

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОЦЕНКА СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ С РАЗРЕЗНЫМ ВОРСОМ****Локтионов А.В., Буткевич В.Г., Москалев С.А.**

*In this paper analytical dependencies for the main process steps of filaments with a split bristle are established, a methodology for calculating the basic actuators and technological stages of production is suggested, technological regimes are developed and physical and mechanical properties of filaments with a split pile are improved so as to increase its competitiveness in the market.*

В текстильной промышленности широкое распространение получили различные виды ворсовых фасонных нитей (узелковые, петлистые и др.). Одними из таких видов являются комбинированные многокомпонентные фасонные нити с разрезным ворсом. Базовая технология их получения и оборудование для ее реализации имеют ряд существенных недостатков. Процесс формирования осуществляется на существующем оборудовании со скоростью около 30 см/мин. Это обуславливает малую производительность процесса и, как следствие, значительную себестоимость выпускаемой нити. Основным недостатком базового оборудования является то, что элемент для разрезания ворсовой основы выполнен в виде плоского ножа, совершающего возвратно-поступательное движение. Нож приводится в движение кривошипно-шатунным механизмом со сложной кинематикой. В процессе работы износ его узлов приводит к тому, что при скорости формирования нити 0,2 м/мин ее обрывность и выход из строя ножей превышает допустимые значения. Другим недостатком является то, что крутильно-мотальный механизм выполнен в виде веретен тяжелого типа кольцевых машин, которые позволяют формировать нити большей линейной плотности со скоростью 10 м/мин при крутке 300 кр/м. Для закрепления ворсового компонента комбинированных фасонных нитей с разрезным ворсом необходима крутка 500-600 кр/м, что приводит при максимальных частотах вращения веретен к значительному снижению скорости формирования нити.

При разработке технологического процесса создана опытная установка по получению многокомпонентных нитей с разрезным ворсом [1,2]. На рисунке 1 представлена технологическая схема установки. Установка работает следующим образом.

Ворсовый компонент 9 сматывается с бобин (на рисунке не показаны) и поступает через канал в роторе 1 на сборную поверхность. При вращении ротора нити навиваются на сборную поверхность неподвижного корпуса 2. Наличие на корпусе конусной поверхности позволяет нити скользить и перемещаться в зону тянульных роликов 4. Тянульные ролики протягивают волокнистый компонент в зону резания нити ножом 6. В свою очередь нити сердечника 10 подаются через канавку в тянульных роликах, а также через отверстие в неподвижном корпусе 2 и накладываются с двух сторон на разрезанный волокнистый полуфабрикат. Отводящая пара 5 перемещает полуфабрикат из рабочей зоны и подает его в глазок нити направителя 7. Крутильно-мотальный механизм 8 придает полуфабрикату требуемую крутку для получения многокомпонентной нити.

Основной задачей при получении нити является формирование волокнистого полуфабриката требуемой формы и структуры. Ворсовый компонент по нитеформирующей поверхности движется по спирали с переменным шагом и определяет заполняемость формируемой многокомпонентной нити. Правильная заполняемость

ворсового компонента позволяет получить фасонные нити с разрезным ворсом требуемого качества. С учетом сопротивления среды, вращения гибкой нити вокруг формирующей поверхности круглой формы, считая воздушную среду однородной при равномерном вращении и навивании нити на сборную поверхность, установлены расчетные зависимости, позволяющие оценить качество нитей линейной плотности 60-1000 текс при скорости формирования до 10 м/мин.

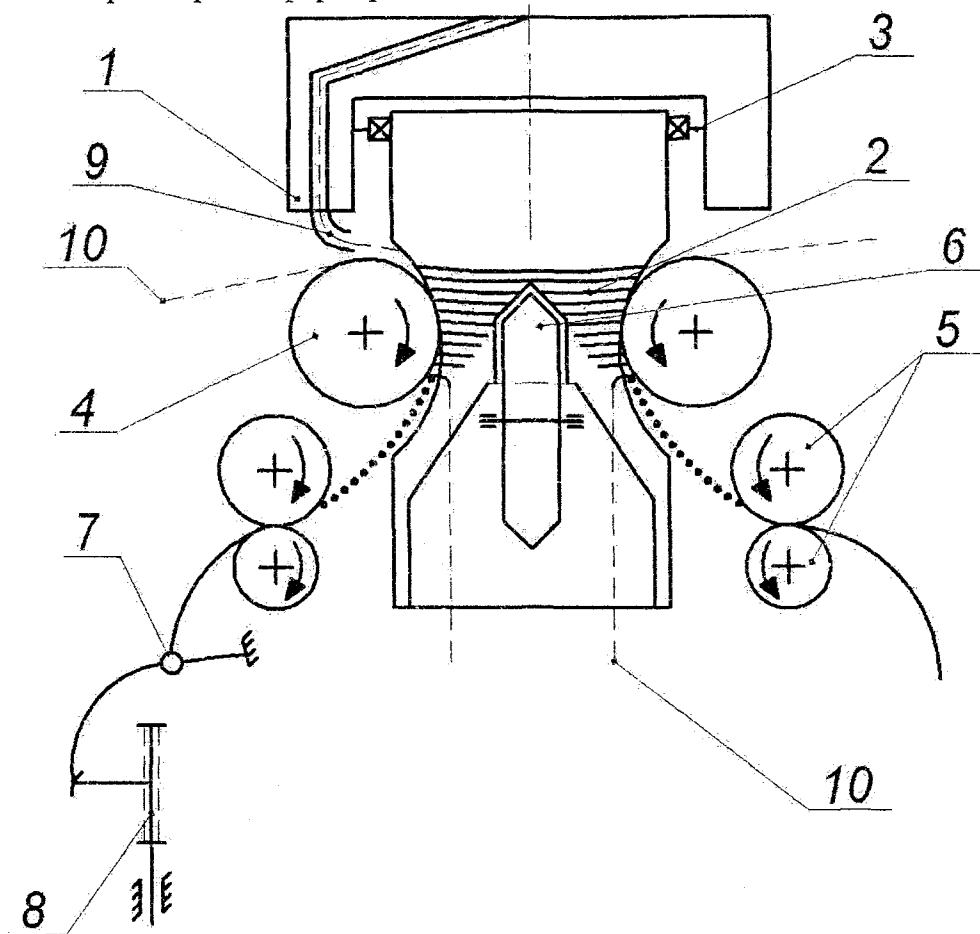


Рисунок 1—Схема установки для получения нитей с разрезным ворсом

Разработана технология и создана установка, позволяющая формировать нити широкого диапазона линейных плотностей. В предложенной установке использованы ножи круглой формы, вращающейся с частотой более  $5000 \text{ мин}^{-1}$ , что позволяет стабилизировать условия формирования волокнистого полуфабриката и исключить влияние режущего элемента на процесс формирования комбинированной многокомпонентной фасонной нити с разрезным ворсом. Использование модернизированных колец с бегунками и веретенами кольцевых крутильных машин предназначенных для переработки шерсти позволило увеличить скорость формирования нити и достичь 8-10 м/мин.

Основными параметрами при формировании комбинированных многокомпонентных нитей с разрезным ворсом являются:

1. Вид стержневого компонента – нити или пряжа линейной плотности 8-25 текс из натуральных, химических волокон или их смесей.
2. Вид обвивочного компонента – нити или пряжа линейной плотности 40-40 текс из натуральных, химических волокон или их смесей.
3. Диапазон линейных плотностей нити с разрезным ворсом – 60-1000 текс.
4. Неровнота по линейной плотности (коэффициент вариации) – 1,5%.

5. Высота ворса – 2,6-12 мм.
6. Плотность заполнения ворсовой поверхности – по требованию заказчика.
7. Вид крутильно-мотального механизма – веретена тяжелого типа кольцевых крутильных машин.
8. Крутка нити – 600-900 кр/м.
9. Частота вращения веретена – 1600-2950 мин<sup>-1</sup>.
10. Скорость формирования нити – до 10 м/мин.
11. Число нитей ворсового компонента на питании – до четырёх.
12. Частота вращения ротора – до 2000 мин<sup>-1</sup>.
13. Диаметр ротора – 80 мм.
14. Линейная скорость тянущих валиков – 50 мм.
15. Диаметр тянущих валиков – 50 мм.
16. Диаметр оттяжного вала – 32 мм.
17. Линейная скорость оттяжного вала – до 8,8 м/мин.
18. Размер поперечного сечения нитеформирующего компонента – 2x2x2,8 мм.

Аналитически движение гибкой нити по неподвижной направляющей для формирования нитей с разрезым ворсом можно представить в виде [3]:

$$T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T) = e^{k\varphi} \cdot [T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T_0)] + A \cdot \int_0^\varphi p(\varphi) \cdot e^{k\varphi} \cdot d\varphi, \quad (1)$$

где  $T$  – натяжение нити;

$\mu_0$  – постоянная линейная плотность нити до растяжения;

$v_0$  – постоянная скорость нерастянутой нити;

$\varphi$  – угол, образуемый нормалью и вектором натяжения;

$A$  – константа, определяемая из начальных условий (линейная плотность нити при навивании, равная базовой линейной плотности; скорость набегающей нити равна скорости сбегавшей ветви нити; в начальный момент угол  $\varphi=0$ );

$p$  – натяжение в точке перегиба.

Исследуем некоторые частные случаи для различных зон сборной поверхности. В зоне навивания нити на сборную поверхность волокнистый продукт можно считать нерастяжимым.

Если нить нерастяжима, то  $f=1$ , и формула (1) упрощается:

$$T = \mu_0 \cdot v_0^2 + e^{k\varphi} \cdot [T - \mu_0 \cdot v_0^2 + A \cdot \int_0^\varphi p(\varphi) \cdot e^{k\varphi} \cdot d\varphi]. \quad (2)$$

При трении скольжения ( $A=0$ ) из равенства (1) получим натяжение в конечном виде:

$$T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T) = e^{k\varphi} \cdot [T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T_0)]. \quad (3)$$

Установлено, что натяжение растяжимой нити при установившемся движении по направляющей с трением не зависит от формы направляющей, но зависит от характера неоднородности и растяжимости ( $\mu$ ,  $f_{тр}$ ).

В зоне резания волокнистой полуфабрикат движется по направляющей кругового цилиндра с трением, т.е.  $p = \text{const}$  и интеграл натяжения нити (1) выражается в конечном виде:

$$T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T) = e^{k\varphi} \cdot [T - \mu_0 \cdot v_0^2 \cdot f(T_0)] + A \cdot r / k (e^{k\varphi} - 1), \quad (4)$$

где  $r$  – радиус цилиндрического элемента навивки.

Для разработки хлопкоподобных тканей в основе использовались полиамидная нить линейной плотности 4,8 текс, имеющая крутку 800 кр/м, в утке – нить с разрезным ворсом линейной плотности 33 текс.

Исследования показали, что машина обладает высокой работоспособностью, надежностью при формировании нитей и их намотке. Данные статистической обработки полученных результатов испытаний обрабатывались на ЭВМ. Процесс ткачества осуществлялся на базовом ткацком станке, технологические параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические параметры выработки тканей на ткацком станке СТБ-2-180

Наименование показателя	Единица измерения	Название ткани			
		«лилея»	«вернисаж»	«веросок»	«купалина»
назначение		плательно-блузочные			
ширина готовой ткани	см	150	150	150	150
длина куска готовой ткани	м	90	90	90	90
плотность готовой ткани:					
	на основе	дм <sup>-1</sup>	460	440	470
на утку	дм <sup>-1</sup>	208	192	240	
усадка:					
	на основе	%	1,7	2,8	1,3
на утку	%	1,2	1,9	0,7	
разрывная нагрузка:					
	на основе	Н	36	34	38
по утку	Н	22	21	28	
удлинение:					
	на основе	%	32	22	27
по утку	%	18	16	9	

В результате исследований свойств проектируемой ткани установлены оптимальные параметры ее строения. Представленные в таблице 2 параметры заправки станка оказывают влияние на свойства суровых тканей, что заметно по величине уработки нити. При большем натяжении основы уработка уменьшается, что вызывает уменьшение поверхностной плотности ткани. Наибольшее влияние на натяжение нитей оказывает заправочное натяжение, определяемое номером зарубки фигурного рычага. Исходя из величины уработки нити с разрезным ворсом, можно отметить, что величина заступа оказывает значительное влияние на величину уработки, а значит и на структуру ткани.

Таблица 2

Влияние параметров заправки станка на свойства суровой ткани

№ исп.	Разрывная нагрузка, сН		Разрывное удлинение, %		Уработка, %			Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
	по основе	по утку	по основе	по утку	основы	утка, х/б	утка ворс.	
1	40	24	65,6	38	8,5	5,82	5,48	81,9
2	39,5	20,5	60,5	30,5	9,07	5,74	2,86	79
3	44	21	66	29	8,06	6	3,85	81,9
4	44	22	66	30	8,7	6,91	5,57	75,5
5	43,6	22	67	34	9,2	4,9	4,28	78,2
6	42	22	63	39	7,81	6,83	6	82,2
7	41,5	22	62	31	6,91	6,83	5,57	78,6
8	41,5	22	62	31	6,91	6,83	5,57	78,6
9	41,5	21,5	66	31	8,2	5,91	5,31	79,2
10	41,95	21,8	62,1	32,7	8,2	6,13	4,94	79,45

Результаты физико-механических испытаний суровой ткани блузочной группы сравнивались с данными физико-механических свойств суровой ткани "Гиацинт", а также с данными, предъявляемыми ГОСТ к данной группе тканей. Физико-механические показатели новых тканей представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-механические показатели ткани

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей, образец			
		1	2	3	4
число нитей на 10 см		460/208	470/240	440/192	440/240
разрывная нагрузка	Н	36/22	32/28	34/21	32/24
разрывное удлинение	%	32/18	27/18	22/16	28/14
усадка	%	1,7/1,2	1,3/0,7	2,8/1,9	1,6/1,1
поверхностная плотность	г/м <sup>2</sup>	75	63	79	75
истирание	цикл	1200	1100	1100	1100
несминаемость	%	50	48	51	50
раздвигаемость	%	1,6	1,6	1,4	1,5

Испытания физико-механических показателей нити с разрезным ворсом, показали, что разрывная нагрузка комбинированной нити с разрезным ворсом несколько ниже суммарной разрывной нагрузки компонентных нитей. В процессе растяжения составляющие нити разрываются одновременно, что вызвано неравномерным распределением нагрузки вследствие расположения компонентных нитей под разными углами к оси готовой нити. Разрывная нагрузка нити с разрезным ворсом составляет 70% от суммарной разрывной нагрузки составляющих нитей, что подтверждает правильность выбора компонентных нитей по линейной плотности и оптимальному значению крутки. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке комбинированной нити ниже, чем такой же показатель у ее составляющих, т.е. нить характеризуется большей равномерностью по разрывной нагрузке. Разрывное удлинение петельной нити по своему значению ближе к разрывному удлинению полиамидных нитей. Этот показатель также характеризуется большей равномерностью, чем разрывное удлинение у х/б нити. Исследование числа ворса на длине одного метра нити показали, что это число равно 208, т.е. нити с разрезным ворсом характеризуются довольно частым расположением петель. Причем петли располагаются равномерно по длине, о чем говорит значение коэффициента вариации – 7,5%. Для проектируемой ткани важен такой показатель, как высота петли. Высота петли нити с разрезным ворсом составляет 0,3 см, причем это значение является стабильным по длине ткани, значение коэффициента вариации находится в пределах 3,6%.

Результаты испытаний новой ткани с использованием в основе капроновых полиэфирных нитей, в утке х/б пряжи и нити с разрезным ворсом выявили уменьшение поверхностной плотности. Разрывное удлинение за счет уменьшения плотности увеличилось на 4,5% по основе и 3,5% по утку.

Применение в утке разработанных тканей нити с разрезным ворсом позволяет снизить плотность по утку и тем самым повысить производительность труда и оборудования в ткачестве в среднем на 21%.

Использование в утке нитей с разрезным ворсом расширяет ассортимент тканей, дополняет его тканями новой структуры.

Разработанная технология и оборудование могут быть внедрены на текстильных предприятиях, использующих нити линейной плотности более 60 текс.

### **Выводы.**

1. Разработана установка для формирования нитей с разрезным ворсом, которая позволяет с высокой скоростью получать нити широкого диапазона линейных плотностей.
2. Предложены аналитические зависимости для определения натяжения в технологическом процессе получения нити с разрезным ворсом
3. Предложенная ткань с применением нити с разрезным ворсом обладает требуемыми физико-механическими свойствами. Применение нити с разрезным ворсом расширяет ассортимент продукции при широком использовании химических волокон для выработки тканей и текстильных изделий, приближающихся по своим потребительским свойствам к изделиям из волокон натурального происхождения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Локтионов, А.В. Технология и оборудование для получения нитей с разрезным ворсом / А.В. Локтионов, В.Г. Буткевич, Р.А. Васильев // Теоретическое знание – в практические дела: сборник научных статей межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов с международным участием 13 марта 2006 года: в 3 ч. – Ч. 1. – Омск, 2006. – С. 101–104.
2. Пат. 5199 ВУ, МПК Д 02 G 3. Устройство для получения нити с разрезным ворсом / А.В. Локтионов, В.Г. Буткевич, А.В. Буткевич, С.В. Жерносек; заявитель и патентообладатель Витебский государственный технологический университет. – № и 20080677; заявка 01.09.2008; опубл. 4.30.2009. – 2 с.
3. Исследование процесса получения ворсового компонента при формировании нити с разрезным ворсом / А.В. Локтионов [и др.] // Вестник УО «ВГТУ». – 2005. – Вып. 9. – С. 45–48.

*Поступила 26.10.11*