

**МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КРУТКИ  
В ГОТОВОЙ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖЕ**

**THE MECHANISM OF OCCURRENCE OF TWIST  
IN THE FINISHED YARN FINCHES**

*Н.С. КУЗНЕЦОВА, В.И. ЖУКОВ, А.А. ТЕЛИЦЫН*  
*N.S. KUZNETSOVA, V.I. ZHUKOV, A.A. TELITSIN*

(Костромской государственный университет)  
(Kostroma State University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье рассмотрены теоретические вопросы формирования крутки льняной вьюрковой пряжи. Предложены модели, объясняющие механизм возникновения кручений в готовой пряже, сформированной вьюрковым способом. Разработан прибор для экспериментального определения компонентов деформации кручения, построены и проанализированы графические зависимости, определены доли упругой, эластической и пластической составляющих деформаций кручения.*

*The article deals with the theoretical issues of the flax yarn twist formation. Proposed model explaining the mechanism of occurrence of torsions in Ho-tum yarn formed finches way. Developed a device for experimental determination of strain components of the torsion are constructed and analyzed according to the graphics, specified shares of the elastic, elastic and plastic composition-MATIC torsion.*

**Ключевые слова:** кручение пряжи воздушным вихрем, аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, вьюрковый способ, деформация кручения.

**Keywords:** the twist in the yarn by air vortex, aerodynamic balance weight on inner side ing device, linen yarn, Finch method, the torsional strain.

Формирование пряжи на прядильных машинах состоит из трех процессов: утонение ровницы, кручение мычки и наматывание готового продукта на бобину. Процесс кручения формирования льняной пряжи

мокрого прядения вьюрковым способом на сегодняшний день изучен недостаточно. Кручение продукта осуществляется воздушным вихрем, создаваемым в пневматических вьюрках аэродинамического кру-

тельного устройства (АКУ) [1], [2], [5]. При таком способе закручивания продукта считается, что пряжа получает ложное кручение [6], то есть перед вьюрком пряжа получает кручение в одну сторону, после вьюрка – в противоположную, и в результате суммарная крутка на готовом продукте равна нулю. Фактически в готовой пряже, сформированной вьюрковым способом, существуют участки с реальной круткой.

Важным моментом в понимании вопроса возникновения крутки на готовой вьюрковой пряже является особенность процесса наматывания. После кручения в АКУ 1-2 наматывание пряжи на бобину осуществляется мотальным валом 5, раскладка витков происходит при помощи нитераскладчика 3, который движется возвратно-поступательно вдоль бобины с пряжей 4. Совокупность сложной структуры продукта и воздействие мотального барабана на продукт способствуют появлению зоны сохранения крутки (рис. 1 – трехзонное кручение продукта в АКУ: 1 – вытяжная пара, 2,3 – пневматические вьюрки, 4 – бобина с пряжей).

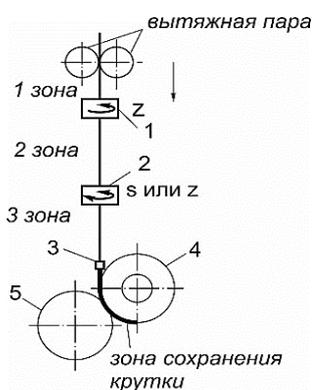


Рис. 1

Также известно, что нитераскладчик оказывает влияние на крутку в готовой пряже [4]. При этом очевидно, что в крайних положениях крутка продукта будет наименьшей. При небольшом значении нагона нитераскладчик выступает порогом кручения и не дает крутке  $KЗ^I$  и  $KЗ^{II}$  проникнуть дальше по ходу движения продукта (рис. 2 – наматывание пряжи). Многочисленные экспериментальные исследования пряжи действительно показывают наличие крутки и ее периодичность.

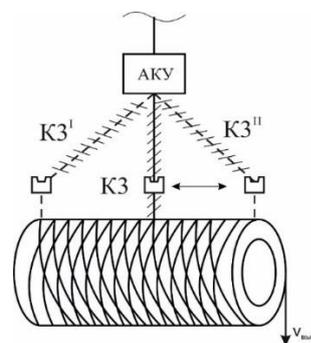


Рис. 2

Учитывая то, что крутка продукта создается при помощи аэродинамического устройства, в котором нет жесткого зажима пряжи, можно лишь приблизительно прогнозировать величину остаточной крутки в готовой пряже, решая динамические уравнения, описывающие динамику кручения в двух- и трехзонных АКУ [3].

Так как доказано, что при кручении продукта двумя вьюрками участки с круткой действительно существуют, следовательно, в зоне после нитераскладчика крутка сохраняется.

Для анализа состояния продукта зону сохранения крутки (рис. 1) разобьем на участки формирования структуры пряжи: а–b, b–с, с–d (рис. 3 – зона сохранения крутки).

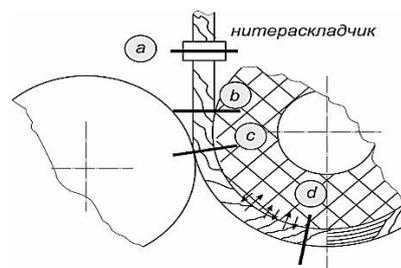


Рис. 3

Границы участков: а – середина нитераскладчика; b – точка касания продукта с бобиной; с – точка прижима мотального вала к бобине; d – находится в нижней части бобины с пряжей. Возникает вопрос, как образующаяся в третьей зоне крутка остается на готовой пряже?

Выдвинуто предположение, что это происходит ввиду появления эластической и пластической составляющей деформаций

кручения продукта (рис. 4 – компоненты деформации кручения).

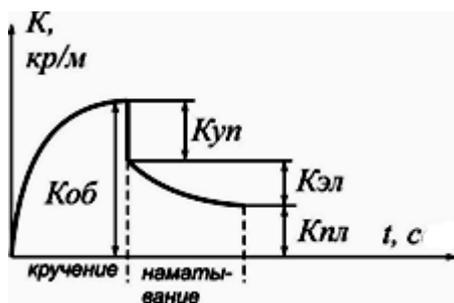


Рис. 4

В сформированной пряже после нитераскладчика часть кручений исчезнет мгновенно ввиду того, что макромолекулы под действием сил межмолекулярного взаимодействия стремятся вернуться в исходное состояние, это упругая составляющая деформации. Остальные составляющие деформации ввиду быстротечности процесса наматывания сохраняются, то есть части смещенных макромолекул требуется неко-

торое время, чтобы они вернулись в исходное положение и восстановили старые межмолекулярные связи (эластическая), или сместившиеся под действием нагрузки макромолекулы не могут вернуться в исходное положение (пластическая). Далее пряжа, наматываясь на бобину в мокром виде, во-первых, подвергается прижиму мотальным барабанчиком, и, вероятно, дополнительное влияние оказывает природная "липкость" волокон, что вызывает фиксацию крутки на сформированной пряже.

Следовательно, на участке а–b происходит сохранение крутки благодаря возникновению эластической и пластической составляющих деформации, в зоне b–с оставшаяся часть крутки фиксируется мотальным валом, который выполняет роль нажимного валика, не давая продукту раскрутиться, в зоне с–d продолжается фиксация крутки вследствие природной цепляемости натуральных льняных волокон и размягченных связующих.

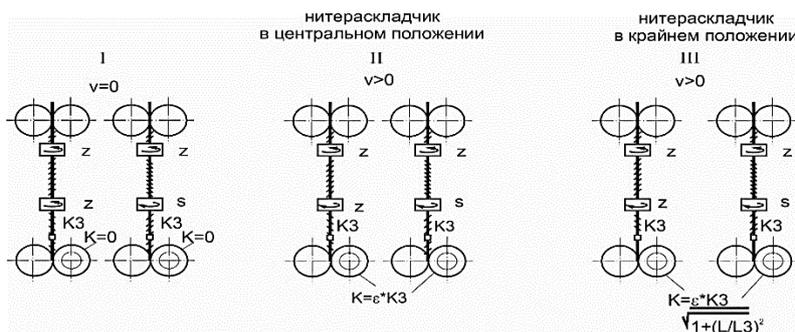


Рис. 5

Рассмотрим состояние I (рис. 5 – состояние продукта при кручении в АКУ), где продукт находится в АКУ и получает кручение воздушным вихрем, но движение отсутствует ( $V=0$ ). В третьей зоне продукт получает крутку  $K_3$ , по теории ложного кручения крутка готовой пряжи равна нулю.

Анализируя процесс далее, рассмотрим состояния II и III. В состоянии II – нитераскладчик находится в центральном положении, в состоянии III – в крайнем положении.

Рассмотрим состояние II, где продукт находится в АКУ, получает кручение воздушным вихрем и движется ( $V>0$ ). В третьей зоне продукт получает крутку  $K_3$ ,

длина этой зоны увеличивается до точки касания пряжи с бобиной. При движении продукта дальше в нем могут сохраниться кручения ввиду того, что волокна не могут вернуться в исходное состояние, и на участке b–с продукт будет иметь крутку, равную  $K_3 \cdot \epsilon$ , ( $\epsilon$  – доля остаточной деформации). При этом знак крутки будет таким, каким он был в третьей зоне, то есть может быть как s, так и z [3]. На участке b–с мотальный вал, прижимаясь к бобине, зафиксирует крутку, двигаясь дальше, на участке с–d находящийся в мокром состоянии продукт взаимодействует с предыдущим слоем пряжи и окончательно закрепляет крутку.

Рассмотрим состояние III, где продукт находится в АКУ, получает кручение воздушным вихрем и движется ( $V > 0$ ). В третьей зоне продукт получает крутку КЗ, длина этой зоны от второго вьюрка до точки а – нитераскладчика. При движении по участку а–b в продукте могут сохраниться кручения из-за остаточной (пластической и эластической) деформации, но значение крутки при этом уменьшится в

$$\sqrt{1 + \left(\frac{L}{L_3}\right)^2} \text{ раз, где } L = -\frac{L_{\text{пак}}}{2} \dots \frac{L_{\text{пак}}}{2} \quad [4].$$

На участках b–c и c–d процессы такие же, как и в состоянии II.

Для изучения явления появления остаточной деформации пряжи при кручении проведены экспериментальные исследования по определению компонентов деформации кручения. Для их осуществления был разработан прибор (рис. 6 – прибор для определения крутки). В отличие от приборов для определения крутки и величины крутящего момента как функции крутки, использующих косвенный метод измерения, разработанный прибор позволяет непосредственно определять крутку в любом сечении испытываемого образца мычки.

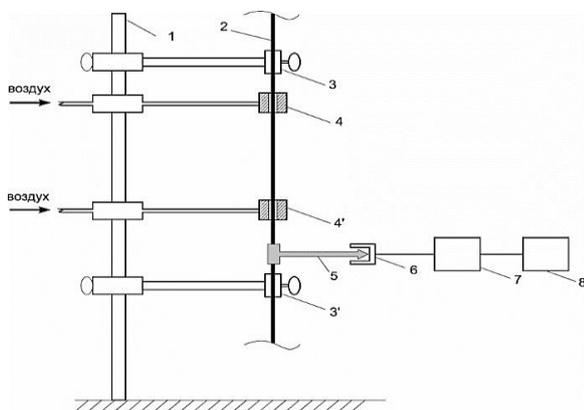


Рис. 6

Прибор содержит штатив 1, выполняющий роль несущего элемента конструкции, кронштейны с зажимами 3 и 3' и кронштейны с вьюрками 4 и 4', которые могут перемещаться по штативу и фиксироваться в любом положении.

Закрепленные на кронштейнах два пневмовьюрковых устройства 4 и 4' могут создавать различные направления крутки.

Количественная оценка оборотов продукта производится прикрепленной к мычке фольговой стрелкой 5, проходящей через бесконтактный датчик 6, который подает сигнал через усилитель 7 на ЭВМ – 8.

Методика проведения экспериментальных исследований заключается в следующем. Льняная мычка 2, снятая с выпуска вытяжной пары прядильной машины, в мокром натуральном состоянии закрепляется в зажимах 3 и 3'. Во вьюрковые устройства 4 и 4' подается сжатый воздух под давлением P, и производится регистрация количества оборотов продукта на ЭВМ. После прекращения подачи воздуха происходит раскручивание мычки, производится регистрация количества оборотов через некоторые интервалы времени, затем рассчитывается крутка.

По разработанной методике были проведены испытания по определению остаточной крутки в третьей зоне после закручивания мычки пневматическими вьюрками. Исследования показали, что закрученная мычка после остановки процесса кручения частично сохраняет приобретенное число кручений, это может служить объяснением возникновения крутки в готовой пряже. Результаты испытаний приведены в табл. 1 (исследования релаксационных процессов деформации кручения мычки при помощи двух вьюрков).

В результате обработки экспериментальных испытаний построены графические зависимости (рис. 7 – релаксационные процессы изменения количества кручений в мычке, закрученной во вьюрках (а – вращение воздуха в противоположные стороны; б – вращение воздуха в одну сторону)) и установлено:

- для разнонаправленного воздушного вихря: упругая составляющая деформации кручения в среднем 33,2%, эластическая составляющая деформации кручения в среднем 15,5%, пластическая составляющая деформации кручения в среднем 51,2%;

- для однонаправленного воздушного вихря: упругая составляющая деформации кручения в среднем 34,4%, эластическая составляющая деформации кручения в среднем 13,5%, пластическая составляющая деформации кручения в среднем 52,6%.

Давление, подаваемое в АКУ, МПа	Крутка мычки в третьей зоне в начальный момент времени после остановки АКУ, кр/м	Крутка мычки через 5с, кр/м	Крутка мычки в через 10 с, кр/м	Крутка мычки через 30 с, кр/м	Крутка мычки через 3 мин, кр/м	Крутка мычки через 4 мин, кр/м
Воздушные вихри во вьюрках направлены в противоположные стороны						
0,1	500	350	341	300	270	270
0,15	520	362	346	296	274	274
0,2	544	364	351	310	280	270
0,25	581	370	356	312	284	282
0,3	590	376	364	316	290	290
Воздушные вихри во вьюрках направлены в одинаковые стороны						
0,1	490	326	320	296	273	272
0,15	515	348	340	297	276	276
0,2	529	351	350	312	279	279
0,25	562	364	357	314	282	282
0,3	575	369	362	317	293	291

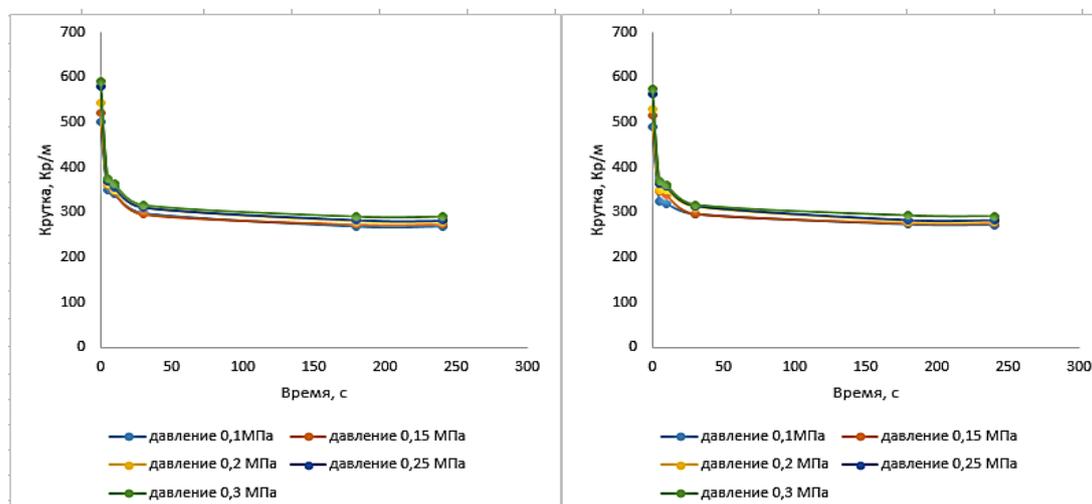


Рис. 7

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования доказывают возможность появления крутки в готовой вьюрковой пряже, так как пластическая деформация, вызванная процессом кручения, не дает волокнам моментально вернуться в начальное недеформированное состояние.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С., Проталинский С.Е. Вьюрковое прядение льна. – Кострома, 2013.
2. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С. Двухвьюрковый способ получения льняной пряжи // Междунар. науч.-техн. конф.: Современные технологии и обо-

рудование текстильной промышленности (Текстиль 2009). – М., 2009.

3. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.61...63.

4. Кузнецова Н.С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

5. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Разработка двухвьюркового способа для получения бескруточной пряжи // Мат. Междунар. науч.-практ. конф.: Повышение конкурентоспособности льняного комплекса России в современных условиях. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2009. С.203.

6. Павлов Ю.В. Неподвижные вьюрки в прядении. – М.: Легкая Индустрия, 1978.

## REFERENCES

1. Kuznecova N.S., Ilin L.S., Protalinskij S.E. Vyurkovoe pryadenie lna. – Kostroma, 2013.
2. Kuznecova N.S., Ilin L.S. Dvuhvyurkovyj sposob polucheniya lnyanoj pryazhi // Mezhdunar. nauch.-tehn. konf.: Sovremennye tehnologii i oborudovanie tekstilnoj promyshlennosti (Tekstil 2009). – M., 2009.
3. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Ilin L.S. Dinamika krucheniya pryazhi pri vyurkovom pryadenii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2013, №3. S.61...63.
4. Kuznecova N.S. Osobennosti formirovaniya krutki lnyanoj vyurkovoj pryazhi bez razdeleniya zon krucheniya i namotki // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2013, №1.
5. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Ilin L.S. Razrabotka dvuhvyurkovogo sposoba dlya polucheniya beskrutochnoj pryazhi // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Povyshenie konkurentosposobnosti lnyanogo kompleksa Rossii v sovremennyh usloviyah. – Vologda: IC VGMHA, 2009. S.203.
6. Pavlov Yu.V. Nepodvizhnye vyurki v pryadenii. – M.: Legkaya Industriya, 1978.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.02.18.