

УДК 677.025.1

С. С. Медвецкий

Витебский государственный технологический университет Республика Беларусь
210035, г. Витебск, Московский пр., 72

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАКТНОЙ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ

© С. С. Медвецкий, 2015

В статье представлены результаты исследования технологии компактной хлопчатобумажной пряжи кольцевым способом. Проведены экспериментальные исследования влияния параметров формирования пряжи на прядильной машине на ее физико-механические характеристики. Представлены результаты сравнительного анализа свойств компактной и традиционной пряжи кольцевого прядения, полученных по кардной и гребенной системам прядения ■

Ключевые слова ■ компактная пряжа, прядение, прядильная машина, физико-механические свойства, ворсистость, разрывная нагрузка, бегунок

Введение

Одним из приоритетных направлений развития текстильной промышленности Республики Беларусь и стран СНГ является техническое перевооружение предприятий, разработка и внедрение новых эффективных технологий. Спрос на пряжу, вырабатываемую на кольцевых прядильных машинах, не ослабевает, поэтому постоянно растут объемы ее производства. Это связано с универсальностью кольцевого способа, а также с тем, что пряжа обладает высокой разрывной нагрузкой и рядом других положительных характеристик.

Основным направлением развития кольцевого способа прядения в конце XX — начале XXI веков стала разработка концепции компактного прядения, сущность которой состоит в уменьшении размеров треугольника кручения, что позволяет снизить ворсистость и обрывность пряжи, повысить ее прочность и производительность прядильной машины.

Объекты и методы исследования

Системы компактного прядения выпускаются фирмами Suessen (Германия) для хлопко- и шерстопрядения, Rieter (Швейцария) для хлопкопрядения, Cognetex (Италия) и Zinser (Германия).

Исследования показали, что производство компактной пряжи имеет следующие преимущества [1]:

- при неизменной крутке и частоте вращения веретен обрывность в прядении снижается до 40%;
- повышается стойкость пряжи к истиранию;
- крутка пряжи может быть уменьшена на 10–15% при неизменном или повышенном качестве пряжи;
- существенное снижение неровноты и пороков пряжи (кроме непсов);
- практически полное исключение ворсинок длиной более 2 мм;
- более полное использование прочности волокон позволяет применять менее дорогостоящее сырье;
- запыленность воздуха в цехах уменьшается в 2 раза;

— обрывность на трикотажных машинах и поломка игл снижается даже без парафинирования и при пониженной крутке;

— уменьшается пиллингуемость тканей и трикотажных изделий.

В Республике Беларусь технология производства компактной пряжи разрабатывалась в производственных условиях ОАО «Ветковская хлопкопрядильная фабрика», где установлена прядильная машина компактного прядения фирмы Zinser модели 351 СЗ с компактирующим устройством CompACT3, представленным на рисунке 1.

Вытяжной прибор имеет четыре линии цилиндров. Между передней парой 1 вытяжного прибора и дополнительной парой 2 образуется зона компактирования волокнистой мычки. Уменьшение ее ширины происходит на поверхности перфорированного ремешка 3, который надет на прижимной валик дополнительной пары и компактирующий элемент 4. Внутри компактирующего элемента создается разрежение за счет отвода воздуха через патрубки 5. Напротив каждого выпуска компактирующий элемент имеет отверстие овальной формы. Уменьшение ширины мычки происходит за счет специально разработанной конфигурации отверстий перфорированного ремешка [2].

Для производства компактной пряжи в условиях ОАО «Ветковская хлопкопрядильная фабрика» использовался средневолокнистый хлопок 5-го типа I сорта. Пряжа линейной плотности 25 текс вырабатывалась по кардной системе прядения.

Одним из главных показателей, отличающих пряжу компактного прядения от пряжи традиционного кольцевого прядения, является пониженная ворсистость, которая зависит в первую очередь от крутки пряжи, номера бегунка и частоты вращения веретен.

Ворсистость пряжи можно измерить с помощью современных измерительных систем, например, таких, как Uster Tester 4 или 5. Ворсистость пряжи (H) — это безразмерная величина, которая определяется как от-

Таблица 1. Интервалы и уровни варьирования факторов

Варьируемые параметры	Ед. изм.	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
x — крутка	кр./м	50	630	680	730
y — номер бегунка	-	10	35	45	55

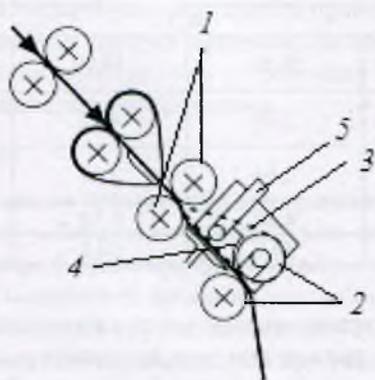


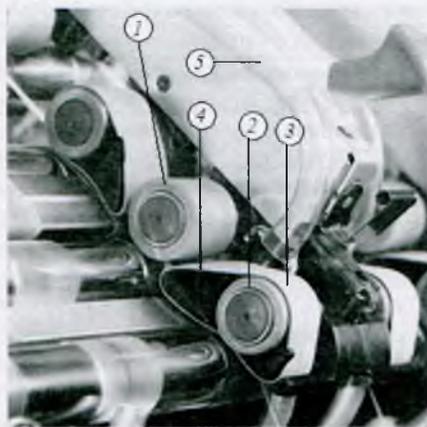
Рис. 1. Схема вытяжного прибора системы ComrACT3

ношение суммарной длины ворсинок на отрезке пряжи заданной длины к этой длине. Чем меньше данный показатель, тем пряжа более гладкая, прочная, блестящая, изделия из нее имеют лучший гриф.

При предварительных исследованиях установлено, что чем больше частота вращения веретен, тем больше ворсистость пряжи. Это связано с тем, что центробежная сила, действующая на волокна в зоне кручения, увеличивается прямо пропорционально квадрату скорости вращения веретен, в результате чего волокна по мере выхода из выпускной пары вытяжного прибора колеблются и в большей степени отклоняются от продольной оси пряжи.

На первом этапе исследований было необходимо определить, как влияет крутка пряжи и номер применяемого бегунка на показатели пряжи. В процессе скручивания волокна располагаются по винтовым линиям переменного диаметра вокруг оси пряжи. При использовании компактирующего устройства волокна плотнее прилегают друг к другу, между ними увеличиваются силы трения, которые препятствуют смещению волокон друг относительно друга при растяжении нити, при скручивании меньше незаработанных кончиков остается на поверхности, а короткие волокна частично впрядаются в структуру пряжи. Все это приводит к большему использованию разрывной нагрузки волокон в разрывной нагрузке пряжи, так как известно, что разрывная нагрузка волокон используется в пряже лишь на 40–60%.

Выбор бегунка определяется размерами кольца, по которому бегунок должен двигаться, то есть шириной бортика кольца и массой бегунка, от которой зависит развиваемая в движении центробежная сила, а следовательно, и натяжение нити при наматывании. От номера бегунка зависит натяжение пряжи при наматывании. Чем больше номер бегунка, тем выше натяжение пряжи, а соответственно волокна плотнее прилегают друг к другу и к телу пряжи. Однако



при увеличении натяжения может увеличиваться обрывность. Для пряжи компактного прядения при увеличении номера бегунка за счет увеличения сил трения между волокнами увеличения обрывности может и не происходить.

На прядильной машине компактного прядения проведен эксперимент для пряжи линейной плотности 25 текс по оптимизации величины крутки и номера бегунка. Интервалы варьирования входных параметров были установлены с учетом технических характеристик машин и предварительных экспериментов [3]. Уровни и интервалы варьирования входных факторов представлены в таблице 1.

В качестве критериев оптимизации выступали:

H — ворсистость пряжи; P_0 — относительная разрывная нагрузка, сН/текс; C_{VT} — коэффициент вариации на коротких отрезках, %.

Эксперимент проводился по матрице Коно, при этом были наработаны 9 опытных вариантов пряжи, которые проверялась по всем необходимым показателям. Ниже представлен окончательный вид нормализованных регрессионных моделей критериев оптимизации от входных факторов эксперимента после исключения незначимых коэффициентов.

Для ворсистости:

$$H = 5,08 - 0,095 \cdot x - 0,213 \cdot y + 0,025 \cdot x^2.$$

Для относительной разрывной нагрузки:

$$P = 12,87 - 0,267 \cdot x + 0,55 \cdot y - 0,15 \cdot x \cdot y + 1,07 \cdot x^2.$$

Для коэффициента вариации по линейной плотности на коротких отрезках:

$$C_{VT} = 14,87 + 0,03 \cdot x - 0,02 \cdot y - 0,045 \cdot x \cdot y - 0,27 \cdot y^2.$$

При проведении математической оптимизации в программе Maple получены значения входных факторов, при которых пряжа компактного прядения

Таблица 2. Показатели качества пряжи

Показатели	Компактное прядение		Классическое прядение	
	кардная система	гребенная система	кардная система	гребенная система
Линейная плотность пряжи, текс	25			
Относительная разрывная нагрузка пряжи, сН/текс	14,2	16,0	12,7	14,8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	6,4	5,2	7,3	6,8
Коэффициент крутки α	36,5			
Коэффициент вариации по линейной плотности на коротких отрезках, %	14,55	10,66	14,99	10,74
Коэффициент вариации по линейной плотности на 1 метровых отрезках, %	4,69	3,43	4,52	3,44
Коэффициент вариации по линейной плотности на 3 метровых отрезках, %	3,37	2,54	3,41	2,54
Ворсистость	4,78	4,46	6,58	5,19
Уровень комфортности	28,7	30,7	20,8	26,4

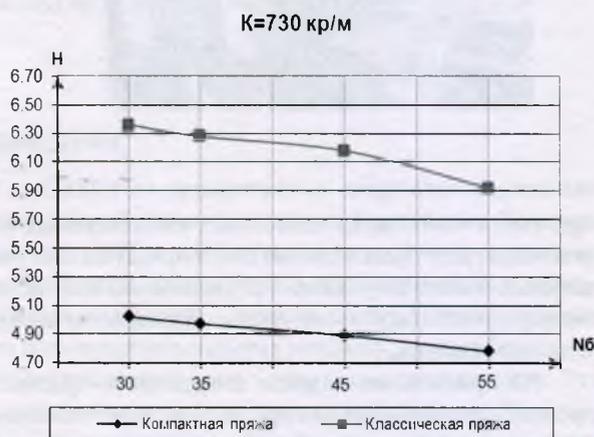


Рис. 2. Зависимость ворсистости хлопчатобумажной пряжи от номера бегунка

обладает наилучшим комплексом свойств. Унифицированными данными являются крутка пряжи 730 кр./м и номер бегунка 55.

При данных параметрах пряжа компактного прядения будет обладать следующими характеристиками:

- относительная разрывная нагрузка 14,2 сН/текс;
- неровнота компактной пряжи по линейной плотности на коротких отрезках 14,55%;
- ворсистость пряжи 4,78.

График зависимости ворсистости пряжи от номера бегунка при крутке 730 кр./м представлен на рисунке 2.

Анализ результатов эксперимента и представленного графика подтверждает выдвинутую гипотезу о снижении ворсистости при увеличении номера бегунка. Обрывность пряжи при проведении эксперимента с бегунком №55 не превышала нормативных значений.

Для проведения сравнительного анализа пряжи классического и компактного кольцевого прядения разработана также гребенная пряжа компактного прядения линейной плотности 25 текс. Испытания качественных характеристик пряжи осуществлялись в лаборатории кафедры технологии текстильных материалов с использованием многофункционального прибора USTER TESTER 5-S400.

Кроме таких известных характеристик, как разрывная нагрузка, удлинение и ворсистость пряжи,

для описания компактной пряжи специалисты фирмы Rieter предлагают новую характеристику «COM4 Value» или «Уровень комфортности». Этот показатель рассчитывается по формуле 1 [4]:

$$V_{COM4} = \frac{10^5}{KH}, \quad (1)$$

где K — крутка пряжи, кр./м, H — величина ворсистости, определяемая на приборе USTERO TESTER 4 или 5.

Результаты экспериментальных исследований хлопчатобумажной пряжи компактного и классического прядения представлены в таблице 2.

Анализируя результаты исследований, можно отметить следующее:

— по всем свойствам хлопчатобумажная пряжа компактного прядения превосходит пряжу классического прядения;

— относительная разрывная нагрузка компактной пряжи имеет значения до 11% выше по сравнению с классической пряжей кольцевого прядения, так как уменьшение треугольника кручения приводит к увеличению количества волокон, участвующих в разрыве;

— значение ворсистости для классической пряжи четко зависит от системы прядения. Ворсистость пряжи компактного прядения ниже до 27% по сравнению с классической пряжей кольцевого прядения по причине уменьшения треугольника кручения, а, следовательно, уменьшения количества выступающих концов волокон. Ворсистость классической пряжи гребенной системы прядения близка по значению к компактной пряже кардной системы прядения;

— уровень комфортности пряжи компактного прядения выше на 27,5%, чем у пряжи классического прядения.

Таким образом, для изделий высокого качества ответственного ассортимента, таких как мужские сорочки, футболки, бельевой трикотаж и костюмных тканей, можно рекомендовать применение гребенной пряжи компактного прядения. Это связано с тем, что к таким изделиям предъявляются более высокие требования по неровноте, грифу готового изделия,

а гребенная пряжа компактного прядения имеет на 26% более низкий коэффициент вариации по линейной плотности даже в сравнении с компактной пряжей кардной системы прядения.

Для производства изделий менее ответственного ассортимента, таких как носки, детские колготки, определенная номенклатура летнего трикотажа, можно рекомендовать применение компактной пряжи, полученной по кардной системе прядения. Ее себестоимость существенно ниже, чем у гребенной пряжи, а разница в свойствах незначительна.

Заключение

1. В результате проведенных экспериментальных исследований установлены оптимальные значения крутки и номера бегунка при формировании хлопчатобумажной компактной пряжи по кардной системе прядения. Величина крутки составила 730 кр./м, а номер бегунка 55. Установлено, что при увеличении номера бегунка свойства компактной пряжи улучшаются без увеличения обрывности.

2. Установлено, что по всем физико-механическим свойствам пряжа компактного прядения превосходит свойства классической пряжи кольцевого прядения.

Разрывная нагрузка у нее выше до 11%, а ворсистость ниже до 27%.

3. В результате сравнительного анализа характеристик компактной и классической пряжи кардного и гребенного прядения установлено, что для определенного ассортимента тканей и трикотажных изделий компактная пряжа кардного прядения может заменить классическую пряжу гребенного прядения, так как свойства у них различаются незначительно, а разница в себестоимости существенна.

Список литературы

1. Коган А. Г. Новое в технике прядильного производства: учебное пособие / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий. Витебск: УО «ВГТУ», 2005. 195 с.
2. Lawrence C. A. *Advances in yarn spinning technology*. Woodhead Publishing Limited. 2010. P. 247.
3. Непрокина М. А. Исследование технологии производства пряжи компактного прядения / М. А. Непрокина, С. С. Медвецкий // Тезисы докладов 43 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». Витебск, 2014. С. 418.
4. Werner Klein, Dr. Herbert Stalder. *The Rieter Manual of Spinning* / Rieter Machine Works Ltd. AG // *Spinning Preparation*. 2008. Vol. 4. P. 57–60.

S. S. Medvetski

Vitebsk State Technological University
Belarus, 210035, Vitebsk, Moscow ave., 72

RESEARCH OF TECHNOLOGY OF COMPACT COTTON YARN

Results of researches of technology ring compact cotton yarn were presented. Experimental researches of influence of parameters yarn processing in the ring spinning machine on yarn characteristics were conducted. The results of the comparative analysis of the properties of compact and conventional card and comb ring spinning yarn were presented ■

Keywords ■ compact yarn, spinning, ring spinning machine, mechanical properties, hairiness, breaking strength, traveler

References

1. Kogan A. G., Ryklin D. B., Medveckij S. S. *Novoe v tehnike prjadil'nogo proizvodstva* [New technique of spinning production] Vitebsk UO VGTU, 2005. 195 p. (In Russ.)
2. Lawrence C. A. *Advances in yarn spinning technology*. Woodhead Publishing Limited. 2010. 247 p. (In Eng.)
3. Neprokina M. A., Medveckij S. S. *Issledovanie tehnologii proizvodstva prjazhi kompaktnogo prjade-nija* [Study technology of production of yarn compact spinning] M. A. Neprokina [Study technology of production of yarn compact spinning] *Tezisy dokladov 43 nauchno-tehnicheskoy kon-ferencii prepodavatelej i studentov universiteta* [43 Abstracts of scientific and technical conference of teachers and students] UO VGTU. Vitebsk, 2014. 418 p. (In Russ.)
4. Werner Klein, Dr. Herbert Stalder. *The Rieter Manual of Spinning*. Rieter Machine Works Ltd. AG. *Spinning Preparation*. 2008. Vol. 4. 57–60 pp. (In Eng.)