechanical method of formation [Ocenka vozmozhnosti povыsheniya soderzhaniya l'nyanogo volokna v pryazhe pnevmomehanicheskogo sposoba formirovaniya], *New in engineering and technology of textile and light industry*, 2011, pp. 89–91.
4. Vasiliev, R. A., Ryklin, D. B. (2012), Investigation of the technological process for the production of linen yarn with the inclusion of regenerated fiber [Issledovanie tehnologicheskogo processa proizvodstva l'nyanoj pryazhi s vlozheniem regenerirovannogo volokna], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2012, No. 22, p. 25.
5. Kotovich, O. M., Ryklin, D. B., Medvetskii, S. S. (2010), Reducing the hairiness of combed yarn of low linear density [Snizhenie vorsistosti grebennoj pryazhi maloj linejnoy plotnosti], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2010, No. 19, pp. 45–50.

- С. 15–22.
8. Коробова, Т. Н., Гусев, Б. Н. (2008), Моделирование ворсовой поверхности пряжи с учетом нормируемых характеристик, *Технология текстильной промышленности*, 2008, № 4, С. 15–18.
 9. Коробова, Т. Н., Матрохин, А. М., Гусев, Б. Н., Леониди, Т. (2005), Формирование алгоритма компьютерной обработки изображения пряжи для измерения показателей ворсистости, *Технология текстильной промышленности*, 2005, № 4, С. 109–113.
 6. Prakharenka, A. V., Hryshanava, S. S., Kogan, A. G. (2019), Analysis of the quality of flax yarn and the possibility of its improving [Analiz kachestva l`nyanoj pryazhi i vozmozhnosti ego povu`sheniya], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, 2019, No. 36, pp. 81–90.
 7. Vasiliev, R. A., Ryklin, D. B. (2011), Changing the properties of flax fiber in the technological process for the production of fine yarn with a rotor-mechanical spinning method [Izmenenie svojstv l`nyanogo volokna v tehnologicheskom processe proizvodstva chistol`nyanoj pryazhi pnevmomehanicheskim sposobom pryadeniya], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2011, No. 20, pp. 15–22.
 8. Korobova, T. N., Gusev, B. N. (2008), Modeling the pile surface of the yarn taking into account the normalized characteristics [Modelirovanie vorsovoj poverhnosti pryazhi s uchetom normiruemy`h harakteristik], *Technology of the textile industry*, 2008, No. 4, pp. 15–18.
 9. Korobova, T. N., Matrokhin, A. M., Gusev, B. N., Leonidi, T. (2005), Formation of an algorithm for computer processing the image of yarn for measuring indicators of hairiness [Formirovanie algoritma komp`yuternoj obrabotki izobrazheniya pryazhi dlya izmereniya pokazatelej vorsistosti], *Technology of the textile industry*, 2005, No. 4, pp. 109–113.

Статья поступила в редакцию 11. 03. 2020 г.