

УДК 677.052.71

**АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КРУЧЕНИЯ И СВОЙСТВ ПРЯЖИ  
КОЛЬЦЕВОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ**

**THE ANALYSIS OF THE PROCESS AND TORSION PROPERTIES YARN  
RING SPINNING METHOD**

*А.А. СТОЛЯРОВ, Д.Н. БЕЛЯЕВ*  
*A.A. STOLYAROV, D.N. BELYAEV*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(Ivanovo State Politechnical University. Textile Institute)  
E-mail: stolyarov anatoly @ . yandex.ru

*В статье представлены результаты аналитического и экспериментального исследований зависимости выбора оптимальной крутки пряжи от структуры скручиваемого волокнистого продукта.*

*The paper presents the results of analytical and experimental investigation of the dependence of optimal choice of yarn twist on the structure of a torsion fiber product.*

**Ключевые слова:** волокна, натяжение волокон, кручение волокон, структура волокнистого продукта, структура пряжи, крутка пряжи, оптимальная крутка пряжи, крепость пряжи, коэффициент крутки пряжи, свойства пряжи.

**Keywords:** fiber, fiber tension, torsion fiber, the fiber structure of the product, the structure of the yarn twist yarn, the optimal twist yarn, yarn strength, yarn twist factor, yarn properties.

Волокна формируются в пряжу в процессе кручения. Во время кручения волокна располагаются по винтовым линиям, при этом подвергаются растягивающим усилиям и, как следствие этого, оказывают давление на соседние волокна в направлении, перпендикулярном оси кручения. Это давление передается от поверхности пряжи к внутренним участкам пряжи и увеличивает контакты между волокнами, поэтому повышается плотность волокнистого продукта и вес единицы объема скрученной пряжи. Крутка, сообщенная пряжи, оказывает значительное

влияние на большинство ее физико-механических свойств [1], [2].

Прочность (крепость) пряжи – одна из важнейших технологических и эксплуатационных характеристик пряжи, непосредственно зависит от крутки, которая создает между волокнами силы трения, часто превышающие их прочность и препятствующие разрыву пряжи от скольжения одних волокон по другим. Однако в процессе кручения часть прочности волокон расходуется не на сопротивление пряжи разрыву, а на преодоление реакции сжатых уча-

стков пряжи и на изменение направления растягивающих усилий, которые действуют на волокна при растяжении пряжи не вдоль ее оси, а по винтовым линиям.

Таким образом, в процессе кручения волокна подвергаются деформациям, которые можно разделить на упругие, эластические и пластические. Упругие и эластические деформации обратимы и при прекращении усилий, их вызывающих, вызывают раскручивание пряжи. Это при значительных величинах начальных деформаций (чрезмерная крутка) часто служит причиной появления сукрутин в пряже при ее последующем использовании, что заставляет ограничиваться величиной выбираемой крутки, хотя ее увеличение могло бы еще до известного предела повышать прочность пряжи и снижать обрывность.

Во время кручения на волокно действует направленная по винтовым линиям растягивающая сила  $P$  и реакция сопротивления этой силе  $P_1$  (рис.1). В результате взаимодействия этих сил имеем равнодействующую  $q$ , которая сначала усиливает контакты между волокнами, а затем сжимает в радиальном направлении расположенные ближе к оси участки пряжи. При рассмотрении условий равновесия волокон в пряже видно, что сила  $q$  вызывает появление реакции  $r$  сжатых участков пряжи и  $\sum q = \sum r$ .

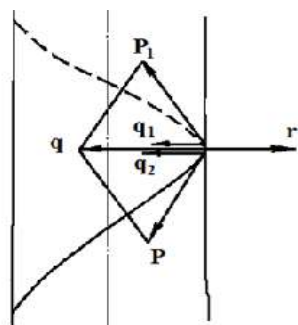


Рис. 1

Подвергаясь крутке, пряжа под определенным натяжением, во много раз превосходящим упругие и эластичные деформации, наматывается на патрон и рассмотренное распределение усилий, действующих в пряже, остается в ней, пока она не перестанет быть натянутой.

Ослабление натяжения волокон в пряже приводит к тому, что величина силы  $P$  и  $q$  резко уменьшается, а под действием сил  $P_1$  и реакции сжатых участков  $r$ , продолжающих сохранять за счет упругих и пластических деформаций определенные значения, пряжа начинает раскручиваться, что может в определенных условиях привести к появлению сукрутин.

Выработка пряжи широкого ассортимента как по структуре, так и по компонентам смесок требует тщательного подбора оптимальных величин крутки в каждом конкретном случае [3], [4].

Рассматривая процесс формирования пряжи из мычки, можно утверждать, что сила  $q$  сначала вызывает увеличение контактов между волокнами ( $q_1$ ), а затем уже вызывает их сжатие в радиальном направлении ( $q_2$ ), то есть  $q = q_1 + q_2$ . Очевидно, что чем шире будет мычка, тем меньше будет величина силы  $q_2$  и тем меньше будет реакция сжатых участков пряжи  $r$ , от которой зависит и проявление упругих деформаций в пряже. Следовательно, в ряде случаев при получении пряжи из широкой мычки представляется целесообразным несколько увеличивать коэффициенты крутки пряжи, чтобы улучшить процесс прядения и получить пряжу лучшего качества.

Для проверки данных предположений в лабораторных условиях кафедры технологии текстильных изделий Текстильного института ИВГПУ были проведены исследования свойств пряжи, в том числе и исследования проявления в пряже упругих деформаций. Причем пряжа вырабатывалась с использованием уплотнителей мычки в передней зоне вытяжного прибора и без уплотнителей, а также при различных величинах крутки.

Кроме традиционно принятых способов испытания физико-механических свойств пряжи для определения деформации в ней был использован метод и устройство определения крутящего момента пряжи и числа раскручиваний свободно подвешенного участка пряжи, разработанные на кафедре технологии текстильных изделий Текстильного института ИВГПУ [5].

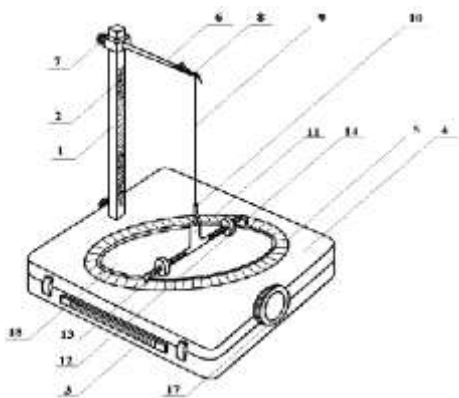


Рис.2

Устройство для измерения крутящего момента пряжи и нитей содержит: неподвижную опору 1 со шкалой, установленную в корпусе в форме кейса, с размещенными на верхней поверхности, по окружности, фотодатчиками 5 (рис. 2). На верхней части неподвижной опоры 1, с возможностью перемещения по ней, смонтирована штанга 6, фиксируемая в необходимом положении маховиком 7. На конце штанги 6, при помощи зажима 8, закрепляется испытуемый образец пряжи или нитей, к противоположному концу которого с помощью зажима 10 подвешен Т-образный стержень 11 с грузиками 12 (рис.2), с возможностью перемещения по горизонтали вдоль стержня. В центральной части стержня размещены элементы электропитания. На одном из концов Т-образного стержня смонтирован светодиод 13, а на другом противовес 14 (рис. 2). Соосно Т-образному стержню, под ним, в корпусе, с возможностью возвратно-поступательного перемещения, установлена платформа 18.

Устройство работает следующим образом: испытуемый образец пряжи или нитей 9 закрепляется при помощи зажима 8, размещенного на конце штанги 6, установленной на неподвижной опоре 1 и закрепленной при помощи маховика 7 в заданном положении (рис. 2). К противоположному концу нити 9 с помощью зажима 10 подвешивается Т-образный стержень 11 с грузиками 12 одинаковой массы, которые устанавливаются на стержне симметрично

относительно его центра. Маховиком 17, приводящим в движение шестерню 15, входящую в зацепление с зубьями рейки 16, платформа 18 устанавливается таким образом, чтобы на нее опирались грузики 12, установленные на Т-образном стержне 11 и испытуемый образец пряжи или нитей находился в состоянии покоя. Для измерения крутящего момента пряжи или нитей, а также определения числа раскручиваний испытуемого образца пряжи, маховиком 17 приводится в движение шестерня 15, зубчатая рейка 16, которая опускает платформу 18 внутрь корпуса 4, тем самым лишая опоры Т-образный стержень 11 с грузиками 12. Испытуемый образец, под действием упругого крутящего момента пряжи или нитей, а также действия массы Т-образного стержня 11 с грузиками 12, начинает вращательное движение. В процессе вращения светодиод 13, установленный в одном из концов Т-образного стержня 11, последовательно освещает секторы фотодатчиков 5, расположенных по окружности на верхней поверхности 4 корпуса 3. С фотодатчиков 5 сигнал об изменении угла поворота Т-образного стержня, а значит и угла раскручивания испытуемого образца, поступает на персональный компьютер, который при помощи специального программного обеспечения и с учетом известных параметров системы определяет крутящий момент пряжи и число раскручиваний, то есть параметры, которые характеризуют упругие деформации пряжи.

Для исследования вырабатывалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 25 текс при параметрах технологического процесса, представленных в табл. 1.

В вариантах с 1 по 5 пряжа вырабатывалась при уплотнителе в передней зоне, варианты 6 и 7 – без него. Сортировки для всех вариантов оставались одинаковыми: использовалось хлопковое волокно 31/32 и 32/33 мм. Данные испытаний выработанной пряжи линейной плотностью 25 текс и с различными коэффициентами крутки при изменении вытяжки приведены в табл. 2.

Таблица 1

Вариант	Вытяжка на прядильной машине	Коэффициент крутки, $\alpha_T$
1	50	34,5
2	50	37,5
3	50	40,5
4	50	43,5
5	50	45,0
6	23,5	37,5
7	13,3	37,5

Таблица 2

Показатели	вытяжка 50 $\alpha_T = 34,5$		вытяжка 50 $\alpha_T = 37,5$		вытяжка 50 $\alpha_T = 40,5$		вытяжка 50 $\alpha_T = 43,5$		вытяжка 50 $\alpha_T = 45$		вытяжка 23,5; $\alpha_T = 37,5$	вытяжка 13,3; $\alpha_T = 37,5$	пряжа по ОСТ 17-96-86 пряжа I сорта
	с уплотнителем	без уплотнителя	с уплотнителем	без уплотнителя	с уплотнителем	без уплотнителя	с уплотнителем	без уплотнителя	с уплотнителем	без уплотнителя			
Линейная плотность пряжи, текс	24,63	25,25	24,94	24,40	24,40	23,26	25,56	25,51	24,75	24,57	22,83	24,88	25,0
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,9	3,8	3,8	4,2	4,2	4,6	4,4	4,5	3,9	4,0	4,8	3,8	3,8
Удельная разрывная нагрузка пряжи, сН/текс	11,81	10,3	11,43	10,8	12,2	12,2	12,82	11,45	11,91	10,95	11,60	12,14	11,7
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,8	14,6	12,8	13,9	13,8	14,5	14,3	14,3	13,9	14,2	13,5	14,2	13,8
Число раскручиваний свободного отрезка пряжи длиной 15 см	14	13	15	11,8	14	12,7	21	22	44	43,2	16,3	18,7	22

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что предположения о меньших упругих деформациях в пряже, выработанной из более широкой мычки, подтверждается. Это видно из сопоставления полученных результатов по определению величины крутящего момента пряжи и числа раскручиваний свободного отрезка пряжи.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана и опробована методика и устройство для исследования упругих деформаций в пряже, позволяющие выбрать оптимальную величину крутки пряжи и уточнить параметры технологического процесса.

2. Установлено, что выбор оптимальных коэффициентов крутки следует делать с учетом ширины мычки, выходящей из вытяжного прибора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Корицкий К.И.* Вопросы структуры и проектирования хлопчатобумажной пряжи. – М.-Л.: Государственное издательство легкой промышленности, 1940.
2. *Соколов Г.В.* Вопросы теории кручения волокнистых материалов. – М.: Государственное научно-техническое издательство легкой промышленности СССР, 1957.
3. *Столяров А.А., Павлов Ю.В., Столяров Ал.А.* Об улучшении структуры пряжи кольцевого способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С.42...45.
4. *Столяров А.А.* О прочности пряжи кольцевого способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. №3. С.35...38.
5. Патент на изобретение № 2496929 Российской Федерации, МПК<sup>7</sup> D 01 H 13/32. Устройство для измерения крутящего момента пряжи и нитей / Столяров А.А., Столярова Г.С. Оpubл. 27.10.2013, Бюл. № 30.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 15.05.14.