

ОДНОПРОЦЕССНЫЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ "САМОКРУЧЕНОЙ" СТРУКТУРЫ

SINGLE-PROCESS METHOD OF "SELF –TWIST" STRUCTURE FORMATION

А.А. ТЕЛИЦЫН, И.А. ДЕЛЕКТОРСКАЯ

A.A. TELITSYN, I.A. DELEKTORSKAYA

(Костромской государственной университет)

(Kostroma State University)

E-mail: t.n.telicina@gmail.com

В статье показана возможность однопроцессного формирования "самокрученной" структуры в двухкомпонентном продукте. Процесс реализуется при помощи двух вьюрков, расположенных по схеме "air jet spinner". Сжатый воздух во вьюрки подается реверсивно. Дается объяснение процесса. Определены технологические режимы. Рекомендованы значения длин зон кручения.

The article shows the possibility of single-process formation of "self-twist" structure. The process is implemented by two nozzles installed according to the scheme "air jet spinner". There is a reverse feed of compressed air to the nozzles. An explanation of the process is given. Technological modes are defined. Torsion zones length values are recommended.

Ключевые слова: самокрученная структура, воздушный вьюрок, сжатый воздух, крутка, длина зоны кручения, реверсивный вьюрок.

Keywords: self-twist structure, air nozzle, compressed air, twist, torsion zone length, reversible nozzle.

Двухвьюрковый способ формирования пряжи и нитей был разработан с целью исключения подвижных механических элементов, таких как веретено и бегунок. Используется и другое название – способ "air jet spinning". В российской научно-технической литературе применяется также термин "Способ Мурата" по названию компании – изготовителя машин "Murata Machinery Ltd" (Япония).

Зона кручения волокнистой ленточки (мычки) по способу "air jet spinner" показана на рис. 1.

Между выпускной 1 и отводящей 2 парами расположены два пневматических вьюрка 3 и 4, в которые подается сжатый воздух, закручивающий волокнистую лен-

точку в противоположных направлениях. Пусть в зоне длиной L_1 продукт имеет направление крутки S .

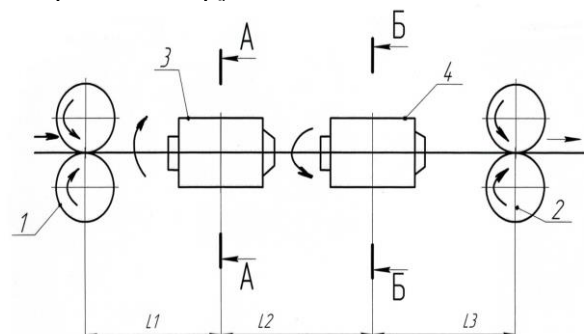


Рис. 1

На выходе из первого вьюрка 3 продукт имеет крутку Z . Затем получивший крутку

продукт проходит через второй пневматический вьюрок 4, сообщающий крутящий момент противоположного знака. Следовательно, между вьюрками в зоне длиной L_2 продукт имеет крутку Z двойной интенсивности, то есть $2Z$. На выходе из второго вьюрка 4 в зоне длиной L_3 продукт имеет также крутку Z . Эту же крутку имеет и готовый продукт, выходящий из выпускной пары 4. Прочность полученной пряжи определяют главным образом обвивающие волокна. Доля этих волокон зависит от ширины ленточки, выходящей из вытяжного прибора, и при выработке пряжи малой или средней линейной плотности их количество невелико. На машине "Murata Jet Spinner" производится пряжа 10...25 текс из ленты 2,5...3,2 текс, вырабатываемой из синтетических волокон или их смесей с хлопковыми. Скорость выпуска такой пряжи составляет 120...180 м/мин.

Опыт эксплуатации машин этого типа показывает, что при выработке пряжи из 100% хлопковых волокон, то есть довольно коротких, способ не обеспечивает технологически необходимую прочность пряжи. По этой причине в США, где доля смесок "хлопок + полиэфир" весьма велика, имеется довольно большое количество машин "Murata Jet Spinner", в то время как в Европе и Азии, где обрабатывается преимущественно чистый хлопок, способ не пользуется успехом.

Значительный вклад в развитие теории и практики использования нереверсивных вьюрков для формирования льняной пряжи внесен исследованиями Н.С. Кузнецовой. В работе [6] приведена математическая модель процесса кручения льняной пряжи при помощи нереверсивных вьюрков. В работах [7...10] рассмотрены частные теоретические и практические вопросы использования данного способа, в работе [11] показаны его области применения и высокая эффективность.

Поскольку авторы статьи долгое время занимались изучением аэродинамического самокруточного способа формирования пряжи и нитей, у них возник следующий вопрос: "А что будет, если в устройстве, реализующем способ "air jet spinner", приме-

нить реверсивные аэродинамические вьюрки?"

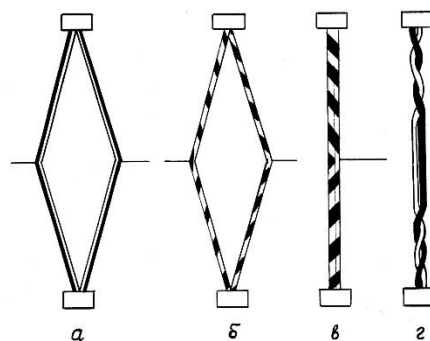


Рис. 2

Самокруточный (СК) способ формирования пряжи и нитей может быть проиллюстрирован следующим образом (рис. 2 – схема формирования СК-продукта в статике):

- а) – два отрезка нити равной длины закрепляются своими концами;
- б) – отрезки закручиваются в средних точках путем приложения крутящего момента T в одинаковом направлении;
- в) – оба отрезка соединяются, но не освобождаются от зажима в средних точках;
- г) – отрезки освобождены от зажима, происходит образование СК-продукта.

В результате оба закрученных участка СК-структуры имеют крутку, противоположную по знаку крутке прядей до их соединения. Процесс самопроизвольного раскручивания соединенных прядей продолжается лишь до тех пор, пока крутящий момент, создаваемый закрученными одиночными прядями, не будет уравновешен крутящим моментом, создаваемым деформациями растяжения и изгиба в СК-продукте.

Необходимыми условиями формирования СК-продукта являются:

1. Наличие в прядях, или хотя бы в одной из них, чередующейся знакопеременной крутки.
2. Наличие упругой составляющей в общей деформации прядей.
3. Наличие фрикционного контакта между прядями после их соединения.
4. Наличие условий для самопроизвольного раскручивания прядей друг на друга.

Как мы видим, при формировании СК-продукта можно выделить два основных процесса: первый – "формирование в пряжах первичной крутки" и второй – "формирование самокрученной структуры после соединения прядей".

Для получения в готовом продукте чередующейся знакопеременной крутки в отечественных машинах типа ПСК используются реверсивные аэродинамические вьюрки. СК-процесс, основанный на сообщении продукту переменной крутки, в основе своей является динамическим. С физической точки зрения кручение продукта вьюрком заключается в преобразовании кинетической энергии вьюрка в энергию деформации скручиваемого продукта.

Желая оценить структуру двухкомпонентной нити, получаемой двухвьюрковым способом, авторы провели следующий эксперимент. Два вьюрка были установлены последовательно в зоне между вытяжным и тянущим валами лабораторного стенда, имитируя "схему Мурата" согласно рис 1. В качестве вьюрков были использованы реверсивные крутильные камеры серийной прядильной самокруточной машины. На рис.3 показаны поперечные разрезы вьюрков.

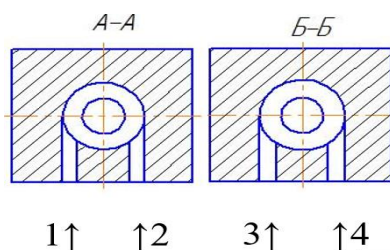


Рис. 3

Для того чтобы исключить "эффект обвивающих волокон" и оценить крутильную способность самого устройства, в качестве питающего продукта были взяты две хлопчатобумажные нити линейной плотности 25 текс контрастных цветов [1...3].

Длины зон кручения составили: $L_1 = 48$ мм, $L_2 = 52$ мм, $L_3 = 50$ мм. Значение нагона в зоне кручения ($L_1 + L_2 + L_3$) принималось равным 13%. Формирование сдвоенного продукта производилось на скорости 200 м/мин. Давление сжатого воздуха во вьюрках составляло 0,25 МПа.

При наработке образца контрольного варианта сжатый воздух подавался в сопловые каналы 1 и 4 вьюрков постоянным потоком в противоположном направлении, как показано стрелками на рис.1, что соответствует "схеме Мурата". В результате эксперимента был получен сдвоенный продукт с очень низким значением крутки – не более 40 кручений на метр. Такая крутка характерна, скорее, для ровницы, чем для пряжи. Этим и объясняется невысокая прочность "двухвьюрковой пряжи", определяемая главным образом наличием обвивающих волокон. Полученному образцу был присвоен номер 1.

Далее в процессе исследования было решено изменить схему подачи сжатого воздуха во вьюрки на реверсивную. Она заключается в следующем. В сопловые каналы 1 и 2, 3 и 4, показанные на рис. 3, подаются импульсы сжатого воздуха, имеющие одинаковую продолжительность. При этом одновременно импульсы сжатого воздуха подаются сначала в сопловые каналы 1 и 4, а затем без паузы в сопловые каналы 2 и 3, затем без паузы снова в сопловые каналы 1 и 4 и так далее. Применим для обозначения этой схемы термин "в противоход". Частота и продолжительность импульсов сжатого воздуха принималась такой же, как при производстве традиционной самокрученной пряжи на машинах ПСК-225-ШГ2 при длине периода крутки 180 мм (рис. 4 – общий вид традиционного самокрученного двухкомпонентного продукта). Оказалось, что полученный образец визуально имеет самокрученную структуру. Это поддается вполне очевидному объяснению. Ведь при реверсивной подаче сжатого воздуха во вьюрки в зоне L_2 двухкомпонентный продукт будет иметь чередующиеся участки S- и Z-крутки двойной интенсивности. И тогда в зоне L_3 продукт будет иметь чередующиеся участки S- и Z-крутки одинарной интенсивности, разделенные участками, на которых компоненты не скручены между собой (нулевыми зонами). Полученный двухкомпонентный продукт, как и традиционная самокрученная пряжа, по всей видимости, должен обладать свойством равновесности, поскольку излишняя упругая

составляющая крутки самоуничтожится за счет частичного самораскручивания участков S- и Z-крутки. Данному образцу был присвоен номер 2.

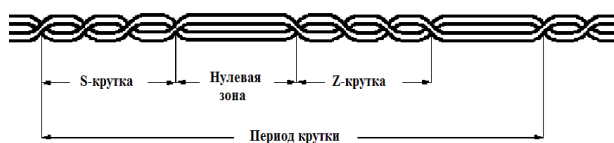


Рис. 4

Анализируя физико-механические показатели образцов 1 и 2, можно сделать следующий промежуточный вывод.

В устройстве с последовательным расположением вьюрков, за счет реверсивной подачи импульсов сжатого воздуха "в противоход", возможно получение двухкомпонентного продукта, визуально аналогичного традиционной самокрученной пряже. Это позволило увеличить количество кручений в двухкомпонентном продукте более чем в 3 раза.

Для определения влияния длин зон кручения L_1 , L_2 , L_3 на физико-механические свойства получаемого двухкомпонентного продукта были наработаны образцы с №3 по №7. Они также наработывались при реверсивной подаче сжатого воздуха "в противоход".

Изменяемые заправочные параметры станда и физико-механические показатели полученных образцов приведены в табл. 1. Постоянными величинами во всех опытах оставались:

- скорость формирования образцов – 200 метров в минуту;
- нагон в зоне формирования $H=13\%$;
- давление сжатого воздуха во вьюрках $P=0,25$ МПа.

Полученные результаты показывают, что соотношения длин зон кручения существенно влияют на структуру получаемого продукта. Наиболее стабильная структура была получена на образцах №4 и №5. Кроме того, на этих образцах длины "нулевых зон" имеют минимальные значения.

Таблица 1

Наименование параметров	Номер образца						
	1 (контрольный вариант)	2	3	4	5	6	7
L_1 , мм	48	48	44	44	44	67	61
L_2 , мм	52	52	69	52	63	46	52
L_3 , мм	50	50	37	54	43	37	37
Крутка, средняя K (кручений/метр)	40	100	112	119	126	118	108
Коэффициент вариации по крутке C_{vk} , %	38	29	25	18	16	23	32
Длина нескрученных участков минимальная, мм	20	18	15	14	15	15	19
Длина нескрученных участков максимальная, мм	35	57	34	21	19	38	51
Длина нескрученных участков средняя, мм	24	29	23	21	18	24	28

Данные эксперименты были проведены авторами впервые. Кроме того, не удалось найти в доступных источниках информацию о том, что подобный эксперимент проводился кем-либо из других исследователей.

В результате проведенного эксперимента установлено, что при реверсивной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы двух вьюрков, расположенных по схеме Мурата, возможно получение двухкомпо-

нентной нити, визуально аналогичной традиционному самокрученному продукту. В полученной двухкомпонентной нити по ее длине располагаются зоны S- и Z-крутки, разделенные участками без крутки ("нулевыми зонами" по терминологии самокруточного процесса).

Другой вопрос в том, что по своей физической природе это совершенно другой процесс. Действительно, крутка, имеющаяся в сформированном классическом само-

крученом продукте, является вторичной по отношению к получаемой стренгами и образуется в результате самораскручивания стренг друг на друга.

В нашем случае при последовательном расположении вьюрков S- и Z- крутка полученного продукта образуется из круток 2S и 2Z, имеющих в зоне длиной L_2 и уменьшающихся далее примерно в 2 раза.

Имеют ли полученные результаты перспективу промышленного использования? Возможно, что такие перспективы со временем откроются. Во всяком случае, можно предположить применение разработанного нами способа в следующих процессах.

1. Получение пряжи из волокнистой ленточки (мычки) с более высоким уровнем крутки и соответственно с более высокими показателями прочности.

2. Формирование комбинированных нитей.

3. Формирование фасонных нитей.

4. Формирование эластичных нитей [4].

ВЫВОДЫ

1. Двухвьюрковый способ формирования нитей при реверсивной импульсной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы позволяет получить продукт, аналогичный самокрученому, но имеющий иную природу.

2. Реверсивная импульсная подача сжатого воздуха в последовательно установленные вьюрки позволяет в 2...3 раза увеличить крутку продукта по сравнению с контрольным вариантом.

3. Определены длины зон кручения, позволяющие получить наиболее стабильную структуру двухкомпонентного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делекторская И.А., Телицын А.А., Новиков С.В. Особенности формирования самокрученной структуры из готовых нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №3.

2. Телицын А.А., Новиков С.В., Делекторская И.А. Практическая реализация процессов трощения и кручения при помощи реверсивного аэродинамического вьюрка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №2.

3. Выскварко В.Г., Делекторская И.А., Телицын А.А., Филатова Н.И. Формирование самокрученного продукта из готовых нитей // Вестник НГИЭИ. – 2018, №4.

4. Телицын А.А., Делекторская И.А., Кешишян Х.Ш. Технология производства льняной ткани "стрейч" // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, №2.

5. Кузнецова Н.С. Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.47..51.

6. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С. Исследование влияния давления во вьюрках на прочность льняной пряжи и крутку в зоне между вытяжной парой и верхним вьюрком // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 50...52.

7. Кузнецова Н.С. Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.47...51.

8. Кузнецова Н.С. Усовершенствование вьюркового способа получения льняной и смешанной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №5. С. 79...82.

9. Кузнецова Н.С. Исследование физико-механических свойств вьюрковой пряжи, сформированной с применением трехвьюркового аэродинамического крутильного устройства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №5. С.75...79.

10. Кузнецова Н.С., Жуков В.И., Телицын А.А. Механизм образования крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №1. С.58...63.

11. Кузнецова Н.С., Жуков В.И. Моделирование значения крутки вьюрковой пряжи на основе экспериментальных исследований // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №5. С.105...110.

12. Кузнецова Н.С., ШUTOVA А.Г., Жуков В.И. Эффективность вьюркового способа получения льняной пряжи мокрого прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №4. С. 68...73.

REFERENCES

1. Delektorskaya I.A., Telitsyn A.A., Novikov S.V. Features of the formation of a self-twisted structure from finished threads // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2004, №3.

2. Telitsyn A.A., Novikov S.V., Delektorskaya I.A. Practical implementation of the processes of warping and torsion using a reverse aerodynamic fin // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti., Ivanovo, № 2, 2005.

3. Vyskvarko V.G., Delektorskaya I.A., Telitsyn A.A., Filatova N.I. Formation of a self-twisted product from finished threads // Vestnik NGEI. – 2018, № 4.

4. Telitsyn A.A., Delektorskaya I.A., Keshishyan H.Sh. Technology for the production of linen fabric

"stretch" // News of universities. Technology of light industry. – 2009, № 2.

5. Kuznetsova N.S. Dynamics of yarn twist during reel spinning // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 3. P.47...51.

6. Kuznetsova N.S., Ilyin L.S. Investigation of the influence of pressure in finches on the strength of linen yarn and twist in the area between the exhaust pair and the upper fin // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, №5. P. 50...52.

7. Kuznetsova N.S. Dynamics of yarn twist during reel spinning // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 3. P.47...51.

8. Kuznetsova N.S. Improvement of the finch method for obtaining linen and mixed yarn // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 5. P. 79...82.

9. Kuznetsova N.S. Study of the physical and mechanical properties of the finch yarn formed using a

three-fin aerodynamic twisting device // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 5. P.75...79.

10. Kuznetsova N.S., Zhukov V.I., Telitsyn The mechanism of twist formation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 1. P. 58...63.

11. Kuznetsova N.S., Zhukov V.I. Modeling the value of the twist of the finch yarn based on experimental studies // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 5. C.105...110.

12. Kuznetsova N.S., Shutova A.G., Zhukov V.I. Efficiency of the reel method for producing wet-spun linen yarn // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 4. P. 68...73.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 04.10.22.