

УДК 677.022(075)

асс. Малютина И.А., асп. Чукасова - Ильюшкина Е.В., д.т.н. проф. Коган А.Г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования «Витебский государственный технологический  
университет»

Методические указания  
к лабораторным работам  
**«Прядение химических волокон в смеси с натуральными»**  
для студентов спец. 1-50 01 01 01«

Витебск  
2006

## Содержание

стр.

1. Ассортимент химических волокон и нитей.....	4
1.1. Волокна.....	4
1.2. Нити.....	4
2. Свойства химических нитей.....	5
2.1. Определение свойств химических волокон и нитей. Структурный анализ.....	5
2.2. Методы определения крутки нитей.....	7
2.3. Методы измерения длины волокон.....	7
2.4. Методы определения линейной плотности.....	8
2.5. Механические свойства волокон и нитей, методы определения.....	9
3. Технология и оборудование для производства химических волокон.....	9
3.1. Технология получения химических нитей.....	10
3.2. Мокрый и сухой способы формования нитей из раствора.	13
3.3. Формование нитей из расплава.....	15
3.4. Особенности получения жгута и волокон.....	15
4. Перемоточные машины для химических нитей.....	16
4.1. Перемотка искусственных нитей.....	16
4.2. Перемотка ацетатных нитей.....	17
4.3. Перемотка и вытягивание капроновых нитей.....	18
5. Прядение химических волокон на хлопкопрядильном оборудовании.....	19
5.1. Расчет характеристик свойств волокон в смеси.....	20
5.2. Расчет разрывной нагрузки пряжи.....	20
5.3. Содержание планов прядения и порядок их разработки.....	21
6. Общие сведения о текстурированных нитях и способах их получения.....	25
7. Основные свойства текстурированных нитей.....	29
8. Классический способ получения высокорастяжимых нитей.....	31
9. Непрерывный способ получения высокорастяжимых нитей.....	32
10. Сравнительная оценка прерывного и непрерывного способов....	32
11. Механизмы ложного кручения.....	33
11.1. Механизмы ложного кручения роторного типа.....	33
11.2. Механизмы ложного кручения фрикционного типа.....	37
11.3. Механизмы ложного кручения других типов.....	43
12. Однопроцессные машины для текстурирования способом ложного кручения.....	43
12.1. Машины с механизмами ложного кручения роторного типа.....	43
12.2. Машины с механизмами ложного кручения фрикционного типа.....	47
Список использованных источников.....	50

# 1. Ассортимент химических волокон и нитей

## 1.1. Волокна

Химические волокна и нити, обладающие комплексом ценных свойств, широко применяются в народном хозяйстве. Они предназначаются как для получения тканей, трикотажных изделий, так и для технических и медицинских целей и других предметов народного потребления. Химические волокна разделяются на две группы – искусственные волокна, получаемые из природных полимеров или высокомолекулярных соединений, преимущественно из целлюлозы; синтетические волокна, получаемые из искусственных полимеров, на базе продуктов переработки нефти, угля и природного газа.

К искусственным волокнам относятся следующие виды волокон: вискозные, медно-аммиачные, ацетатные, омыленные, ацетатные, триацетатные, альгинатные, казеиновые, коллагеновые, зеиновые, латексные, каучуковые, резиновые.

К синтетическим волокнам относятся следующие типы волокон: полиамидные (капроновые, анидные и др.), полиэфирные (лавсановые, тириленовые и др.), акриловые (нитроновые, орлоновые, куртель, каненкорон, кашмилон и др.), поливинилхлоридные (хлорин, ПВХ и др.), поливинилспиртовые (винол, курелен и др.)

В таблице 1 представлены свойства наиболее популярных видов химических волокон

## 1.2. Нити

*Простыми нитями* называются такие, строение и состав которых одинаковы по всей длине и соответствуют тем, которые вырабатываются в основных технологических процессах без каких-либо дополнительных устройств или обработок.

*Текстурированными* называются нити, у которых по всей их длине вся структура видоизменена.

*Фасонными нитями* называются такие нити, у которых по длине периодически имеются какие-либо эффекты – утолщения, петельки и т.д. Они могут создаваться различными способами в прядении, а особенно в кручении.

*Армированными* называются нити сложной структуры, у которых осевая обвита (обкручена или плотно оплетена) волокнами или другими нитями.

*Комбинированными* называются нити, скрученные или компактированные из нитей разных видов.

В текстильном материаловедении различают первичные и вторичные нити. В таблице 2 указана классификация первичных и вторичных нитей.

Таблица 1 - Свойства химических волокон и нитей

Показатели	Вис- козное	Поли- нозное	ВВМ	Лавса- новое	Капро- новое	Нитро- новое	Хлорин	ПВХ
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,52	1,52	1,52	1,38	1,14	1,17	1,47	1,34
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	21-22	34-36	30- 36	40-50	32-34	23-25	16-17	22- 24
Потеря разрывной нагрузки в мокром состоянии, %	45-50	15-30	30- 36	0	10-12	5-7	0	0
Сохранение разрывной нагрузки при разрыве, % петлей	31-34	12-18	19- 26	80-89	70-90	36-42	42-52	43- 52
узлом	60-67	24-36	35- 50	97-100	93-100	55-63	65-73	80- 92
Износостойкость, тыс. циклов на приборе: к истиранию	30-60	35-56	-	97	1000	40,3	15,7	10- 15
К многократному изгибу	1,5-2,5	1-3	4- 17,5	109	До 100	7	0,9-1,4	4-83
Усадка при кипячении, %	<8	1-3	2-3	1-2	4	2-3,5	70	40- 50
Белизна, %	70	71-77	50- 70	76-81	70	71	78	75- 80
Растворимость в 100% растворе щелочи	45-55	21-27	28- 40	-	-	-	-	-
Влажность, %	11-13	11-12	11- 12	0,4-0,6	2,4-2,8	1,3	0,4	0,3
Температура размягчения, °С	-	-	-	235	170	190- 220	60	70
Плавления или разрушения	Не плавится, при 150- 160 °С резко снижается разрывная нагрузка			255	215	Не плавится		150- 200

## 2. Свойства химических нитей

### 2.1. Определение свойств химических волокон и нитей. Структурный анализ

Сведения о структуре волокон, об особенностях ее изменений в результате воздействий технологических процессов, условий эксплуатации становятся все более необходимыми при повышении качества текстильных материалов, совершенствовании технологических

процессов, определении условий рационального использования волокон.

Таблица 2 – Виды химических нитей и пряж

Первичные нити			
Подтип	Класс	Группа	Вид
Пряжа	Простая	Однородная	Из волокон одинакового типа
		Смешанная	Из волокон различных видов
	Текстурированная	Смешанная	Из волокон различных видов
		Однородная	Из волокон одинакового типа
	Фасонная	Однородная	Из волокон одинакового типа
		Смешанная	Из волокон одинакового типа
Армированная	Неоднородная	Из волокон различных видов	
Комплексная нить	Простая скрученная	Однородная	Из элементарных нитей одинакового вида
		Смешанная	Из элементарных нитей различного вида
	Текстурированная	Однородная	Из элементарных нитей одинакового вида
		Неоднородная	Из элементарных нитей различного вида
	Фасонная	Однородная	Из элементарных нитей одинакового вида
		Неоднородная	Из элементарных нитей различного вида
Вторичные нити			
Крученая пряжа	Простая	Однородная	Из пряжи одинакового вида волокон
		Смешанная	Из пряжи различных видов волокон
		Неоднородная	
	Фасонная	Однородная	Из пряжи одинакового вида волокон
		Смешанная	Из пряжи различных видов волокон
	Армированная	Однородная	Из пряжи одинакового вида волокон
Смешанная		Из пряжи различных видов волокон	
Крученая комплексная нить	Простая скрученная	Однородная	Из комплексных простых нитей одинакового вида
	Фасонная	Неоднородная	Из комплексных нитей разного вида
		Однородная	Из комплексных простых нитей одинакового вида
	Текстурированная	Неоднородная	Из комплексных нитей разного вида
		Однородная	Из комплексных простых нитей одинакового вида
Комбинированная	Из первичных нитей Из вторичных нитей	Неоднородная	Из сочетаний нитей различных подтипов, классов, групп и

нить	Из первичных и вторичных нитей		видов
------	--------------------------------	--	-------

Методами структурного анализа являются:

- световая микроскопия;
- электронная микроскопия, позволяет изучать структуру волокон на уровне атома;
- рентгеноструктурный анализ;
- спектральный анализ;
- микрокаллометрия.

## 2.2. Методы определения крутки нитей

Основными методами определения крутки и укрутки нитей являются методы раскручивания, удвоенного кручения и сбалансированной крутки.

Метод непосредственного раскручивания более пригоден для определения крутки крученых нитей, а также пряжи из достаточно длинных волокон, когда возможно более точно определить момент параллелизации волокон. Суть этого метода заключается в раскручивании отрезка нити определенной длины, закрепленного в зажимах, до полной параллелизации волокон пряжи или составляющих нитей комплексных или крученых.

Фактическая крутка в пересчете на 1 м нити

$$K_f = n \cdot 10^3 / L,$$

где  $n$  – число оборотов зажима, соответствующее числу кручений нитей на зажимной длине  $L$ .

Метод удвоенного кручения применяется для однониточной штапельной пряжи из химических волокон кольцевого способа прядения. Пряжа, закрепленная в зажимы круткомера, раскручивается, а затем скручивается до первоначальной длины. Таким образом, счетчик показывает число, равное удвоенному числу оборотов зажима.

$$K_f = n \cdot 10^3 / (2L).$$

## 2.3. Методы измерения длины волокон

- промер отдельных волокон;
- сортировка штапелей или разделение штапеля волокон на классы длин;
- измерение длины волокон без разделения штапеля на группы длин;
- измерение длины волокон в продукте очесыванием зажатой части продукта.

Для химических волокон стандартным методом является метод промера отдельных волокон. Его обычно осуществляют вручную с

помощью миллиметровой линейки. Все волокна, входящие в отобранную навеску, поочередно укладывают на пластину, смазанную касторовым маслом, и распрямляют до полного устранения извитости.

Результаты измерений записывают по соответствующим классам длин с интервалом 1 мм. Фактическую среднюю длину волокна подсчитывают по формуле

$$L_a = \frac{L_1 n_1 + L_2 n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$

Средняя массодлина -  $L_d$  подсчитывается по аналогии с предыдущей, только вместо числа волокон берется их масса  $M$

$$L_m = \frac{L_1 m_1 + L_2 m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots},$$

где  $m_1, m_2$  – масса волокон длиной  $L_1, L_2$  соответственно.

*Модальная массодлина  $L_m$*  – соответствует длине волокон, составляющих группу с наибольшей массой.

*Модальная длина  $L_m$*  – соответствует длине наиболее многочисленных волокон.

*Штапельная массодлина  $L_{ш}$*  – это средняя массодлина из длин, больших модальной массодлины.

## 2.4 Методы определения линейной плотности

Для химических волокон чаще всего применяется способ определения линейной плотности по вырезке из пучка волокон. Вначале из волокон готовят штапель с ровным концом. С помощью микроскопа или проектора подсчитывают число волокон. Затем из этого штапеля на определенном расстоянии от ровного конца отрезают часть штапеля. Вырезанную часть взвешивают. Линейную плотность  $T$ , текс подсчитывают по формуле

$$T = \frac{1000 \cdot M_s}{L_s \cdot n},$$

где  $M_s$  - масса вырезки из  $n$  волокон, мг;  
 $L_s$  - длина вырезанной части.

Для определения линейной плотности химических нитей пользуются комплексом нормативно-технической документации. В зависимости от условий определения различают *номинальную, фактическую, результирующую и кондиционную линейную плотность*.

*Номинальной линейной плотностью* называют линейную плотность одиночной нити, предназначенной к выработке.

*Фактическая линейная плотность* определяется взвешиванием на весах пасм длиной 5-200 м, отматываемых на мотовиле.

*Кондиционная линейная плотность* вычисляется по формуле, текс

$$T_k = T\phi \cdot \frac{(100 + W_H)}{(100 + W\phi)},$$

где  $W_H$  – нормированная влажность нити, %;

$W\phi$  – фактическая влажность нити, %.

*Результирующая линейная плотность* определяется как суммарная линейная плотность без учета укрутки трощеных нитей.

$$Tr = T_1 + T_2 + \dots + T_n.$$

## 2.5. Механические свойства волокон и нитей, методы определения

Механическими свойствами волокон и нитей, называются такие, которые определяют их отношение к действию различно приложенных к ним сил.

Механические свойства волокон и нитей зависят от их строения, от составляющих их веществ, однако проявляются они в зависимости от действия на них сил (напряжения), приложение которых вызывают перемещение в волокнах и нитях составляющих их веществ, т.е. дают то движение, которое позволяет обнаруживать их свойства.

*Разрывная нагрузка* – это абсолютная прочность, поскольку она выражается тем максимальным усилием, которое образец выдерживает в условиях постепенного нарастания нагрузки, создаваемой на разрывной машине до момента его разрушения.

## 3. Технология и оборудование для производства химических волокон

Исходным сырьём для производства *вискозных нитей* является древесная целлюлоза. Для получения щелочной целлюлозы, ведется обработка исходного сырья 18-% раствором NaOH, которую затем отжимают от избытка щелочи и подвергают измельчению для повышения скорости и равномерности реакции при последующей обработке. Затем полученное вещество подвергается процессу предсозревания, т.е., выдерживание 10-30 ч. при температуре 25-30 °С. Это обеспечивает необходимую вязкость получаемого затем прядильного раствора. После предсозревания щелочная целлюлоза обрабатывается сероуглеродом – процесс ксантогененирования. В результате образуется ксантогенат целлюлозы – натриваемая соль сложного кислого эфира целлюлозы и дитиугольной кислоты, при



растворении ксантогената целлюлозы в разбавленном растворе NaOH образуется вязкий прядильный раствор вискозы.

Значительным преимуществом производства гидратцеллюлозных *медно-аммиачных волокон и нитей* по сравнению с производством вискозных нитей и волокон является резкое уменьшение вредности вследствие отсутствия выделения газов и меньшей загрязненности водоемов. Однако для производства медно-аммиачных волокон и нитей требуется менее распространенное сырье и более дефицитные медные соединения и аммиак. Поэтому их доля в производстве химических волокон составляет около 1 %.

Исходным сырьем является хлопковый пух или облагороженная древесная целлюлоза. Очищенную целлюлозу в виде рыхлой массы смешивают с гидроокисью или основной солью меди в присутствии концентрированного водного раствора аммиака. получаемый прядильный раствор нескольких партий смешивают, фильтруют и обезвоздушивают.

*Полиэфирные волокна и нити* производятся главным образом из полиэтилентерифталата, поликонденсация которого осуществляется в реакторах при высокой температуре (270-285<sup>0</sup>С) в присутствии катализаторов и при глубоком вакууме. При необходимости вводятся матирующие вещества и красители.

*Полиамидные волокна и нити* занимают второе место по производству синтетических волокон в мире. Мономером для получения полиамида, из которого изготавливается данный полимер, является капролактam. В результате нагрева капролактam и его взаимодействия с активатором связь— водой связь CO-NH в этом циклическом мономере раскрывается и капролактam превращается в аминокaproновую кислоту.

*Полиакрилонитрильные волокна и нити.* Исходными соединениями, из которых получается акрилонитрил, является ацетилен (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) и синильная кислота (HCN). Эти соединения получают из простых и доступных веществ. Ацетилен синтезируется из карбида кальция при действии на него воды, из метана или природного газа, а синильная кислота синтезируется из окиси углерода и метилового спирта и аммиака.

### **3.1. Технология получения химических нитей**

Для изготовления большинства химических волокон и нитей исходный твердый полимерный материал путем растворения или плавления переводят в жидкое состояние и под давлением нагнетают по системе разветвленных трубок, концы которых закрыты фильерами — колпачками с маленькими отверстиями. Выдавливаемые через них непрерывные струйки жидкого полимера вследствие испарения растворителя, или физико-химического

взаимодействия с окружающей средой, или охлаждения, затвердевают и превращаются в элементарные нити, которые чаще соединяют вместе скручиванием, а также пневматическим переплетением или перепутыванием. При получении волокон отдельные элементарные нити с фильер соединяют вместе в один жгут, который затем разрезают на волокна заданной длины. Кроме того, применяют штапелирование жгута, т. е. надрыв в нем нитей через определенные интервалы, и получают ленту, которую перерабатывают в прядильном производстве.

Производство химических волокон и нитей складывается из следующих этапов: получение или предварительная обработка, сырья, приготовление прядильного раствора или расплава, формование нитей или жгута, их вытягивание и термофиксация, отделка и текстильная переработка (скручивание, перемотка и сортировка) нитей, разрезание или штапелирование жгута.

### **3.1.1. Получение исходного полимера (сырья) и его предварительная обработка**

Исходное сырье для искусственных волокон и нитей получают с заводов других отраслей промышленности. Например, целлюлозу получают с хлопкоочистительных или целлюлозных заводов. Ее предварительная обработка заключается в очистке хлопковой целлюлозы, измельчении древесной целлюлозы, а также химической обработке для превращения в новые полимерные вещества (ксантогенат целлюлозы, ацетилцеллюлозу), растворимые в доступных растворителях.

Синтетические полимеры получают синтезом из простых веществ как на отдельных химических заводах, так и на заводах, вырабатывающих волокна и нити. Предварительной обработке синтетическое сырье обычно не подвергают.

### **3.1.2. Приготовление прядильного раствора или расплава**

Твердое исходное полимерное сырье различной формы и размеров должно быть превращено в тонкие нити или волокна примерно цилиндрической формы. Для этого необходимо ослабить межмолекулярное взаимодействие и изменить расположение макромолекул исходного полимера переводом его в жидкое или размягченное состояние, при котором отдельные макромолекулы могут перемещаться и располагаться в требуемом порядке. Это достигается растворением, плавлением или размягчением исходного полимера. Первый способ применяют при производстве вязкозных, ацетатных,

медно-аммиачных, нитроновых, хлориновых и других волокон и нитей, второй — при получении капроновых, анидных, лавсановых и других волокон и нитей, а третий — при выработке полипропиленовых волокон и нитей.

### 3.1.3. Приготовление прядильного раствора

Прядильным раствором называют достаточно концентрированный, вязкий и очищенный от мелких примесей и пузырьков воздуха раствор полимера. При формировании нитей или волокон раствор продавливают через фильеры с отверстиями малого диаметра (0,05—0,1 мм).

Прядильные растворы характеризуют двумя основными показателями — вязкостью и концентрацией полимера в растворе, повышением концентрации увеличивается производительность при формировании, но вследствие повышения вязкости раствора замедляется скорость фильтрования и обезвоздушивания раствора, а его истечение из отверстий фильер затрудняется. Снижение концентрации раствора иногда может ухудшить свойства получаемых нитей и волокон. Поэтому установлены оптимальные концентрация и вязкость прядильного раствора для волокон и нитей различных видов.

### 3.1.4. Приготовление прядильного расплава

При поликонденсации полиамидов и полиэфиров на заводах химических волокон получают готовые расплавы полимеров, из которых формуют нити. В этом случае синтез полимера и формирование составляют единый непрерывный процесс.

Если полимер поступает в виде отдельных партий гранул, после их смешивания для получения равномерного расплава полимер (рис. 2) загружают в плавильную головку. Ее продувают инертным газом для удаления кислорода воздуха, который вызывает деструкцию нагретого полимера. При соприкосновении с трубчатой решеткой 2, нагретой теплоносителем, полимер плавится и стекает вниз, образуя расплав.

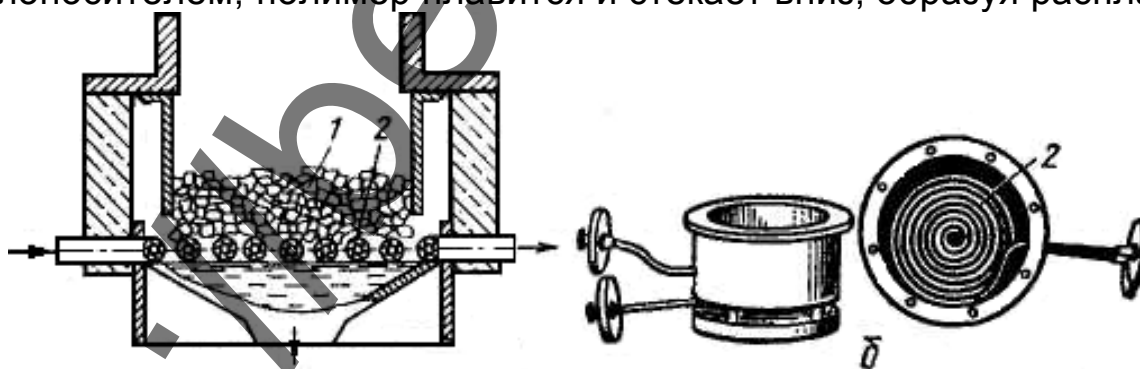


Рис. 2. Плавильная головка

### 3.1.5. Формование нитей, жгута и волокон

Эта стадия технологического процесса заключается в равномерной дозированной подаче, фильтрации и продавливании прядильного раствора или расплава через отверстия фильеры,

затвердевании вытекающих струек, вытягивании и наматывании получающихся нитей на приемные приспособления или соединении их в жгут, разрезаемый иногда на волокна. Существует несколько способов формования: 1) из раствора мокрым способом; 2) из раствора сухим способом; 3) из расплава; 4) из размягченного полимера.

### 3.2. Мокрый и сухой способы формования нитей из раствора

При формовании **мокрым способом** (вискозных, медно-аммиачных, нитроновых, поливинилспиртовых, хлориновых и других нитей) вытекающие из фильеры (рис. 3) струйки 2 поступают в раствор осадительной ванны 3, где происходят физико-химические процессы высаживания полимера (затвердевание струек и превращение их в нити), а иногда и химическое взаимодействие его с компонентами ванны, приводящее к изменению состава полимера.

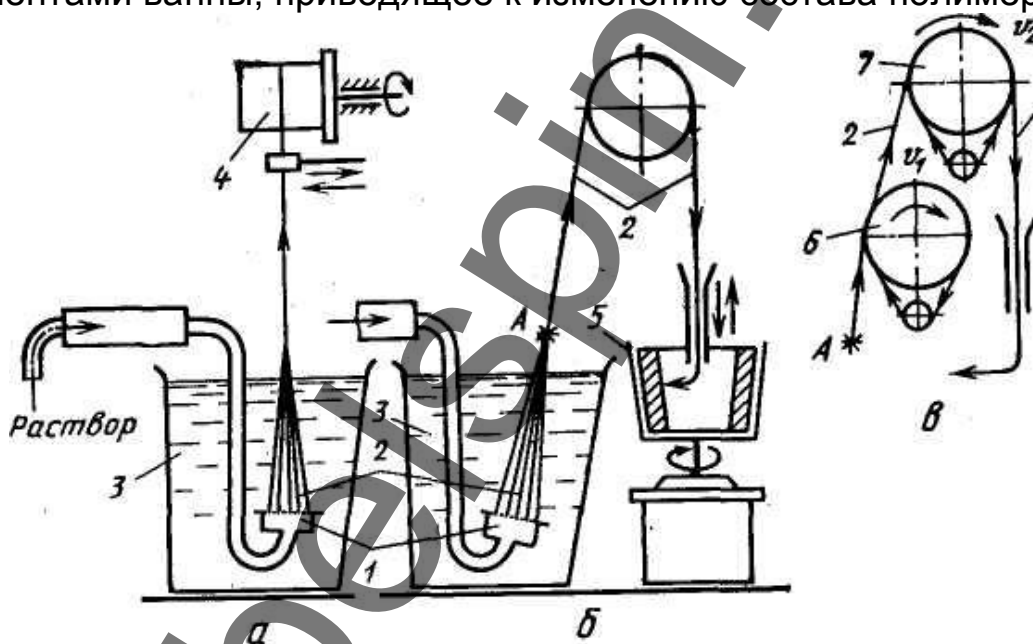


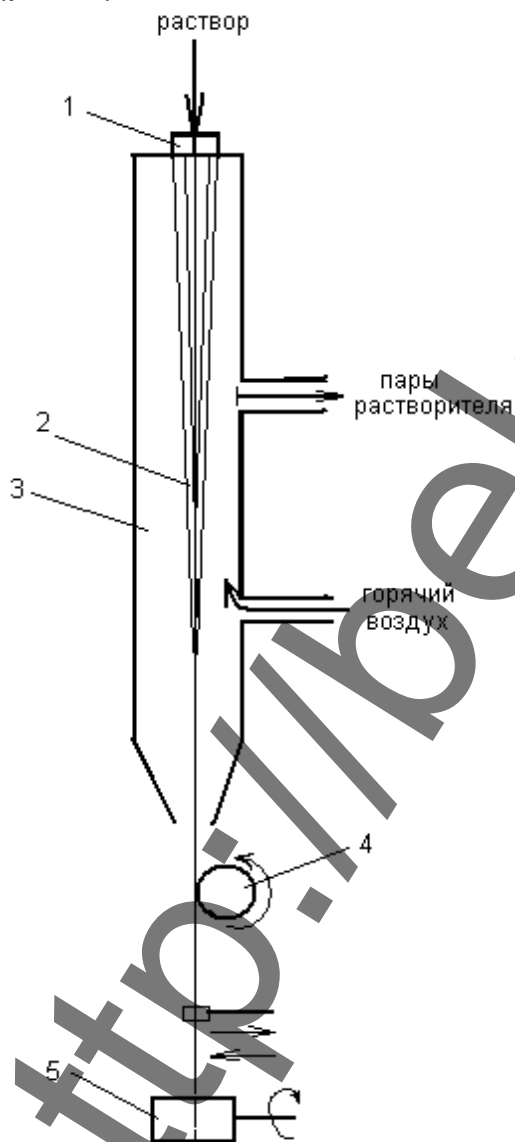
Рис. 3 Принципиальная схема формования нитей

При однованном формовании высаживание полимера и химическое взаимодействие происходят одновременно в одной осадительной ванне, при двухванном формовании осаждение происходит в первой ванне, а изменение химического состава полимера — во второй.

Элементарные нити, выходящие из осадительной ванны с одной фильеры, соединяются вместе, обычно вытягиваются и поступают на приемное устройство в виде бобины 4 или на центрифугу 5. В первом случае комплексная нить только наматывается, а во втором — скручивается и наматывается.

Отдельные длинные макромолекулы полимера при растворении принимают свернутую форму. При формовании без вытягивания такие макромолекулы и их агрегаты располагаются хаотично, что резко снижает прочность получаемых нитей и сообщает им большую растяжимость. Для вытягивания нити пропускают через два диска б и 7, имеющих соответственно окружную скорость  $V_1$  и  $V_2$ . Вследствие вытяжки структурные элементы распрямляются, ориентируются в осевом направлении, а вытянутая нить вследствие усиления межмолекулярных связей сблизившихся молекул делается более прочной, хотя растяжимость нити снижается, так как макромолекулы становятся более распрямленными. Вытягивание нити может происходить в воздушной среде или в жидкости так называемой пластификационной ванны.

**Сухим способом** формуют ацетатные, а иногда нитроновые нити и волокна. При повышенной температуре воздуха у струек 2 (рис.4), вытекающих из отверстий фильеры 1, испаряется растворитель и происходит образование нитей, которые замасливаются для уменьшения электризуемости роликом 4 и наматываются на бобину 5. Изменения химического состава полимера при этом не происходит. Для полного улавливания и регенерации испаряющегося растворителя нити формуют в шахте 3.



Способ сухого формования по сравнению с мокрым имеет следующие преимущества: 1) отпадает необходимость в промывке нитей от раствора осадительной ванны и в сушке; 2) в 5—10 раз более высокая скорость формования, что обусловлено отсутствием гидравлического сопротивления раствора осадительной ванны и применением концентрированных растворов. Последнее определяет также снижение расхода растворителя и количества аппаратов для приготовления прядильного раствора.

Рис. 4. Схема формирования нитей сухим способом

<http://belspin.vstu.by>

### 3.3. Формование нитей из расплава

Оно возможно только из полимеров, плавящихся без разложения. Его применяют при производстве полиамидных, полиэфирных, полиолефиновых нитей и др. Формование из расплава имеет следующие преимущества по сравнению с формованием из растворов: 1) исключение из технологического процесса растворения и обезвоздушивания прядильного раствора; 2) исключение регенерации раствора осадительной ванны или растворителя; 3) высокая скорость формования (500—1200 м/мин), превышающая в 5—10 раз скорость при мокром формовании и в 1,5—2 раза при сухом формовании. Однако формование из расплава сложнее, так как происходит при высоких температурах (250—320 °С) с точностью регулировки  $\pm 1$  °С, а

во избежание окисления и деструкции полимера его необходимо плавить в потоке инертного газа, очищенного от кислорода.

На рис. 5 показана схема формования капроновой нити, полимер в гранулах из бункера 1 поступает на плавильную ре-летку 2, где плавится и стекает вниз. Далее расплав подается угнетающим насосом 3 и дозирующим насосом 12 через фильерный комплект, где вначале фильтруется через слой кварцевого песка и металлические сетки, а затем продавливается через отверстия фильеры 4. Вытекающие струйки 5 расплава проходят обдувочную шахту 6 и шахту 7, где охлаждаются потоком инертного газа или воздуха и затвердевают. Нити проходят диски 11 для замасливания, диски 8 и 9 для вытягивания и наматываются на бобину 10.

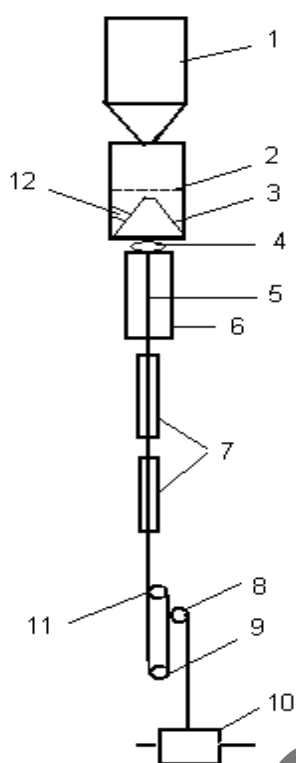


Рис. 5. Схема формования нитей из расплава

### 3.4. Особенности получения жгута и волокон

Формование и отделка жгута обычно происходят поточным способом на прядильно-отделочном агрегате, который включает прядильную машину 1 (рис. 6), вытяжную машину 2, отделочную машину 3 для жгута, сушильную машину 4 и жгутоукладчик 5. Для разрезания неотделанного жгута и получения волокна, называемого штапельным волокном, используют резальную машину 11. После отделки на машине 7 резаное волокно поступает в сушильную машину



8, рыхлитель 9 и упаковочный пресс 10. Иногда отделанный на машине 3 жгут поступает на резальную машину 6, а затем в сушильную машину 8, рыхлитель 9 и упаковочный пресс 10.

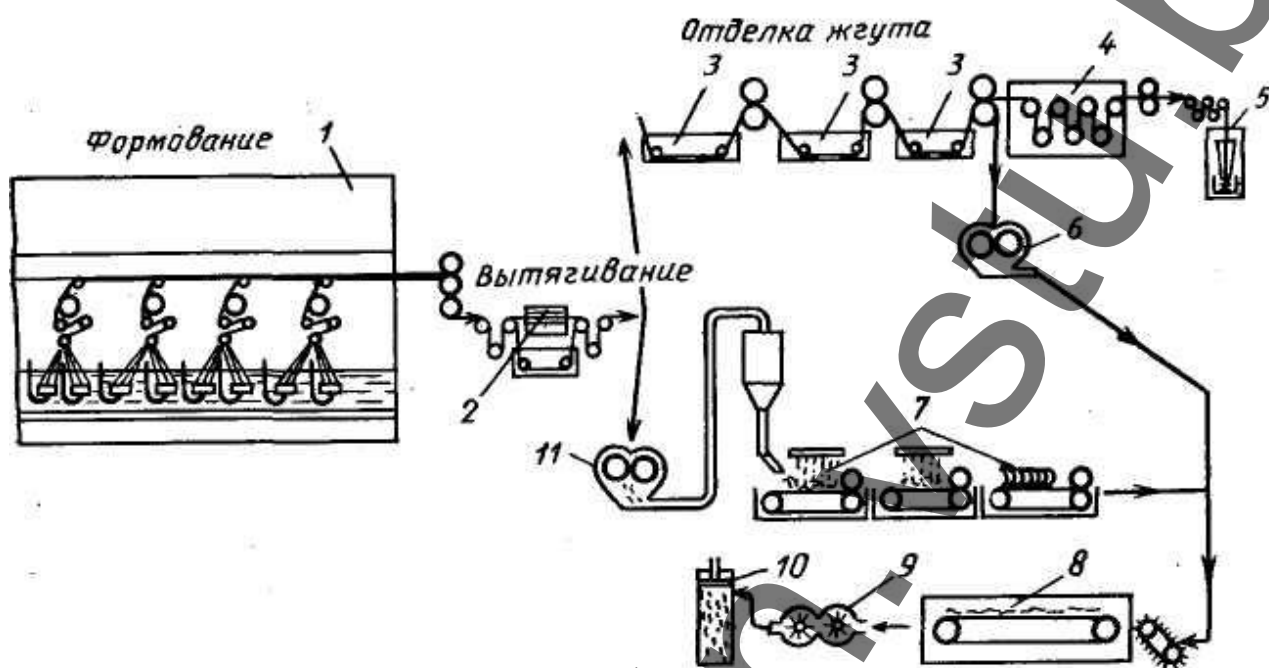


Рис. 6. Технологическая схема получения жгута и штапельных волокон

#### 4. Пермоточные машины для химических нитей

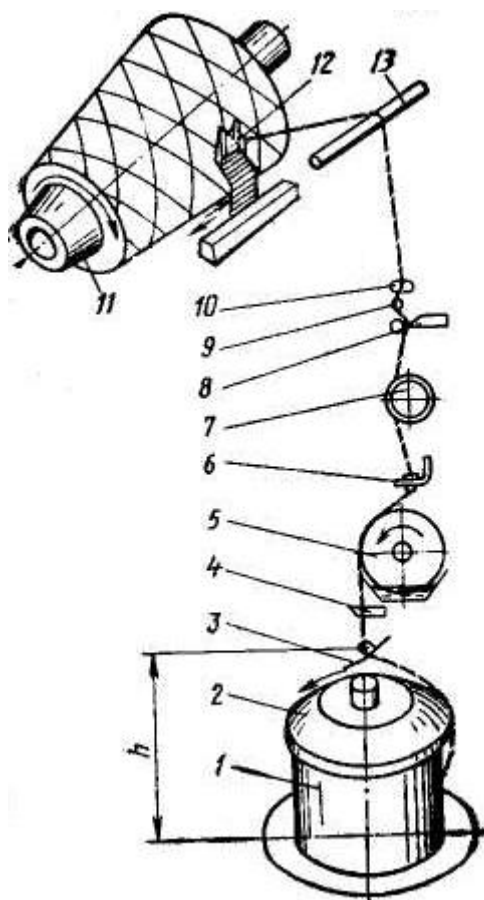
##### 4.1. Пермотка искусственных нитей

Вискозные нити вырабатывают по бобинному, центрифугальному и непрерывному способам. В зависимости от этого строится схема технологического процесса дальнейшей обработки этих нитей для переработки в крученые изделия.

При формировании нитей по бобинному способу им не сообщается крутка, поэтому после формования и отделки эти нити подвергают кручению. При центрифугальном способе нити скручиваются сразу же после их формования и в кружках центрифуг наматываются в куличи, которые поступают в отделку. При непрерывном способе нити подвергают всем операциям отделки сразу же после формования: сообщают им крутку, а затем наматывают на выходные паковки (в копы или на двухфланцевые катушки). Все операции осуществляются на одной машине.

При перематывании вискозные нити замасливают, устраняют дефекты (чищают) и выводят узлы на верхний торец паковки. На рис. 7 представлена технологическая схема бобинажно-пермоточной машины БП-240В, предназначенной для перематывания вискозных нитей с куличей и паковок, полученных при непрерывном способе

формования, в одноконусные бобины крестовой прецизионной намотки с прямыми торцами.



Нить сходит с кулича 1 (см. рис. 7), надетого на распорку, и огибает вращающийся колпачок 2, облегчающий сход нити. Затем нить проходит через крючок баллоноограничителя 3, направляющий глазок 4, касается замасливающего ролика 5, проходит через глазок 6, нитенатяжитель 7, контрольную щель очистителя 8, огибает прутки самоостанова 9, ограничительный пруток 10, направляющий пруток 13, поступает в глазок нитераскладчика 12 и наматывается на патрон 11.

Вискозные нити, полученные по бобинному способу, после отделки, сушки и кондиционирования подвергают кручению.

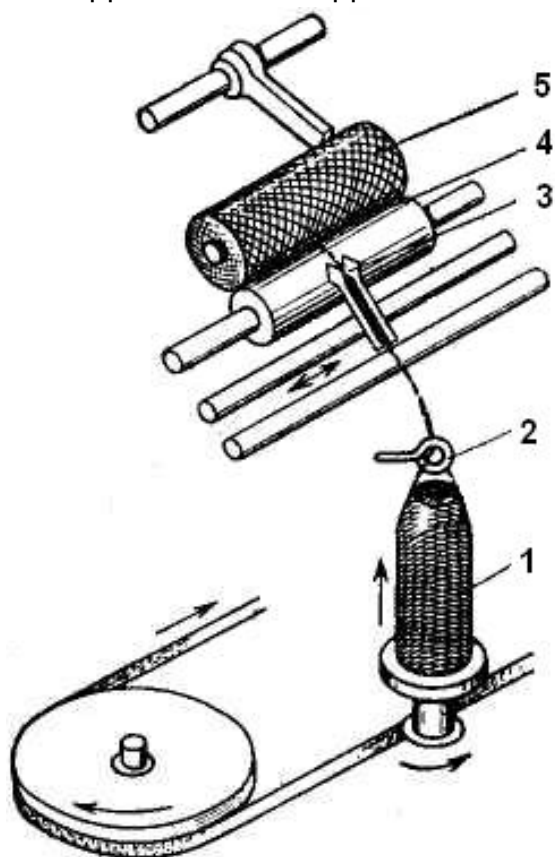
Рис. 7. Технологическая схема бобинажно-перемоточной машины БП-240В

Если нитям, полученным центрифугальным способом, необходимо на заводе химического волокна сообщить повышенную крутку, то после перематывания с куличей в бобины их подвергают дополнительному кручению на кольцевых крутильных машинах К-136И.

#### 4.2 Перемотка ацетатных нитей

Наибольшее распространение для кручения ацетатных и триацетатных нитей получили высокоскоростные машины КЭ-250-3И и КЭ-160111л. Крутильно-этажная машина КЭ-250-3И предназначена для кручения ацетатных нитей, полученных с высокоскоростных прядильных машин ПА-240-3И. Технологическая схема крутильно-этажной машины показана на рис. 9. Нить, сматываемая с прядильной паковки 1, проходит через нитепроводники 2, нитераскладчик 3 и наматывается в бобину 5, получающую движение от фрикционного цилиндра 4. На машине установлены 144 веретена,

частота их вращения 5000—9000 мин<sup>-1</sup>. Масса нити на входной и выходной паковке до 1800 г.



На машине можно перерабатывать нити линейной плотности 6,6—22,2 текс и сообщать им крутку 62—700 кр./м правого или левого направления.

←

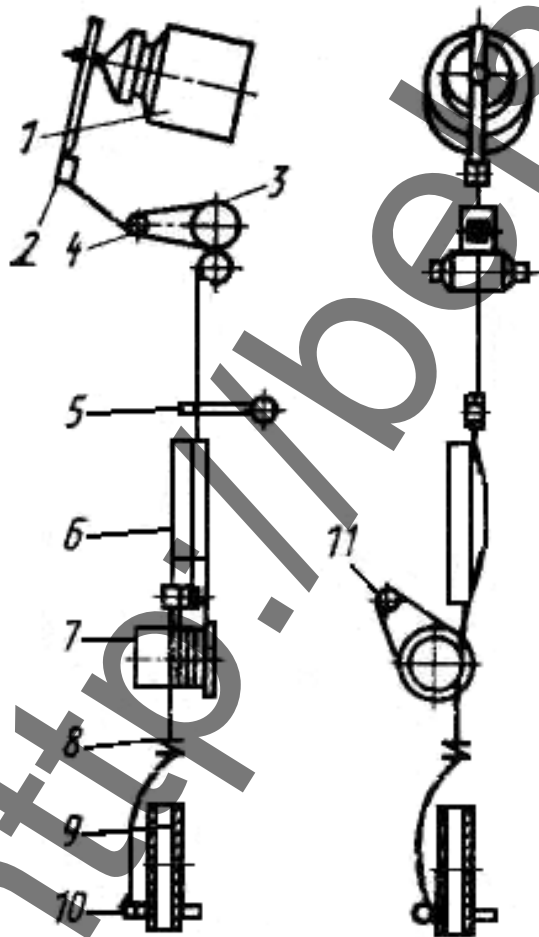
Рис. 8. Технологическая схема крутильно-этажная машина КЭ-250-ЗИ

#### 4.3 Перемотка и вытягивание капроновых нитей

Вытягивание капроновых нитей производится на крутильно-вытяжных машинах (КВ2-250К (рис. 10)), на которых вытянутым нитям сообщается крутка до 8—40 кр./м. Подкручивание нитей необходимо для придания комплексным вытянутым нитям компактности, для предупреждения обрывности элементарных нитей при прохождении их через нитепроводящие устройства при последующей переработке.

←

Рис. 9. Технологическая схема крутильно-вытяжной машины КВ2-250К.



Сматываясь с бобины 1, нить проходит натяжное устройство 2, обвивает несколько раз прижимной валик 3 и разделительный палец 4, огибает керамический палец 5, который отводит нить от поверхности нагревателя 6. После нагревателя 6 нить делает несколько витков вокруг вытяжного диска 7 и распределительного ролика 11,

затем проходит через крючок баллоноограничителя 8 и бегунок 10, наматывается на патрон 9, закрепленный на вращающемся веретене.

Кручение капроновых нитей осуществляют на крутильно-этажных машинах. В качестве выходной паковки на этих машинах применяют перфорированные патроны. Одной из таких машин является крутильно-этажная машина КЭ1-200И, представляющая собой двустороннюю двухъярусную секционную машину, предназначенную для кручения капроновых нитей 2,22—29,4 текс. Машина более совершенной конструкции и удобнее в обслуживании, чем предшествовавшие ей аналогичные машины. Особенностью ее конструкции является то, что отдельные узлы передачи движения выполнены в виде коробок скоростей и редукторов, что позволяет легко изменять величину и направление крутки, облегчает сборку и ремонт машины. При этом значительно улучшаются условия труда.

Оба яруса машины одинаковы, каждый представляет самостоятельную часть машины с индивидуальным приводом, что позволяет эксплуатировать их независимо друг от друга. Технологическая схема машины КЭ1-200И приведена на рис. 11. Входную паковку 1 с крутильно-вытяжной машины устанавливают на шпиндель 2 веретена.

Сматываясь с вращающегося веретена, нить проходит через крючок баллоноограничителя, огибает направляющий пруток 4 и, пройдя через глазок нитенаправителя 5, наматывается с помощью нитераскладчика 6 на перфорированный патрон 7, получающий движение от фрикционного валика 8.

На машине установлены 216 веретен, расстояние между ними 200 мм, частота вращения веретен 11000—16 000 мин<sup>-1</sup>, скорость наматывания нити до 160 м/мин, пределы крутки 70—1010 кр./м, масса нити на входной и выходной паковках 350 г.

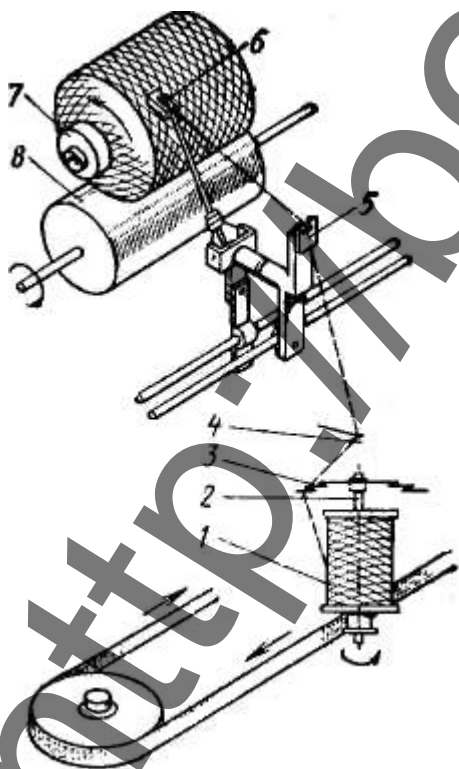


Рис. 10. Технологическая схема машины КЭ1-200И

## 5. Прядение химических волокон на хлопкопрядильном оборудовании

Свойства пряжи напрямую зависят от свойств волокон, составляющих ее.

Важнейшими свойствами волокон являются длина, линейная плотность, разрывная нагрузка и разрывное удлинение.

Длина волокна является одним из важнейших показателей качества сырья, т.к. она оказывает значительное влияние на физико-механические свойства пряжи: разрывную нагрузку, равномерность, удлинение, гладкость.

**Линейная плотность волокна.** Среднее число волокон в пряже просчитывается по формуле

$$n = Tn / Tв.$$

Чем тоньше волокна, тем больше площадь соприкосновения большего числа волокон и больше силы трения между волокнами. По результатам исследований получено, что для пряжи необходимого качества следует иметь в поперечном сечении волокон не менее

$$T \min = 75Tв.$$

**Разрывная нагрузка.** Абсолютная разрывная нагрузка пряжи тем больше, чем больше разрывная нагрузка и число разрываемых волокон и больше силы трения волокон, скользящих при разрыве пряжи.

### 5.1. Расчет характеристик свойств волокон в смеси

Средняя длина волокон

$$Lв = a_1L_1 + a_2L_2 + \dots + a_iL_i.$$

Средняя линейная плотность волокон

$$Tв = \frac{a_1L_1Tв_1 + a_2L_2Tв_2 + \dots + a_iL_iTв_i}{a_1L_1 + a_2L_2 + \dots + a_iL_i}.$$

Средняя относительная разрывная нагрузка волокон

$$R\hat{a} = (\hat{a}_1D_1 + \hat{a}_2D_2 + \dots + \hat{a}_iP_i) \frac{a_1L_1 + a_2L_2 + \dots + \hat{a}_iL_i}{a_1L_1T\hat{a} + a_2L_2T\hat{a} + \dots + \hat{a}_iL_iT\hat{a}_i}.$$

### 5.2. Расчет разрывной нагрузки пряжи

$$R\tilde{n} = R\hat{a}_{ci} \hat{E}\tilde{n}$$

где  $K_c$  – коэффициент использования разрывной нагрузки волокон смеси в пряже.

$$\hat{E}\tilde{n} = \hat{E}_1 - \hat{a}\beta_2 + \hat{a}\beta_2^2,$$

где  $K_1$  – коэффициент использования разрывной нагрузки менее растяжимого компонента в пряже

$$\hat{E}_1 = (1 - 0,0375 \hat{i} - 2,65 \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_i}{\hat{\alpha} \hat{a}}}) (1 - \frac{5}{L\phi}) k\eta \quad (\text{для хлопка ф-ла Соловьева}).$$

$$\hat{E}_1 = (1 - 0,0375 \hat{i} - 2,8 \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_i}{\hat{\alpha} \hat{a}}}) (1 - \frac{7,38}{L\phi}) \beta \quad (\text{для вискозы ф-ла Усенко}).$$

$$\hat{E}_1 = 1,16\eta - \frac{68,5 \sqrt{\hat{\alpha} \hat{a}}}{\alpha \hat{\sigma} \sqrt[3]{\hat{\sigma}}} - 0,00859 \sqrt[4]{\frac{\alpha \hat{\sigma}}{\hat{\sigma}}} \quad (\text{для химических волокон ф-ла Ванчикова}),$$

где  $\beta_2$  – долевое содержание более растяжимого компонента в смеси по массе;

$a$  и  $\hat{a}$  – постоянные коэффициенты, зависящие от вида и свойств применяемых в смеси волокон.

$$\hat{a} = 1 - \sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_2}}$$

$$\hat{a} = (1 - \sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_2}}) \sqrt{\frac{\hat{\alpha}_1}{\hat{\alpha}_2}} \eta,$$

где  $\xi_1$  и  $\xi_2$  разрывные удлинения волокон,

$T_{v1}$  и  $T_{v2}$  – линейные плотности волокон с меньшей и большей растяжимостью соответственно.

### 5.3. Содержание планов прядения и порядок их разработки

Планы прядения являются основными организационными техническими документами, определяющими результаты производственной деятельности прядильного производства и технико-экономические показатели его работы.

План прядения - это совокупность технологических параметров, характеризующих производственный процесс (последовательность и число переходов для обработки сырья и полуфабрикатов, линейная плотность входящих и выходящих продуктов, число сложений, вытяжка, крутка ровницы и пряжи). В некоторых случаях в планы прядения включают скоростные параметры, КПВ, производительность машин и др.

При разработке планов прядения необходимо ориентироваться на прогрессивную технологию и, по возможности, использовать новейшее оборудование. При установлении технологических параметров необходимо использовать производственный опыт передовых прядильных предприятий, как нашей страны, так и зарубежных. Для оптимизации технологических параметров, включаемых в планы прядения, применяется вычислительная техника. По программам на

ЭВМ можно сравнительно быстро получить оптимальные планы прядения для выработки пряжи различного вида и назначения.

Химические волокна могут успешно перерабатываться в пряжу по любому способу и системе прядения как в чистом виде, так и в смеси с другими натуральными и химическими волокнами.

Таблица 3 – Планы прядения пряж различных линейных плотностей из химических волокон по кардной системе прядения

Машина	Линейная плотность входящего продукта, ктекс	Число сложений	Вытяжка	Линейная плотность выходящего продукта, ктекс	Коэффициент крутки
Пневмомеханический способ прядения					
Трепальная	—	-	—	400	-
Чесальная	400	-	104-121	3,85-3,3	-
Ленточная: первый переход	3,85-3,3	6	6-6,4	3,85-3,3	—
второй переход	3,85-3,12	6	6	3,85-3,12	-
Прядильная БД-200, ППМ-120МС	3,85-3,12	1	133-169	18,5; 25; 29 (текс)	52,2-44
Прядение на кольцевых прядильных машинах					
Ровничная	3,85-3,12	1	7,7	0,5-0,33	7-8
Прядильная кольцевая	0,5-0,33	1	27-20	18,5; 25; 29 (текс)	41-32
Сокращенный способ прядения с применением пневмомеханических прядильных машин					
Ленточная резально-штапелирующая ЛРШ-2-40	45-50	1	9,9-11	4,55	
Смешивающая СМ-2-40	4,55	8	9,1	4,0	—
Ленточная: первый переход Л2-50-1	4,0	6	6,9	3,78	
второй переход Л2-50-220	3,78	6	6,4	3,58	—
Прядильная БД-200	3,58	1	180-143	18,5-25 (текс)	52,2-45,8
Прядение на кольцевых прядильных машинах					
Ровничная	3,58	1	7,4-11,1	0,5-0,333	7-8
Прядильная кольцевая	0,5-0,333	1	27-33	10-18,5(текс)	41-32

В прядении используются как искусственные, так и синтетические волокна. Для переработки химических волокон в чистом виде наиболее целесообразно применять обычную или модернизированную кардную систему прядения хлопка.

По обычной кардной системе прядения перерабатывают химические волокна линейной плотностью 0,13-0,33 текс, длиной 34-38 мм. На модернизированном хлопкопрядильном оборудовании перерабатывают волокно линейной плотностью 0,2-0,4 текс, длиной 55-65 мм. В табл. 3 приведены планы прядения пряжи различных линейных плотностей из химических волокон (вискозных, полиэфирных, поливинилхлоридных (ПВХ)) по кардной системе прядения на обычном хлопкопрядильном оборудовании с применением кольцевых и пневмомеханических прядильных машин.

Для получения ленты из химических волокон применяется и поточная линия: «кипа - чесальная лента». Наряду с классическим хлопкопрядильным способом прядения химических волокон применяется сокращенный способ, при котором химические волокна поступают на прядильные предприятия не в виде нарезанных волокон определенной длины, спрессованных в кипы, а в виде жгутов массой от 40 до 80 г на 1 м, состоящих из очень большого количества элементарных нитей.

Эти жгуты штапелируются на ленточной резально-штапелирующей машине ЛРШ-70, полученная штапелированная лента перерабатывается на смешивающей машине СМ-2-40. При этом исключаются такие процессы, как разрыхление, трепание и чесание. Лента, полученная со смешивающей машины, перерабатывается по той же схеме, что и при обычном способе.

Прядение химических волокон длиной 65 мм на модернизированном оборудовании производится примерно по такому же плану прядения, который применяется и для прядения волокна длиной 34-38 мм. При этом используются только кольцевые прядильные машины. Коэффициент крутки пряжи из волокна длиной 65 мм по сравнению с коэффициентом крутки пряжи, вырабатываемой из волокна длиной 34-38 мм снижается примерно на 10%.

Значительное распространение получило производство пряжи из смеси вискозного и полиэфирного (лавсанового) волокон. Такая пряжа обладает определенными преимуществами по сравнению с пряжей, полученной из этих волокон в чистом виде, так как в смешанной пряже удачно используются полезные свойства каждого волокна. Лавсановое волокно повышает разрывную нагрузку пряжи, полученной из смеси, и износостойкость изделий из нее, а вискозное волокно придает пряже хорошие гигиенические свойства.

Химические волокна можно смешивать в процессе разрыхления и лентами после чесания. При смешивании волокон на обычном разрыхлительно-трепальном агрегате трудно добиться стабильного и



точного дозирования компонентов. Смешивание волокон на разрыхлительно-смешивающем агрегате обеспечивает более точное дозирование и лучшее перемешивание компонентов. Недостатком смешивания волокон в процессе разрыхления является то, что для разных по виду и свойствам волокон применяются различные технологические параметры их разрыхления и чесания. Поэтому стали широко применять смешивание лентами на первом переходе ленточных машин. Этот способ обеспечивается достаточно точным дозированием компонентов, а раздельное разрыхление, трепание и чесание компонентов осуществляется с учетом специфических свойств каждого из них.

При переработке жгутов смешивание производится лентами после штапелирования жгутов на резально-штапелирующей машине и при обработке штапелированной ленты на смешивающей машине СМ-2-40.

Использование пневмомеханических прядильных машин для выработки пряжи из химических волокон значительно выгоднее, однако на этих машинах можно вырабатывать пряжу плотностью не ниже 18,5 текс. Пряжу плотностью ниже 18,5 текс вырабатывают на кольцевых прядильных машинах.

Планы прядения выбираются в соответствии с имеющимся на предприятиях оборудованием, свойствами сырья, линейной плотности и назначения пряжи. Планы прядения пряжи различной линейной плотности из химических волокон в чистом виде и в смеси с другими волокнами приводятся в справочниках по соответствующим отраслям текстильной промышленности.

## 6. Общие сведения о текстурированных нитях и способах их получения

Текстурированные нити по сравнению с исходными комплексными нитями отличаются повышенной объемностью, извитостью, пористостью, мягкостью, а некоторые из них — большой упругой растяжимостью.

Изделия из текстурированных нитей обладают хорошей драпируемостью и застилистостью, они хорошо пропускают воздух, впитывают и испаряют в окружающую среду влагу. Эти изделия имеют сравнительно хорошие гигиенические показатели.

Большинство существующих способов текстурирования основано на механическом воздействии на комплексные нити: кручении, прессовании, гофрировании, протягивании по острой грани с одновременным обогревом и последующим охлаждением для фиксации или стабилизации видоизмененной структуры. Применяется также пневматический (аэродинамический) способ текстурирования. В последние годы разрабатываются физико-химические способы, при которых текстурирование осуществляется в процессе формования нитей из различных по свойствам полимеров (бикомпонентные нити).

Для получения текстурированных нитей применяют в основном полиамидные и полиэфирные нити, обладающие большой разрывной нагрузкой, высокой упругостью, термопластичностью и способностью сохранять эффект стабилизации при последующих обработках и эксплуатации изделий,

Сначала текстурированные нити вырабатывали преимущественно из полиамидных нитей, затем стали применять полиэфирные нити, которые к настоящему времени в ряде стран заняли преобладающее место в производстве текстурированных нитей.

*Малорастяжимые* текстурированные нити получают в основном из полиэфирных нитей. Кроме того, для производства текстурированных нитей можно использовать и другие виды синтетических нитей, в частности полипропиленовые.

Для всех текстурированных нитей общими признаками являются повышенная объемность и рыхлая структура. Они могут обладать очень высокой (до 400%) или повышенной (до 100%) упругой растяжимостью. Некоторые текстурированные нити по растяжимости не отличаются от исходных нитей и называются *нерастяжимыми*.

Большинство текстурированных нитей обладает извитостью, но характер извитков может быть различным. Некоторые имеют спиралеобразную пространственную форму извитков элементарных нитей (эластик), а другие синусообразную или изломанную форму извитков (гофрон). Нити, полученные пневматическим способом, обладают петливой структурой. К текстурированным иногда относят *профилированные* нити, при формовании которых используют фильеры

с отверстиями, обеспечивающими получение полых внутри или фигурных в сечении элементарных нитей. Такие нити имеют более рыхлую структуру и несколько повышенную объемность, а по остальным свойствам мало отличаются от обычных нитей.

*Бикомпонентные* нити получают путем формования нитей из различных по свойствам (различная усадка) полимеров.

*Комбинированные* нити получают при скручивании текстурированных нитей, обладающих различной структурой и свойствами, а также при скручивании высокорастяжимых нитей с мычкой из натуральных или химических волокон.

Общепризнанной классификации текстурированных нитей еще нет, так как до настоящего времени продолжается разработка новых способов получения нитей со свойствами, отличающими их от уже известных видов текстурированных нитей.

Наибольшее распространение получила классификация текстурированных нитей с разбивкой их на три группы по растяжимости: с высокой растяжимостью (более 100%), с повышенной растяжимостью (от 35 до 100%), с обычной растяжимостью (до 35%). В некоторых источниках применяются несколько иные наименования этих групп текстурированных нитей: *высокорастяжимые, растяжимые или малорастяжимые, нерастяжимые*. Каждая группа подразделяется на подгруппы по способам получения, а подгруппы включают наименования текстурированных нитей, принятые в отдельных странах, или фирменные наименования.

На рис. 11 приведена классификация комплексных текстурированных нитей, основанная на группировке нитей по растяжимости.

В эту классификацию не вошли профилированные и комбинированные нити.

Перечень текстурированных нитей, приведенный в табл. 4, составлен по признакам, отражающим какое-либо основное свойство нитей: растяжимость, извитость и внешний вид (петлистые и профилированные). В некоторых случаях наименование указывает на способ получения (профилированные, бикомпонентные, комбинированные).

Таблица 4 - Основные виды текстурированных нитей и характеристика основных свойств и способов получения

Вид текстурированных нитей	Основные свойства	Способ получения
Высокорастяжимые (эластик, хеланка и др.)	Большая растяжимость, повышенная объемность, извитки спиралевидной формы	Кручение, тепловая обработка, раскручивание (прерывный или непрерывный способы)
Малорастяжимые (мелан, мерон, белан, кримплен и др.)	Повышенная объемность, извитки спиралевидной формы, небольшая растяжимость	Кручение, тепловая обработка, раскручивание, вторая тепловая обработка
Извитые (гофрон, банлон, анилон, аджилон, ножилон, буклон и др.)	Большая извитость, повышенные объемность и растяжимость	Прессование или гофрирование; воздействие острой гранью; трикотажный способ
Петлистые (аэрон, таслан, мирлон и др.)	Петлистая структура, повышенная объемность, обычная растяжимость	Образование петливой структуры струей воздуха, газа или жидкости
Профилированные (шелон)	Рыхлая структура, обычная растяжимость	Формование нитей на специальных фильерах из однородного полимера
Бикомпонентные	Повышенная объемность и растяжимость, извитость	Формование нитей на специальных фильерах из разных по свойствам полимеров
Комбинированные	Зависят от свойств соединяемых исходных нитей и волокон	Соединение и скручивание различных текстурированных нитей с обычными нитями или с мычкой из волокон

## Классификация комплексных текстурированных нитей

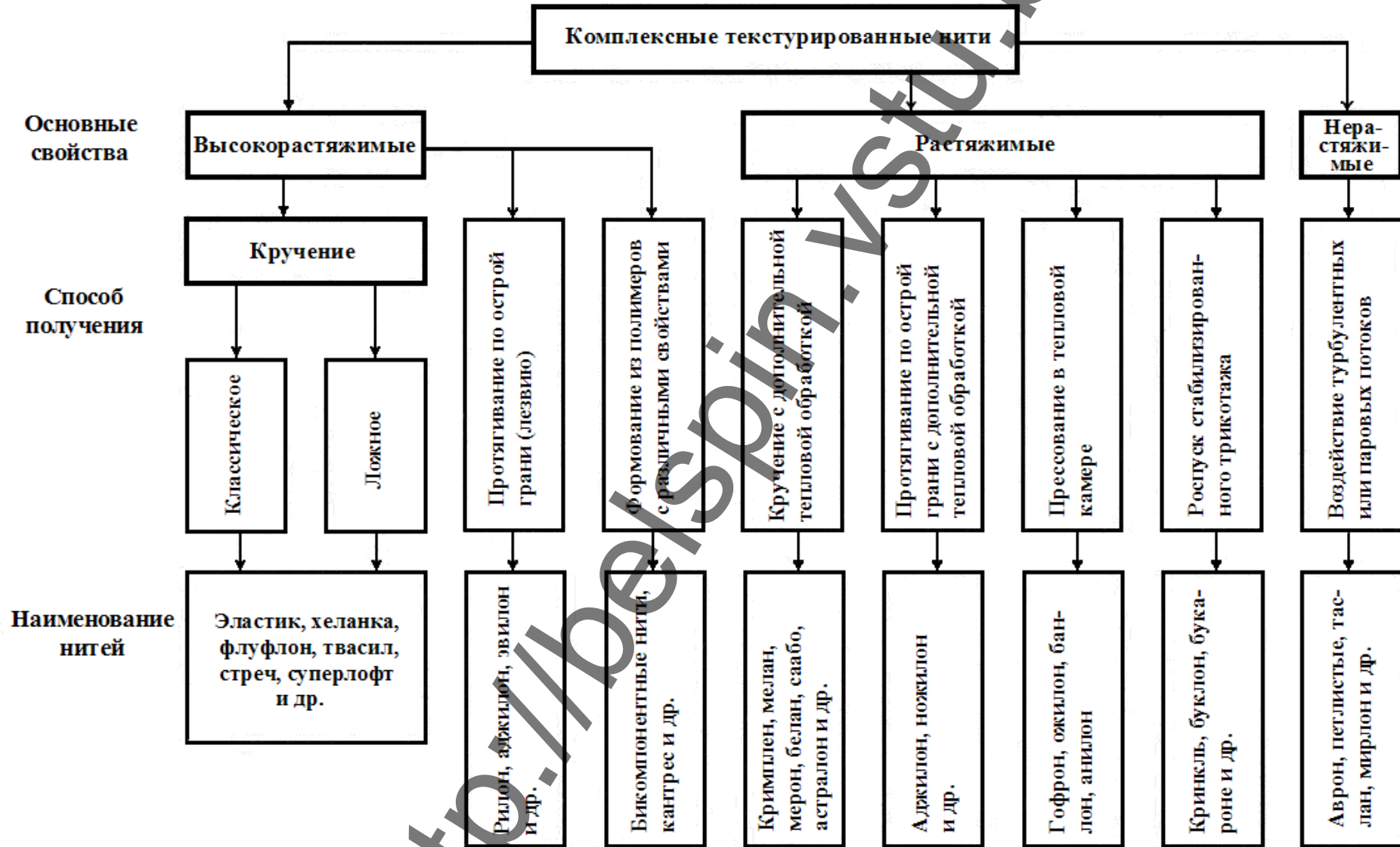


Рис. 11. Классификация комплексных текстурированных нитей

## 7. Основные свойства текстурированных нитей

Свойства текстурированных нитей оценивают тремя основными признаками: *растяжимостью, степенью извитости и объемностью.*

**Растяжимость** означает предельную деформацию текстурированной нити при распрямлении извитков под действием нагрузки. После снятия нагрузки нить восстанавливает первоначальную длину.

Растяжимость нити  $P$  (%) определяют по формуле

$$P = \frac{(L_2 - L_1)}{L_1} \cdot 100,$$

где  $L_1$  — средняя длина мотков после термообработки и высушивания под нагрузкой 2,5 сН, мм;

$L_2$  — средняя длина мотков под нагрузкой 5 Н, мм.

**Устойчивость извитости**  $Y_{и}$  (%) вычисляют по формуле

$$Y_{и} = \frac{(L_1 - L_3)}{(L_2 - L_1)} \cdot 100,$$

где  $L_3$  — средняя длина мотков через 2 мин после снятия общей нагрузки 10 Н, мм.

**Линейную плотность** текстурированной нити определяют по формуле

$$T_T = T_P \cdot \frac{(P + 100)}{100},$$

где  $T_P$  — линейная плотность распрямленной нити, текс;

$P$  — растяжимость текстурированной нити, %.

Линейную плотность распрямленной нити  $T_P$  вычисляют по формуле

$$T_P = 1000 \cdot m / L,$$

где  $m$  — масса нити, г;

$L$  — длина нити, м.

Текстурированные нити, особенно извитые, имеют большой удельный объем за счет извитости элементарных нитей и значительного увеличения воздушных прослоек между ними.

От обычных комплексных нитей текстурированные отличаются большими размерами поперечных сечений при малой линейной плотности.

Линейная плотность как обычных комплексных, так и текстурированных нитей является косвенной характеристикой ее толщины (диаметра) без учета воздушных прослоек.

Одним из показателей текстурированных нитей является *объемность*.

**Объемность нитей** можно характеризовать объемной массой  $\delta$  или удельным объемом  $V_y$ , определяемыми по формулам

$$\delta = m/V, \quad V_y = V/m = 1/\delta,$$

где  $m$  — масса исследуемого отрезка нити, мг;

$V$  — объем этого отрезка нити, мм<sup>3</sup>.

Если принять, что текстурированная нить имеет близкую к круглой форму поперечного сечения, то ее объем  $V$  можно рассчитать по формуле

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L,$$

где  $d$  — средний размер поперечного сечения нити, мм;

$L$  — длина исследуемого отрезка нити, мм.

Средний размер поперечного сечения нити вычисляют по методике, изложенной в ГОСТ 13486—68.

Коэффициент  $K$ , характеризующий увеличение объема исходной нити после ее текстурирования, подсчитывают по формуле

$$K = \frac{d}{d_p} \cdot 100, \quad \text{или} \quad K = \frac{V_T}{V},$$

где  $d$  — средний размер поперечного сечения текстурированной нити, мм;

$d_p$  — расчетный диаметр исходной нити, мм;

$V_T$  — объем исследуемого отрезка текстурированной нити, мм<sup>3</sup>;

$V$  — объем исходной нити, мм.

Расчетный диаметр исходной нити определяют по следующей формуле:

$$d_p = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\rho}},$$

где  $T$  — линейная плотность исходной нити, текс;

$\rho$  — объемная масса исходной нити, мг/мм<sup>3</sup>.

Методы испытания текстурированных нитей приводятся в соответствующих государственных стандартах или технических условиях.

Способы производства текстурированных нитей специализированы в зависимости от их линейной плотности и назначения.

Для тонких чулок и колготок используют комплексные высокорастяжимые текстурированные нити малой линейной плотности, вырабатываемые путем кручения, термостабилизации и раскручивания.

Малорастяжимые текстурированные нити применяют преимущественно для изготовления верхнего трикотажа, платьевых и костюмных тканей. Их вырабатывают из нитей средней линейной плотности, в основном из полиэфирных нитей. При этом сначала получают высокорастяжимые нити, которые затем подвергают дополнительно тепловой обработке.

Для текстурирования толстых нитей (линейной плотности 500—1000 текс и более) наиболее эффективен способ гофрирования прессованием. Однако применяют и другие способы, в частности пневмомеханический.

Толстые текстурированные нити широко используют для изготовления ковров, ковровых изделий, обивочных и драпировочных материалов.

Текстурированные нити широко применяют в трикотажном производстве для выработки чулочно-носочных изделий, спортивных костюмов, верхнего трикотажа и др.

Не менее успешно используют их для выработки белья, платьевых, костюмных и пальтовых тканей, одеял, ковров, драпировочных тканей и т.д. Красивый внешний вид, высокая износоустойчивость и сравнительно низкая стоимость изделий из текстурированных нитей обеспечивают им большой спрос у потребителя.

## **8. Классический способ получения высокорастяжимых нитей**

При выработке высокорастяжимых нитей классическим способом применяют любые крутильные машины, в частности обычные этажные машины или машины с веретенами двойного кручения.

Исходную нить перематывают с бобин на катушки на перемоточных машинах. Так как для получения стабильной структуры требуются нити с круткой двух направлений, одним нитям сообщают крутку  $S$ , а другим –  $Z$ .

Нити с круткой обоих направлений запаривают в автоклаве. Наиболее эффективно применение насыщенного пара. После запаривания нити выдерживают в течение 24 ч в нормальных температурно-влажностных условиях для выравнивания их свойств. Крученые нити после запаривания вновь заправляют на крутильные машины, на которых производится их раскручивание.

Процесс получения высокорастяжимых нитей с использованием машин с веретенами двойного кручения аналогичен описанному выше. Высокорастяжимые нити, полученные классическим способом, обладают высокой растяжимостью и равномерностью по всем

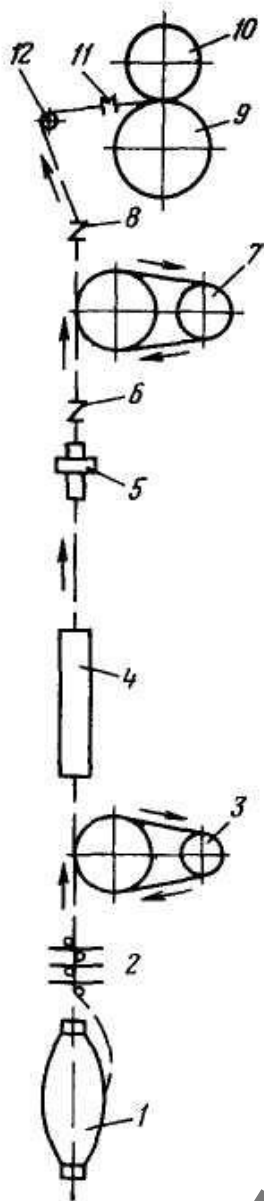


своим свойствам. Однако этот способ связан с большими затратами и поэтому в настоящее время практически не применяется.

<http://belspin.vstu.by>

## 9. Непрерывный способ получения высокоэластичимых нитей

Непрерывный способ получения высокоэластичимых нитей основан на использовании однопроцессных машин, на которых необходимые для выработки высокоэластичных нитей три основные операции (кручение, термическая обработка и раскручивание) совмещены. Для кручения и раскручивания нитей после тепловой обработки применяют различные механизмы ложного кручения, которые позволяют скручивать нить, зажатую с двух концов. В результате по обе стороны закручивающего механизма ложного кручения нить получает равное число витков противоположного направления.



Принципиальная схема однопроцессного способа получения высокоэластичимой нити приведена на рис. 12. Сматываемая с входной паковки 1, нить проходит натяжное устройство 2 и питающим устройством 3 подается в термокамеру 4, пройдя которую поступает в механизм ложного кручения 5 и получает крутку. По выходе из механизма ложного кручения нить раскручивается, затем проходит черва нитенаправитель 6 и выпускным приспособлением 7 подается на выходную паковку 10. Предварительно нить проходит нитенаправитель 8, огибает направляющий пруток 12 и проходит через глазок нитераскладчика 11. Выходная паковка вращается с помощью фрикционного цилиндра 9.

←

Рис. 12. Принципиальная схема однопроцессного способа получения высокоэластичимой нити

## 10. Сравнительная оценка прерывного и непрерывного способов

Высокоэластичимые нити эластик, полученные классическим (прерывным) способом, по растяжимости и равномерности превосходят нити эластик, изготовленные непрерывным способом на однопроцессных машинах с механизмами ложного кручения, что объясняется следующими обстоятельствами. При классическом способе нить скручивается и раскручивается при обычной температуре (20—25°C), поэтому деформации в нити проявляются полнее, чему

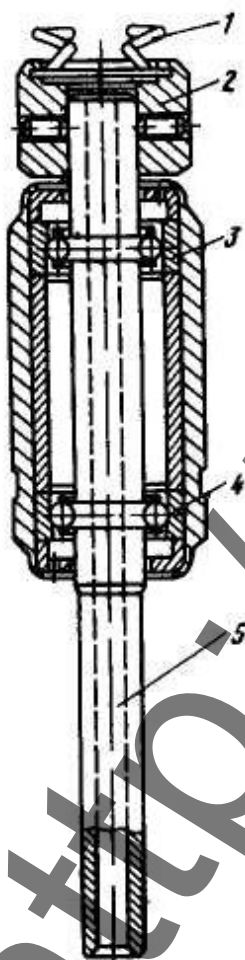
способствуют также сравнительно малые натяжения нитей на этажных крутильных машинах.

В процессе продолжительной тепловой обработки в автоклаве в паровой среде и последующего охлаждения нитей во время выдерживания в течение суток при обычной температуре происходит полная и равномерная фиксация крутки, сообщенной при первом кручении.

На однопроцессных машинах выполнить указанные условия практически невозможно. Нить скручивается в нагретом пластическом состоянии. Поэтому при одних и тех же крутке и натяжении укрутка нити при ложном способе кручения меньше, чем при классическом, что отрицательно влияет на физико-механические свойства получаемых нитей. Натяжение нити в зоне раскручивания всегда значительно выше, чем в зоне кручения. Число витков при кручении нити и раскручивании с помощью механизма ложного кручения всегда одинаково. Фиксация крутки в термокамере горячим воздухом и последующее охлаждение нити происходят в течение долей секунды.

Кручение и фиксация производятся при большой линейной скорости нити и поэтому только часть сообщаемой ей крутки (около 80%) успевает эффективно зафиксироваться.

Несмотря на более высокое качество высокорастяжимых нитей, получаемых классическим способом, из-за экономических соображений он практически полностью вытеснен непрерывным способом.



## 11. Механизмы ложного кручения

Одним из основных узлов однопроцессных машин для текстурирования нитей является механизм ложного кручения. В настоящее время наиболее широко используются механизмы ложного кручения роторного или фрикционного типа, хотя известны механизмы и других типов.

### 11.1. Механизмы ложного кручения роторного типа

Общим признаком механизмов ложного кручения роторного типа является наличие полого шпинделя в виде трубочки или стержня небольшого диаметра — **вьюрка**.

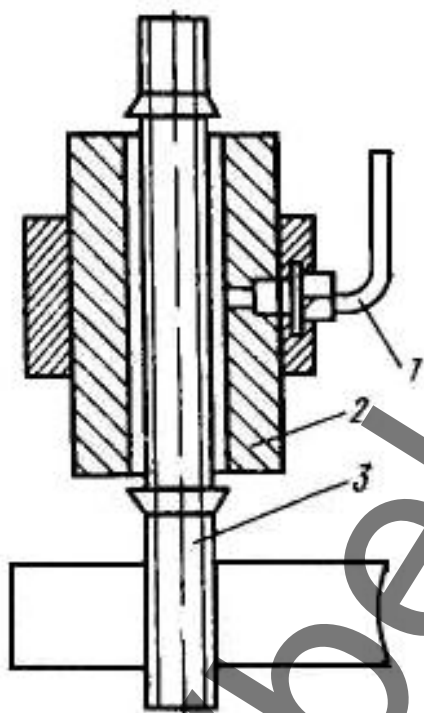
За последние 15 лет механизмы роторного типа непрерывно совершенствовались и в настоящее время частота вращения вьюрков увеличилась до 600—800 тыс. мин<sup>-1</sup>, т.е. примерно в 30—40 раз по сравнению с

подобными механизмами первых образцов.

Рис. 13. Простейший механизм ложного кручения роторного типа

На рис. 13. показан механизм ложного кручения фирмы SKF (ФРГ), который представляет собой полый шпindelь 5, являющийся внутренней обоймой двух подшипников 3 и 4 высокого класса точности. На верхней части полого шпинделя имеется насадка 2, в которой помещена пружина, заканчивающаяся двумя нитенаправляющими крючками 1. При заправке вьюрка нить протаскивается через осевое отверстие шпинделя и последовательно заправляется в первый, второй и снова в первый нитенаправляющие крючки (четыре перегиба нити). Вьюрок приводится в движение бесконечным ремнем.

Путем усовершенствования конструкций шарикоподшипников можно увеличить частоту вращения вьюрков фирмы SKF с 60 до 120 тыс. мин<sup>-1</sup>, но при этом стоимость механизмов повышается.



Для увеличения частоты вращения вьюрков был предложен ряд оригинальных решений.

На рис. 14 приведена схема механизма ложного кручения с воздушной опорой. Полый шпиндель 3 проходит через камеру 2, в которую по трубопроводу 1 подается сжатый воздух. Воздушная опора позволяет увеличить частоту вращения вьюрка в несколько раз.

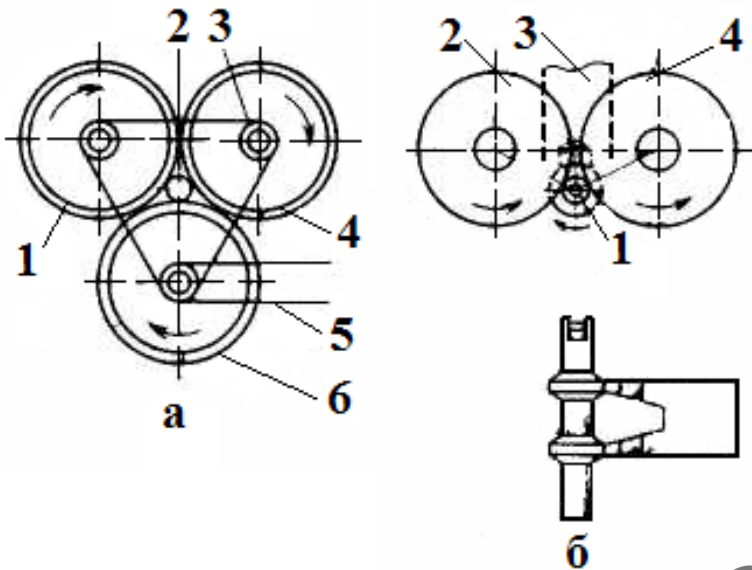
Например, на машинах CS-6 английской фирмы «Скрагг» установлены механизмы ложного кручения на воздушных опорах, работающие при частоте вращения 150—200 тыс. мин<sup>-1</sup>.

Рис. 14. Механизм ложного кручения с воздушной опорой

Вьюрки на воздушных опорах не получили распространения в промышленности, т.к. при их использовании значительно усложняется конструкция, как механизма ложного кручения, так и всей машины, требуются мощные компрессорные установки.

Большое увеличение частоты вращения достигается при использовании механизмов ложного кручения, в которых вьюрки со шпинделями малого диаметра поддерживаются и вращаются

несколькими дисками. На рис. 15.а приведен механизм с тремя дисками. Диски 1, 4 и 6 передают движение шпинделю 2 вьюрка при помощи приводных ремней 3 и 5.



Диаметры дисков значительно больше диаметра шпинделя вьюрка, в результате чего частота вращения дисков меньше частоты вращения вьюрка. Оси дисков установлены в подшипниках, которые имеют большой срок службы, так как работают при

сравнительно небольших частотах вращения.

Рис. 15. Механизмы ложного кручения с дисками  
а – три диска; б – два диска и магнит

Механизмы такой конструкции, работающие при частоте вращения вьюрков  $200\text{—}250 \text{ тыс. мин}^{-1}$ , не получили промышленного применения из-за сложности устройства и громоздкости, требующей увеличения габаритных размеров машины.

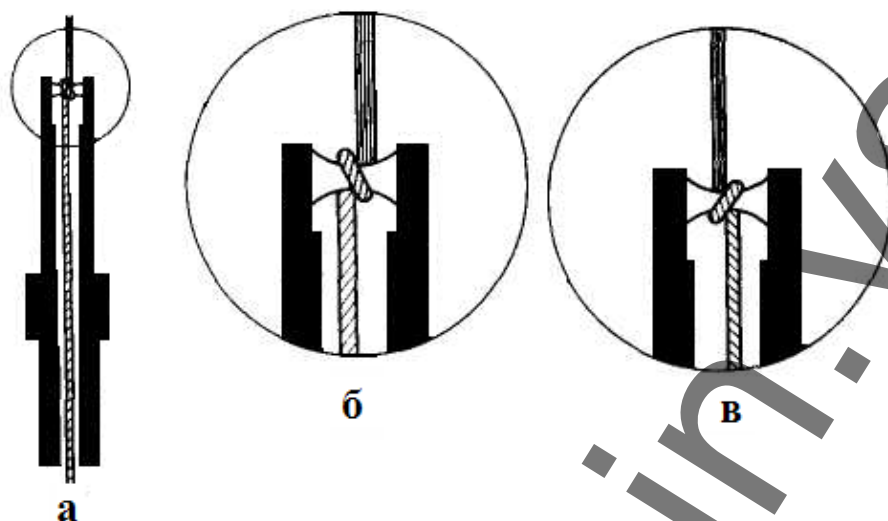
На рис 15.б показан механизм ложного кручения, в котором полый шпиндель 1 из мягкой стали магнитом 3 прижимается к двум дискам 2 и 4, вращающим шпиндель. У каждой пары дисков один приводной диск насажен на вал, нижний конец которого установлен в подшипнике и имеет шкив, вращаемый плоским бесконечным ремнем. Второй диск также насажен на вал, установленный в подшипнике. Зазор между дисками составляет 0,2 мм. При вращении ведущего диска шпиндель и второй диск вращаются за счет сил трения, возникающих в результате прижима шпинделя к магнитам.

В механизмах ложного кручения роторного типа пытались применить принцип двойного кручения. Эти механизмы не получили применения из-за сложности конструкции и заправки.

В настоящее время наибольшее применение получили механизмы роторного типа. В них вьюрки приводятся в движение одним или двумя дисками, к которым они прижимаются магнитами. Такие механизмы выпускают фирмы «Хеберлейн» (Швейцария), FAG (ФРГ) и др.

Фирма FAG (ФРГ) выпускает механизм с вьюрком, частота вращения которого составляет около  $1200 \text{ тыс. мин}^{-1}$ .

Следует отметить, что заправка нитей в современных вьюрках стала проще по сравнению с ранее использовавшимися вьюрками. Отсутствие нитенаправляющих крючков упрощает заправку и делает ее надежнее (рис. 16.а). Вместо нитенаправляющих крючков на современных вьюрках устанавливают поперечные штифты, вокруг которых нить делает один оборот. В зависимости от направления вращения вьюрка и обхвата штифта нитью получается правая (рис. 16.б) или левая (рис. 16.в) крутка.



Штифты изготавливают из очень твердых материалов, чаще всего из сапфира.

Рис. 16. Заправка нити во вьюрок

Как уже отмечалось, на современных одно-процессных машинах используют механизмы ложного кручения роторного типа с одним или двумя дисками, к которым вьюрок прижимается магнитом. Большее применение получили механизмы с одним приводным и одним опорным дисками.

Частота вращения вьюрков на современных однопроцессных машинах достигает 600—800 тыс. мин<sup>-1</sup>. Пределом частоты вращения вьюрков является примерно 1—1,2 млн. мин<sup>-1</sup>, так как дальнейшее повышение частоты вращения будет сопровождаться большим увеличением стоимости механизмов и эксплуатационных расходов.

Наиболее совершенные крутильные механизмы роторного типа выпускают фирмы «Хеберлейн» (Швейцария), FAG (ФРГ) и ARCT (Франция).

Крутильные механизмы могут быть как простые (одиночные), так и двойные, т. е. для привода в движение одного или двух вьюрков.

Одиночные двухдисковые механизмы типа FBE803 могут работать при частоте вращения до 800 тыс. мин<sup>-1</sup>. На этих механизмах нитям можно сообщать как правую, так и левую крутку.

Наряду с одиночными механизмами ложного кручения фирма «Хеберлейн» выпускает двойные механизмы. Это двухдисковые

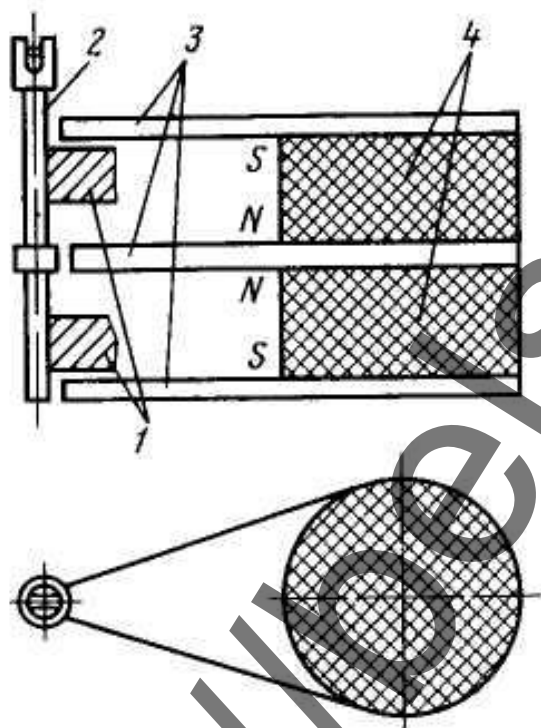
магнитные механизмы FBW803, которые одновременно приводят в движение два вьюрка для текстурирования синтетической нити 1,7—22 текс с частотой вращения до 800 тыс. мин<sup>-1</sup>.

Вьюрки механизмов ложного кручения фирмы «Хеберлейн» имеют крутильные головки, расположенные в верхней части вьюрка, с сапфировыми поперечными крутильными штифтами. Заправка вьюрков несложная, что облегчает их обслуживание, а конструкция обеспечивает высокую стабильность работы при большой частоте вращения.

Керамические или сапфировые крутильные штифты вьюрков имеют диаметр 0,6—1,2 мм.

Типы механизмов ложного кручения и вьюрков, а также частоту вращения вьюрков выбирают от 400 до 800 тыс. мин<sup>-1</sup> в зависимости от вида, линейной плотности и качества исходных нитей и назначения текстурированных нитей.

На чехословацких машинах типа ТК для текстурирования нитей применяют механизмы ложного кручения с магнитным прижимом вьюрка к двум дискам.



На машинах ТК-500 и ТК-600 установлены почти одинаковые механизмы ложного кручения, которые отличаются лишь диаметром и материалом вьюрка и фрикционных дисков 1 (рис.17).

Вьюрок 2 имеет центральный бортик, а крутильный штифт расположен в верхней части вьюрка. Удерживающий магнит состоит из двух валиков 4 из твердого феррита и трех стальных полюсных насадок 3. Валики ориентированы одинаковыми полюсами друг к другу, средняя полюсная насадка располагается против бортика вьюрка и определяет его осевое положение. Фрикционные диски находятся на специальных стержнях.

Рис. 17. Механизм ложного кручения, устанавливаемый на машинах ТК-500 и ТК-600

Механизмы ложного кручения машины ТК-600 в зависимости от линейной плотности перерабатываемых нитей имеют два типа вьюрков: для нитей 6,6—17 текс частота вращения вьюрков составляет до 400 тыс. мин<sup>-1</sup>, для нитей 2,2-6,6 текс - до 550 тыс. мин<sup>-1</sup>.

## 11.2. Механизмы ложного кручения фрикционного типа

В настоящее время широко стали применять механизмы ложного кручения фрикционного типа. В качестве крутильных элементов в этих механизмах можно использовать бесконечные ремни, втулки, кольца, диски и другие тела вращения. Поверхности крутильных элементов, соприкасающиеся с нитью, должны обладать высоким коэффициентом трения. Их изготавливают из различных материалов.

На рис.18.а представлена схема процесса текстурирования нити с помощью бесконечного ремня. Нить, сматываемая с паковки 1, проходит через нагреватель 2, касается ремня 3 и получает ложную крутку, так как направление витков до соприкосновения с ремнем и после него противоположное. В этом случае при сравнительно небольшой скорости ремня нить получает большую крутку — до 800 тыс. и более кручений в минуту.

Нить проходит перпендикулярно направлению движения ремня. Достоинством механизма ложного кручения с бесконечным ремнем являются простота и удобство обслуживания, недостатком - небольшой угол обхвата ремня и наличие направляющих глазков, препятствующих отведению нити ремнем при его движении. Эти недостатки в некоторой степени устранены в механизмах со встречным движением ремней.

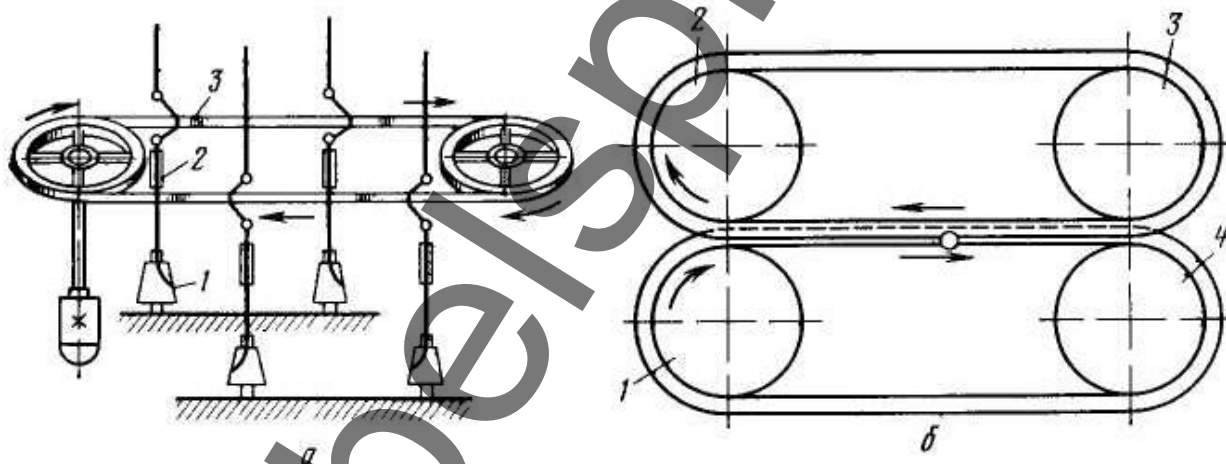


Рис. 18. Схема процесса текстурирования с помощью бесконечных ремней: а – один ремень, б – два ремня

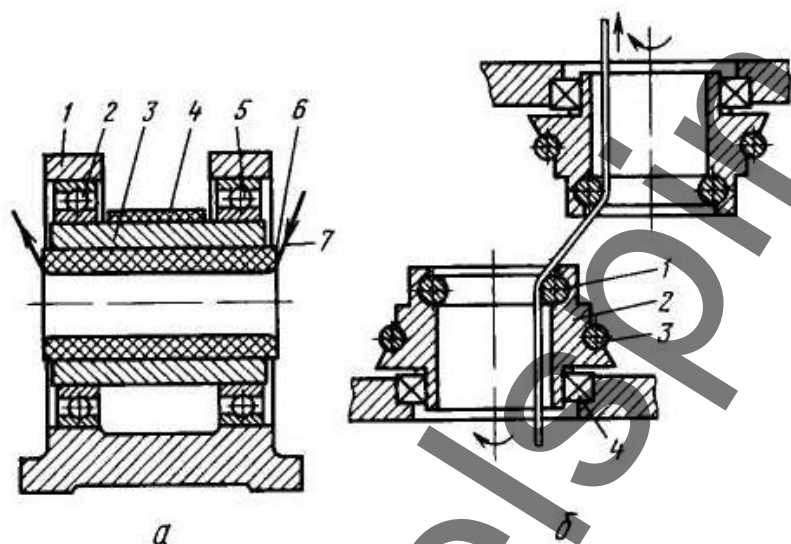
Бесконечные ремни огибают две пары шкивов 2 и 3, 1 и 4 (рис. 18.б), вращающихся в одном направлении. В каждой паре шкивов один является ведущим (1 и 2), а другой шкив (3 и 4) вращается с помощью ремней. Кручение нити производится двумя ветвями, находящимися под большим натяжением. Нить проходит перпендикулярно направлению движения ремней и попеременно огибает ремни, движущиеся навстречу друг другу и расположенные справа и слева от нити. Несмотря на сравнительную простоту текстурирования нитей с помощью бесконечных ремней, машины с использованием этого принципа большого применения не получили из-за неравномерности свойств



текстурированных нитей вследствие проскальзывания их относительно ремня.

Большое распространение получили механизмы фрикционного типа, в которых в качестве крутильного элемента используют втулки или кольца. В таком механизме нить соприкасается с внутренней поверхностью вращающегося кольца или втулки и получает ложную крутку, так как при входе нити в крутильную головку и при выходе из нее направление витков разное.

На рис. 19.а показан механизм ложного кручения фрикционного типа, состоящий из стального корпуса — полого цилиндра 1, в который вставлена стальная втулка 3, вращающаяся в подшипниках 2 и 5 с помощью приводного ремня 4. На внутренней поверхности стальной втулки закреплено резиновое кольцо 6, которое вращается вместе со втулкой и скручивает соприкасающуюся с ней нить 7. В данном случае нить выполняет роль фрикционного элемента.



Число кручений  $K$ , получаемых нитью, зависит от соотношения диаметра отверстия кольца  $D$ , диаметра нити  $d$  и частоты вращения кольца  $n_K$ , т. е.

$$K = \frac{D}{d} n_K.$$

Рис. 19. Механизм ложного кручения фрикционного типа с крутильными элементами в виде втулок  
а — одна втулка, б — две втулки

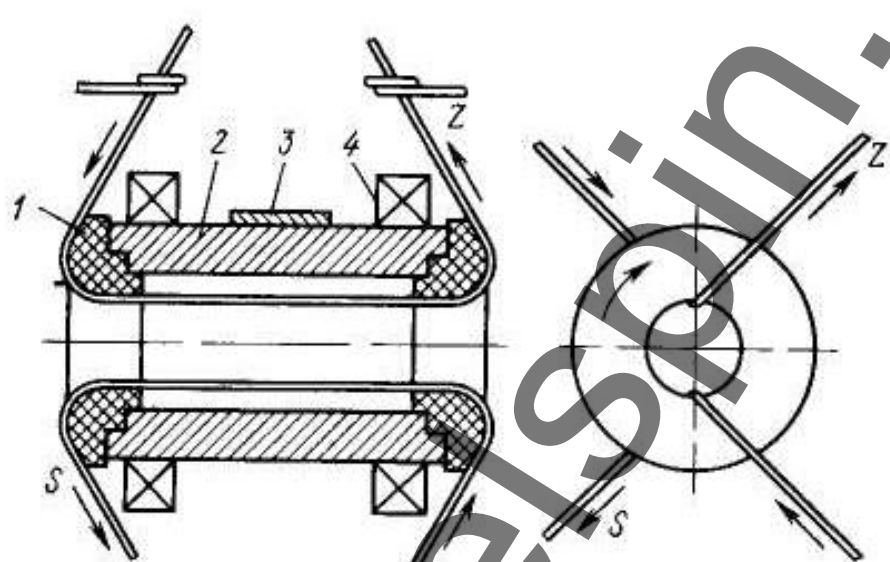
Поскольку отношение  $D:d$  очень велико, при сравнительно небольшой частоте вращения кольца нить получает очень большую крутку. Следовательно, можно значительно повышать линейную скорость движения нити.

Таким образом, фрикционный способ ложного кручения позволяет получить очень большое число кручений нити (до 5 млн. кр./мин) при сравнительно низких частотах вращения фрикционного элемента, что исключает необходимость применения дорогостоящих подшипников и позволяет вырабатывать высокоэластичные нити при очень высоких скоростях.

Известно много типов фрикционных механизмов ложного кручения, отличающихся конструкцией. Сначала наибольшее распространение получили механизмы, состоящие из втулок с кольцами из специальной резины или полиуретана.

В механизме, состоящем из двух вращающихся втулок, в качестве крутильного элемента используют круглое кольцо 1 (рис. 19.б), вложенное во втулку 2, которая приводится в движение круглым ремешком 3. Две одинаковые втулки помещаются одна над другой, причем расстояние между их осями можно регулировать. Втулки, установленные в подшипниках 4, вращаются в противоположных направлениях. Механизм отличается простотой конструкции и позволяет регулировать угол обхвата колец нитью.

Вместо сплошной втулки с круглыми кольцами можно устанавливать кольца с некруглым поперечным сечением. Кольцо 1 (рис. 20) вставляют с торцов в металлическую втулку 2, приводимую в движение плоским бесконечным ремнем 3.



Втулку монтируют в подшипниках 4. Конструкция механизма предусматривает возможность заправки одновременно двух нитей в один механизм. Затем в качестве крутильных элементов стали использовать диски.

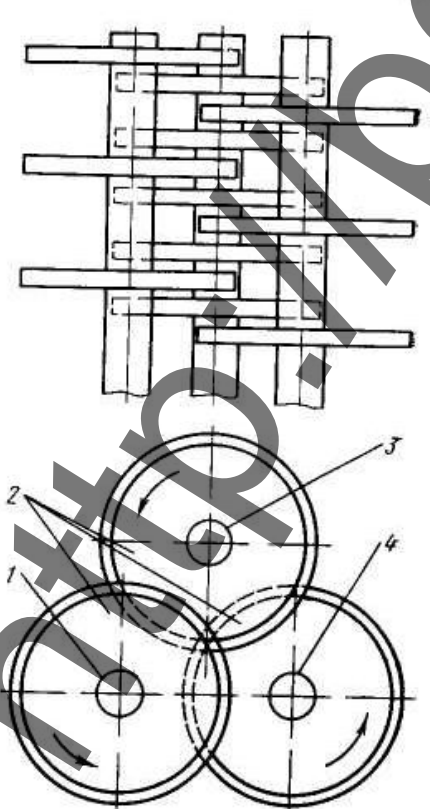


Рис. 20. Механизм ложного кручения фрикционного типа с двумя кольцами для заправки одновременно двух нитей

Было разработано устройство, в котором нить проходит между торцовыми поверхностями двух дисков, вращающихся в противоположных направлениях.

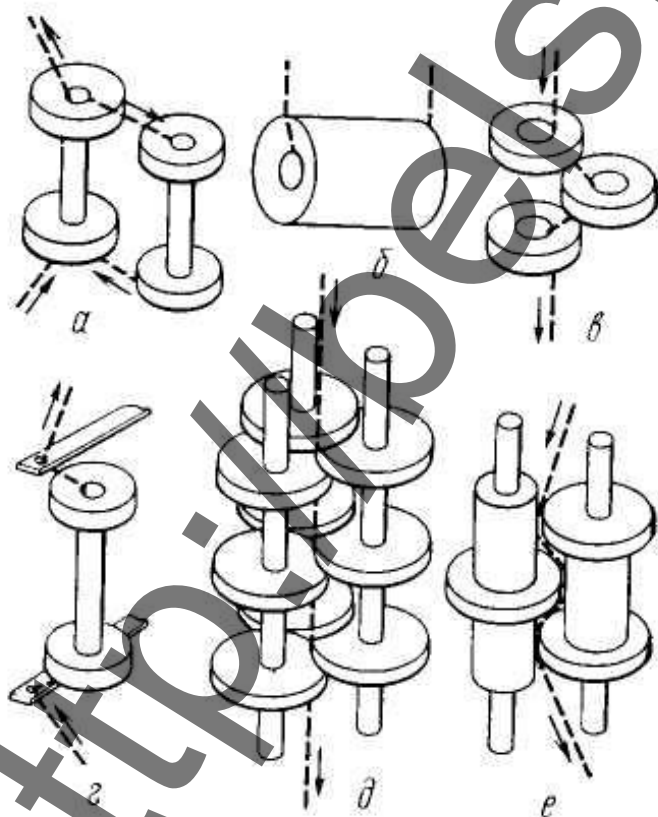
Наиболее перспективными оказались трехшпиндельные дисковые механизмы ложного кручения (рис 21). Эти механизмы представляют собой систему из трех

шпинделей 1, 3 и 4, на два из которых насажено по три диска 2, а на третий пять дисков. Диски, насаженные на третий шпindel, располагаются в промежутках между дисками первого и второго шпинделей.

Рис. 21. Трехшпindelный механизм ложного кручения фрикционного типа

Кроме разработки механизмов ложного кручения принципиально новых конструкций с крутильными элементами, не применявшимися ранее (например, диск с канавками, гиперболоиды и т. д.), делаются попытки создать устройства, представляющие собой совокупность уже известных узлов. Например, разработан механизм, состоящий из двух вращающихся втулок и диска, расположенного между ними. Кольцо диска входит в промежуток между втулками, увеличивая таким образом, угол обхвата нитью контактных поверхностей. Кроме того, при вращении втулок нить увлекается ими в направлении движения поверхностей колец. Однако нить не смещается благодаря уравнивающему воздействию диска.

Несмотря на многообразие фрикционных механизмов ложного кручения, различающихся конструкцией, способом кручения и типом крутильных элементов, промышленное применение получили механизмы, в которых в качестве крутильных элементов используются втулки, кольца и диски.



На рисунке 22 приведены схемы механизмов ложного кручения фрикционного типа, разработанные наиболее известными фирмами.

Механизм ложного кручения фирм ARCT и «Джудичи» состоит из двух параллельно расположенных в вертикальной плоскости втулок (см. рис. 22.а).

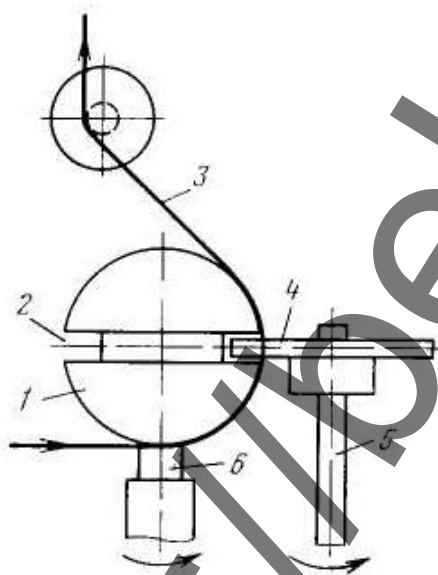
Наиболее простой по конструкции механизм, состоящий из втулки и двух колец, использовала фирма «Спиннер» (Финляндия) на однопроцессных машинах (см. рис. 22.б).

Рис. 22. Механизмы ложного кручения фрикционного типа, применяемые на однопроцессных машинах различных фирм

Механизм фирмы «Сотекс» (Франция) состоит из трех колец, вращающихся в одном направлении (см. рис. 22.в). Так как оси колец смещены, контакт нити с поверхностью колец увеличивается. Механизм ложного кручения, состоящий из одной втулки, показанный на рис. 25.г предлагает фирма FAG (ФРГ).

Фирмы «Бармаг» и FAG (ФРГ) выпускают трехшпиндельные механизмы, на каждом шпинделе которых насажено по три диска (рис. 22.д). Диски, закрепленные на каждом шпинделе, входят в промежутки между дисками, насаженными на двух других шпинделях. Механизм отличается простотой обслуживания, нить при заправке втягивается дисками и сама устанавливается в рабочее положение. Фирма «Турбо» (США) разработала двухшпиндельный механизм (рис. 22.е).

Фирма «Хеберлейн» (Швейцария) разработала оригинальный механизм ложного кручения фрикционного типа FK.E01. Этот механизм состоит из шарообразного крутильного элемента 1 (рис. 23) с расположенной по его экватору канавкой 2, в которую входит фрикционный диск 4. Нить 3, выходящая из термокамеры, получает крутку от вращающейся нижней полусферы шарообразного крутильного элемента 1, в верхней полусфере нить раскручивается.



Фрикционный диск входит в канавку 2, но не соприкасается с поверхностью крутильного элемента, хотя расстояние между ними составляет доли миллиметров.

Существующие механизмы ложного кручения фрикционного типа можно разделить на механизмы с внутренней и внешней поверхностью трения. В качестве крутильных элементов в первом случае применяют втулки или кольца, во втором — диски или сферические поверхности.

Рис. 23. Механизм ложного кручения фрикционного типа FKE01 фирмы «Хеберлейн»

Механизмы с внешней поверхностью трения более эффективны и универсальны. Они характеризуются большим углом контакта между нитью и фрикционной поверхностью (суммарный угол обхвата составляет до 1000—1300°).

Общим недостатком механизмов ложного кручения фрикционного типа с внутренней поверхностью трения является то, что на них нельзя предварительно точно (как на механизмах ложного кручения роторного типа) установить крутку, сообщаемую нити.

В настоящее время наиболее совершенными механизмами ложного кручения фрикционного типа являются дисковые механизмы с внешней поверхностью трения.

### **11.3. Механизмы ложного кручения других типов**

Кроме механизмов ложного кручения роторного и фрикционного типов, применяют другие механизмы, в частности аэродинамические, а также механизмы, работающие по принципу разделения совместно скрученных нитей.

На машине фирмы «Куртольдс» (Англия) установлены аэродинамические механизмы ложного кручения, в которых создается высокоскоростное воздушное завихрение, захватывающее нить и сообщаемое ей крутку. Недостатком механизма являются применение мощных компрессорных установок и трудность поддержания одинаковой и равномерной крутки на всех рабочих местах.

Фирма «Тошиба» разработала воздушноструйный способ ложного кручения, при котором шпиндели вращаются, но вращение получают не от бесконечного ремня, а от воздушной струи, разгоняющей их до заданной частоты вращения.

Известен также способ ложного кручения, при котором две нити предварительно скручиваются (перевиваются), а затем на выходе из термокамеры разъединяются. Для осуществления этого способа не требуется дорогостоящих механизмов ложного кручения, так как перевитые нити сами выполняют его функции.

## **12. Однопроцессные машины для текстурирования способом ложного кручения**

На однопроцессных машинах осуществляются все основные процессы, связанные с получением высокорастяжимых и малорастяжимых текстурированных нитей (кручение, фиксация крутки, раскручивание, дополнительная тепловая обработка, наматывание на выходную паковку).

В настоящее время выпускаются однопроцессные машины, отличающиеся механизмом ложного кручения (роторного и фрикционного типа, с механизмом для разделения совместно скручиваемых нитей), направлением движения нити (снизу вверх или сверху вниз), конструкцией отдельных узлов и т. д.

## 12.1. Машины с механизмами ложного кручения роторного типа

На рис. 24 приведена технологическая схема однопроцессной машины FTF-70 фирмы ARCT (Франция). Нить, сходящая с паковки 1, огибает нитепроводники 2, проходит устройство 3 для обрезания нити и питающим устройством 4 подается сначала в направляющую всасывающую трубку 5, а затем в термокамеру 6. По выходе из термокамеры нить проходит через устройство 7 для отсоса паров замасливателя и мономера. Затем нить касается охлаждающего устройства 8, представляющего собой трубу, в которой циркулирует холодная вода. Охлажденная нить подвергается ложному кручению механизмом фрикционного типа 9, касается контрольного крючка 10, связанного с устройством для обрезания 3, и промежуточным питающим устройством 11 подается во вторую термокамеру 12, установленную вертикально. После этого нить огибает нитенаправитель 13, выпускным устройством 14 подается к замасливающему устройству 15 и наматывается на выходную паковку 17 при помощи фрикционного цилиндра 16.

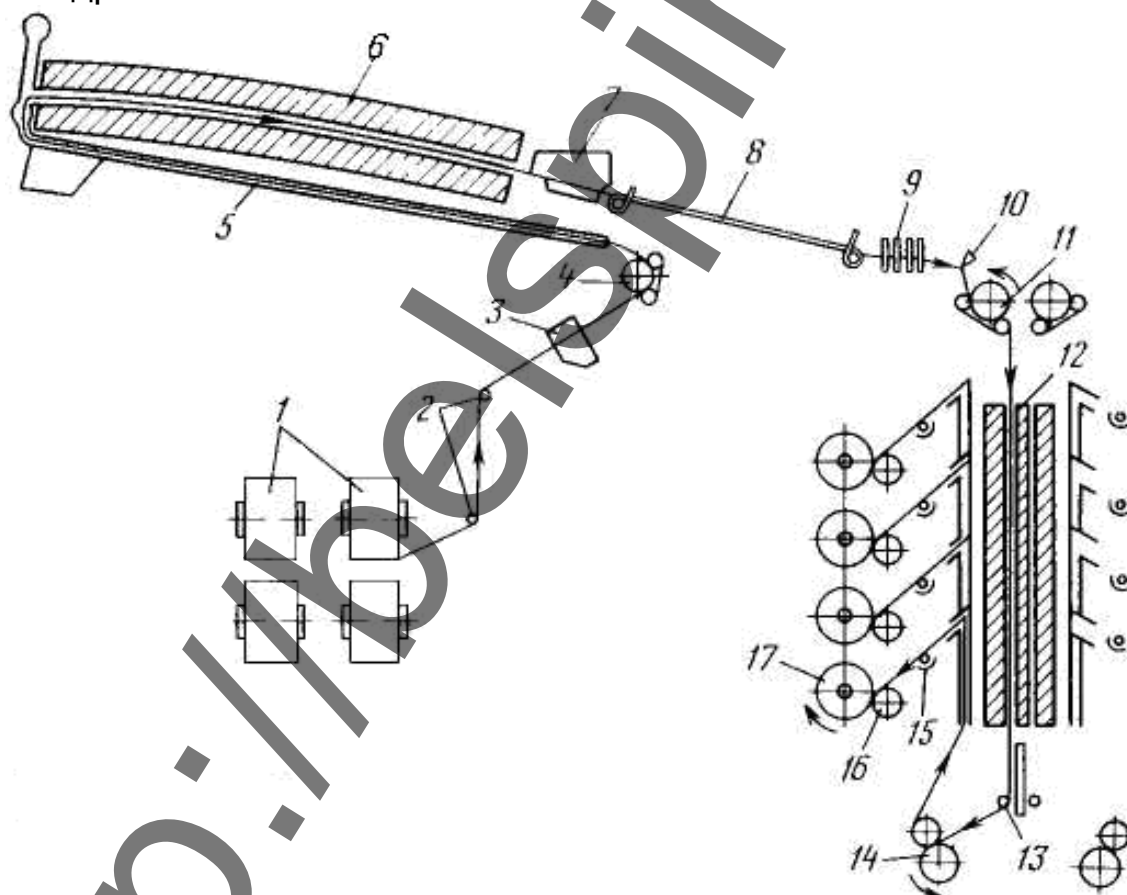
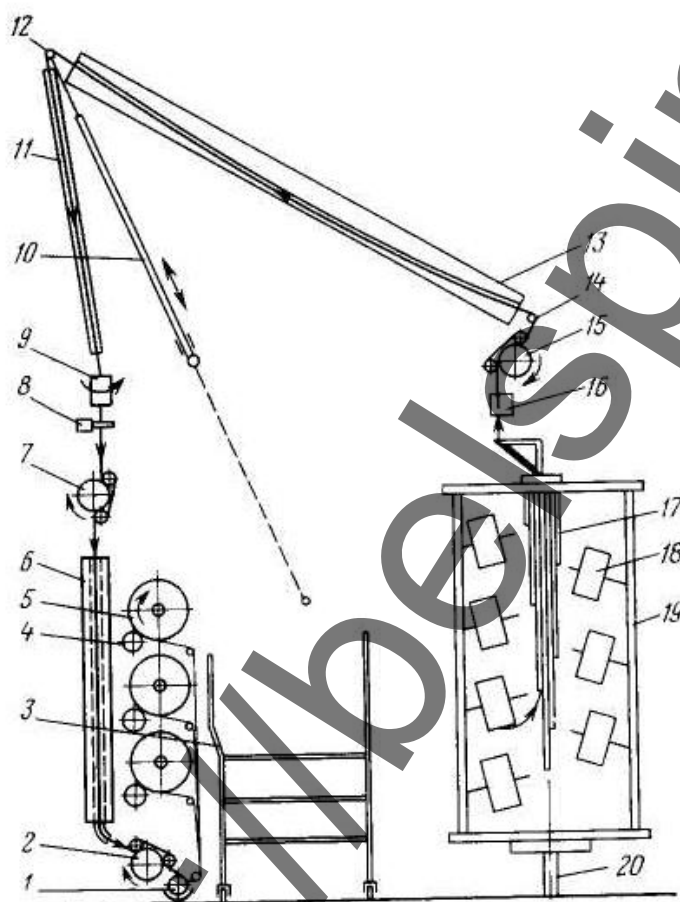


Рис. 24. Технологическая схема однопроцессной машины FTF-70 фирмы ARCT (Франция)

Машина FTF-70 двусторонняя. На ней можно совмещать вытягивание с одновременным текстурированием (симультан-способ) при переработке не полностью вытянутых нитей. Для совмещения вытягивания с последующим текстурированием невытянутых нитей на той же машине (секвент-способ) можно установить вытяжное устройство перед первой термокамерой. Масса нитей на входных паковках составляет до 8 кг, на выходных до 8—12 кг. Трехшпиндельный дисковый механизм ложного кручения фрикционного типа с внешней поверхностью трения позволяет вырабатывать текстурированные нити со скоростью выпуска до 700 м/мин. Диски механизма ложного кручения керамические или с алмазным покрытием.

Одной из последних моделей однопроцессных машин фирмы «Бармаг» является машина FK-6L-900. На этой машине можно работать с линейной скоростью до 900 м/мин. Масса нити на выходной паковке составляет до 5 кг. Эти паковки успешно используют для дальнейшей переработки в ткацком и трикотажном производствах.



На рис. 25 представлена технологическая схема однопроцессной машины FK-6L-900. Питающие паковки 18 с исходной нитью располагаются в специальном шпулярнике 19, который может поворачиваться вокруг оси 20, что обеспечивает удобство смены входных паковок. Каждая перерабатываемая нить с входной паковки проходит через свою направляющую трубку 17, в которую она заправляется пневматическим устройством. Затем нить заправляется в устройство для обрезания нити 16, которое прекращает ее

подачу в случае обрыва в зоне текстурирования.

Рис. 25. Технологическая схема машины FK-6L-900 фирмы «Бармаг» (ФРГ)

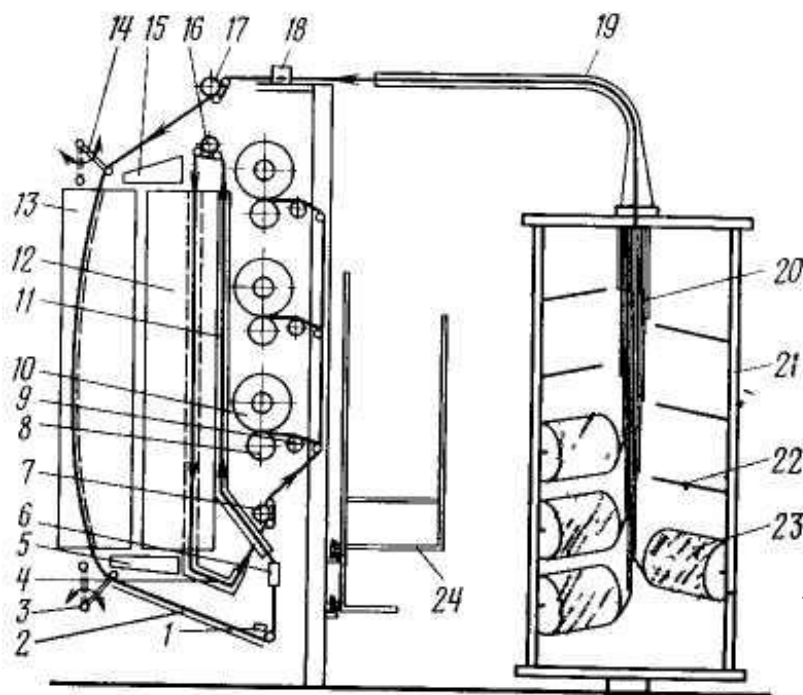
Одновременно с обрезанием устройство зажимает свободный конец нити, облегчая ее заправку. Пройдя питающий механизм 15 ремешкового типа и нитепроводник 14, нить поступает в первую термокамеру 13 щелевого типа с нагревательной пластиной на две нити. Термокамера длиной от 2 до 2,5 м, имеющая конденсационный нагрев, располагается наклонно, что позволяет снизить высоту машины. Затем нить, обогнув нитепроводник 12, поступает в зону охлаждения, где проходит по пластине 11, охлаждаемой водой или воздухом, и заправляется в механизм ложного кручения 9 фрикционного типа. Пройдя устройство 8 контроля обрывов, нить поступает в промежуточное питающее устройство 7 ремешкового типа и затем во вторую термокамеру 6 трубчатого типа длиной 1,5 м, имеющую конденсационный или электрический обогрев. Во вторую термокамеру нить заправляется пневматически. После термокамеры нить проходит выпускное устройство 2 ремешкового типа, замасливающее устройство 1 и, обогнув нитепроводники, поступает в зону наматывания, где с помощью фрикционного цилиндра 4 наматывается на выходную паковку 5 цилиндрической или биконической формы.

Заправка нити в первую термокамеру 13 и охлаждающее устройство 11 (пластина) осуществляется манипулятором 10, на верхнем конце которого расположен нитепроводник 12. Трехшпиндельный дисковый механизм ложного кручения фрикционного типа с внешней поверхностью трения позволяет сообщать нити до 4 млн. оборотов в минуту. Обслуживание верхней части машины производится со специальной подставки 3, передвигающейся в проходе вдоль машины.

Машина FK-6L-900 оснащается двумя термокамерами при выработке малорастяжимых полиамидных и полиэфирных комплексных нитей.

Машина FZ42/11 фирмы «Хеберлейн» (Швейцария) может оснащаться магнитными механизмами ложного кручения роторного типа, частота вращения которых достигает 600—800 тыс. мин<sup>-1</sup> и позволяет перерабатывать нити со скоростью наматывания 320—350 м/мин, или механизмами ложного кручения фрикционного типа с внешней поверхностью трения типа «Twist Master», с помощью которых можно сообщить нити до 3—4 млн. кручений в минуту и обеспечить скорость наматывания 600 м/мин и более. Масса нити на выходной паковке может достигать 8 кг.





Технологическая схема однопроцессной машины FZ42/11 фирмы «Хеберлейн» приведена на рис. 26. Входные паковки 23 располагаются на поворотных кронштейнах 22 выносного шпулярика 21.

Перерабатываемая нить с входных паковок через направляющие трубки 20 и 19 поступает в устройство 18 для обрезания нити в случае ее обрыва в зоне

текстурирования.

Рис. 26. Технологическая схема машины FZ42/11 фирмы «Хеберлейн» (Швейцария)

Нить заправляется в трубки пневматически. После питающего устройства 17 ремешкового типа нить проходит термокамеру 13 длиной 1,7 м. Контактная камера щелевого типа имеет конструкцию в виде изогнутой пластины.

На входе и выходе из термокамеры расположены специальные рычажные приспособления 14 и 3 с нитепроводниками на концах, которые, поворачиваясь, отводят нить от нагревательной поверхности во время заправки или останова машины. Включение и выключение приспособлений 3 и 14 осуществляются дистанционно. Затем нить проходит через зону охлаждения длиной 1,7 м, которая оборудована специальным устройством 2 с принудительным охлаждением движущимся воздухом. После механизма 1 контроля обрыва нити, поступает в механизм ложного кручения 6 фрикционного или роторного типа.

При производстве высокорастяжимых нитей после механизма ложного кручения перерабатываемая нить поступает в зону наматывания, а при производстве малорастяжимых нитей через специальную направляющую трубку 11 поступает во второе питающее устройство 16 ремешкового типа и затем во вторую термокамеру 12 трубчатого типа длиной 1,7 м, имеющую конденсационный нагрев. Пройдя специальную направляющую трубку 4, нить после выпускного 7 и замасливающего 9 устройств поступает в зону наматывания, где с

помощью фрикционной цилиндрической насадки 8 наматывается на выходную паковку 10.

Однопроцессные машины с механизмами ложного кручения роторного типа выпускаются рядом зарубежных машиностроительных фирм. Наиболее известными фирмами, выпускающими эти машины, являются «Хеберлейн» (Швейцария), ARCT (Франция), «Бармаг» и «Цинзер» (ФРГ), «Скрагг» (Англия) и др.

Машины этих фирм оборудуются, как правило, двухдисковыми механизмами ложного кручения с магнитным прижимом вьюрков. Максимальная частота вращения вьюрков 600—800 тыс. мин<sup>-1</sup>. Машины выпускаются с одной и двумя термокамерами, т. е. для выработки высоко- или малорастяжимых нитей. Почти все фирмы в последнее время начали выпускать машины, на которых совмещены вытягивание и текстурирование. В этом случае на машинах устанавливают механизмы ложного кручения фрикционного типа.

## **12.2. Машины с механизмами ложного кручения фрикционного типа**

Преимуществом машин, оснащенных механизмами ложного кручения фрикционного типа, является высокая скорость текстурирования, так как с помощью механизмов этого типа нити можно сообщить до 5 млн. кр./мин.

Технологическая схема однопроцессной машины ФТ-250И показана на рис. 27. Входные паковки 2 устанавливают на выносной раме в два яруса, а в нижней части рамы помещают запасные паковки 1.

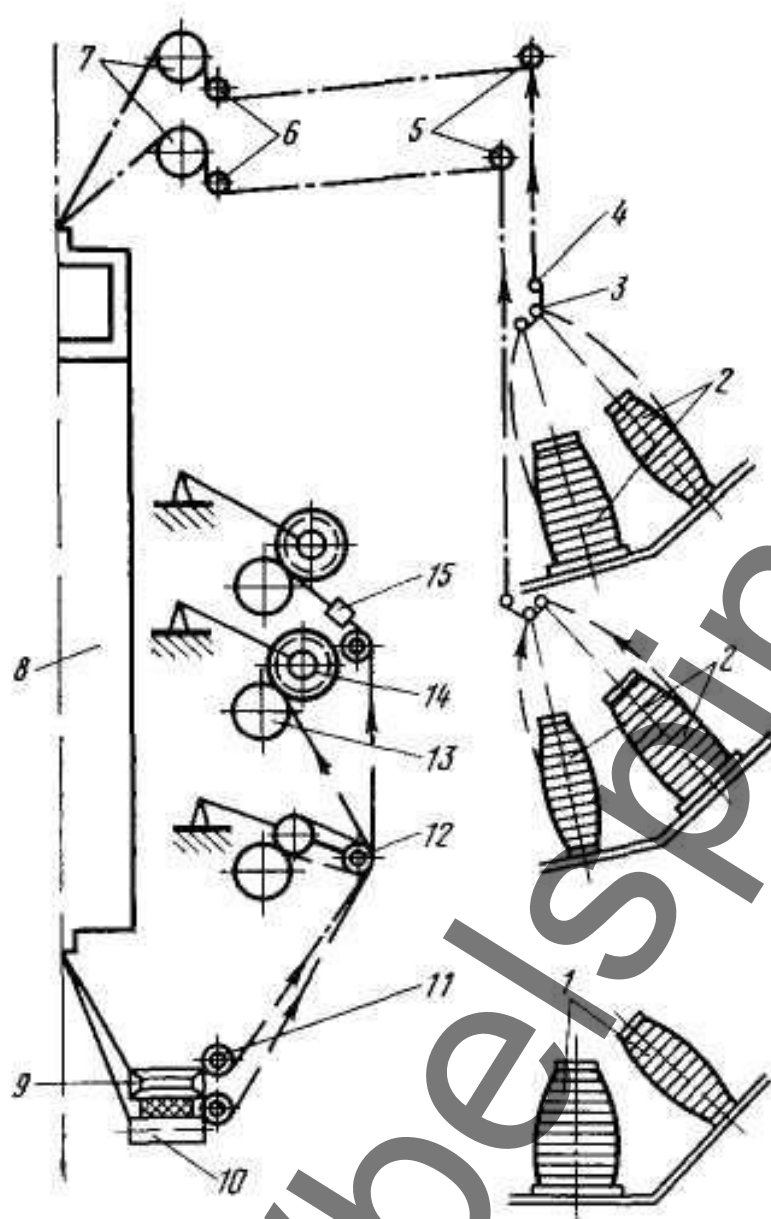
Пройдя крючок баллоноограничителя 3, нить соединяется с другой нитью при помощи тростильного направляющий крючок 5, огибает нитенатяжитель 6, проходит магнитный дисковый нитенатяжитель 7 и попадает в термокамеру блочного типа 8. По выходе из камеры нить поступает в механизм ложного кручения фрикционного типа 10 с кольцами 9.

Обогнув направляющие ролики 11, текстурированная нить выпускным прибором 12 подается к мотальному механизму и наматывается на выходную паковку 14, получающую движение от фрикционного цилиндра 13.

Для соединения двух текстурированных нитей, получивших крутку различного направления, на машине имеется пневмоустройство 15, придающее компактную структуру соединяемым нитям.

Однопроцессные машины с механизмами ложного кручения фрикционного типа выпускает финская фирма «Спиннер». Они работают при скорости выпуска текстурированных нитей до 600 м/мин. Технологическая схема машины 160 VK фирмы «Спиннер» приведена на рис. 28.

Входные паковки 1 размещаются в верхнем ярусе машины попарно, причем каждая пара рабочих паковок имеет одну резервную. Две нити одновременно сматываются с паковок и

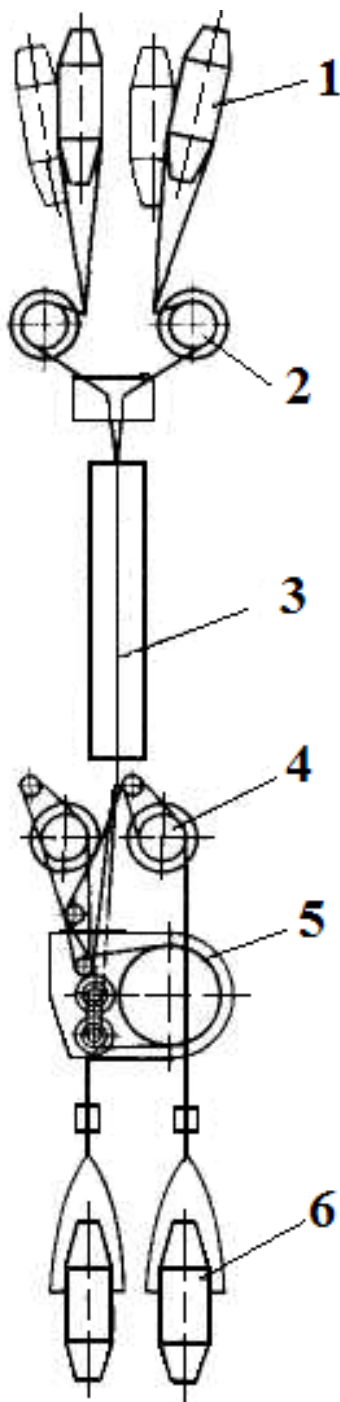


направляются к магнитным дисковым натяжителям 2.

Рис. 27. Технологическая схема однопроцессной машины ФТ/250И (СНГ)

Обогнув диски натяжителей, нити проходят в термокамеру 3 и далее в механизм ложного кручения 5, представляющий собой попарно установленные втулки с вставленными в них кольцами.

Втулки располагаются одна над другой и приводятся во вращение от одного шкива. Так как втулки располагаются по разные стороны от



приводного ремня, то вращаются в противоположных направлениях, сообщая двум нитям соответственно крутку S и Z. Из механизма ложного кручения нити выбираются питающим устройством 4, обеспечивающим скорость движения нити до 600 м/мин. Затем нить поступает в приемный механизм 6, состоящий из кольцевых веретен. Приемный механизм предусматривает как отдельное наматывание нитей разных круток, так и совместное наматывание их с трощением и подкручиванием. Машина фирмы «Спиннер» не получила большого распространения из-за громоздкости, так как размещается в два этажа, что затрудняет ее обслуживание. Кроме того, по качеству текстурирования нити, получаемые на этих машинах, уступают нитям, получаемым на машинах с механизмами ложного кручения роторного типа.

Машины с механизмами ложного кручения фрикционного типа не обеспечивают высокого качества текстурированных нитей в основном из-за недостаточной равномерности нитей по крутке. Этот недостаток удалось преодолеть, и в последнее время ряд зарубежных фирм увеличил выпуск машин фрикционного типа.

Рис. 28. Технологическая схема однопроцессной машины Спиннер (Финляндия)

## Список использованных источников

1. Бородин, А. И. Подготовка основной пряжи к ткачеству / А. И. Бородин, В. А. Бородин. – Москва : Легкая индустрия, 1978. – 224 с.
2. Зазулина, З. А. Основы технологии химических волокон: учебник для вузов / З. А. Зазулина, Т.В. Дружинина, А. А. Конкин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1985. – 303 с.
3. Каценеленбоген, А. М. Подготовка пряжи и нитей к вязанию/ А. М. Каценеленбоген, А. В. Лазарев. – Москва : Легпробытиздат, 1968. – 222 с.
4. Лабораторный практикум по механической технологии текстильных материалов / В. Ф. Галкин [ и др. ] ; под ред. А. Г. Севостьянова. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1993. – 272 с.
5. Механическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов / А. Г. Севостьянов [ и др. ] ; под ред. А. Г. Севостьянова. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 512 с.
6. Механическая технология волокнистых материалов / Н. И. Труевцев [ и др. ] ; под ред. Н. И. Труевцева. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 608 с.
7. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий) : учеб. пособие / И. Г. Борзунов [ и др. ]. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1986. – 390 с.
8. Усенко, В. А. Переработка химических волокон (Технология кручения и текстурирования) : учеб. для вузов / В. А. Усенко. – Москва : Легкая индустрия, 1975. – 400 с.
9. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. Т. 1, 2. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 213 с., 348 с.