

Витебский государственный технологический университет

# **Новое в технике прядильного производства**

*конспект лекций*

*Витебск  
ВГТУ  
2009*

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАЛИНОВСКАЯ И.Н.**  
**ЧУКАСОВА-ИЛЬЮШКИНА Е.В.**  
**КОГАН А.Г.**

**НОВОЕ В ТЕХНИКЕ**  
**ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

**для студентов специальности 1-50 01 01**  
**«Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»**

**ВИТЕБСК**  
**2009**

УДК 677.021.16 / 022 (075)

ББК 37.230.2

Н 74

**Рецензенты :**

Иванова Т. П. , кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Ткачество»

Медвецкий С. С., кандидат технических наук, доцент кафедры «Прядение натуральных и химических волокон»

Рекомендовано в качестве пособия редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 24.06.2009.

**Калиновская, И. Н. Новое в технике прядильного производства :** конспект лекций / И. Н. Калиновская, Е. В. Чукасова-Ильюшкина, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 98 с.

**ISBN 978-985-481-173-4**

Приведены сведения по получению волокон, нитей и тканей специального назначения, пряжи из короткого льняного волокна, меланжевой и пряжи малой линейной плотности, швейных ниток, текстильных настенных покрытий, многослойных рулонных материалов и материалов с использованием отходов.

Конспект лекций предназначен для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов».

УДК 677.021.16 / 022 (075)

ББК 37.230.2

Н 74

**ISBN 978-985-481-173-4**

© Калиновская И.Н., 2009

© Чукасова-Ильюшкина Е.В., 2009

© Коган А.Г., 2009

© УО «ВГТУ», 2009

## Содержание

<b>Лекция №1</b> «Электропроводящие волокна, нити и текстильные материалы специального назначения»	<b>4</b>
<b>Лекция №2</b> «Огнетермостойкие волокна и нити. Технологический процесс получения крученой комбинированной огнетермостойкой нити»	<b>10</b>
<b>Лекция №3</b> «Производство меланжевой пряжи»	<b>28</b>
<b>Лекция №4</b> «Швейные нитки – ассортимент и способы получения»	<b>39</b>
<b>Лекция №5</b> «Мировое производство и потребление полипропиленовых волокон и нитей, их свойства и особенности переработки»	<b>47</b>
<b>Лекция №6</b> «Получение пряжи из короткого льняного волокна с использованием гребнечесания»	<b>55</b>
<b>Лекция №7</b> «Разработка технологического процесса производства пряжи малой линейной плотности по гребенной системе прядения хлопка»	<b>64</b>
<b>Лекция №8</b> «Производство текстильных настенных покрытий»	<b>74</b>
<b>Лекция №9</b> «Разработки в технологиях получения новых видов материалов с использованием отходов»	<b>80</b>
<b>Лекция №10</b> «Технологический процесс получения многослойных рулонных материалов»	<b>93</b>
<b>Литература</b>	<b>99</b>

# ЛЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ВОЛОКНА, НИТИ И ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

## План лекции

### Введение

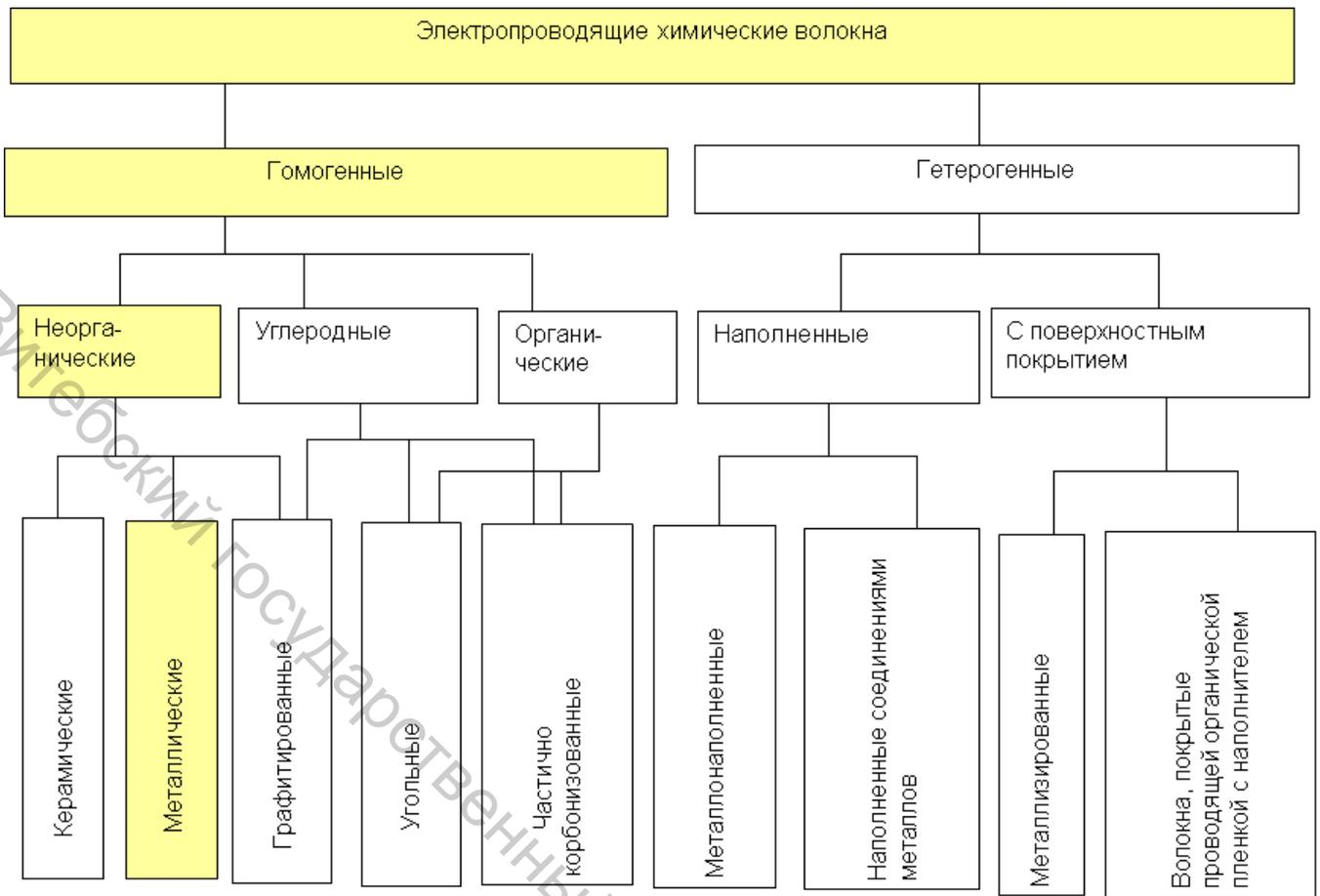
1. Технологический процесс получения электропроводной нити с использованием полых веретен
2. Виды металлизированных нитей, применяемых при отделке одежды
3. Основные области применения электропроводящих нитей

### Введение

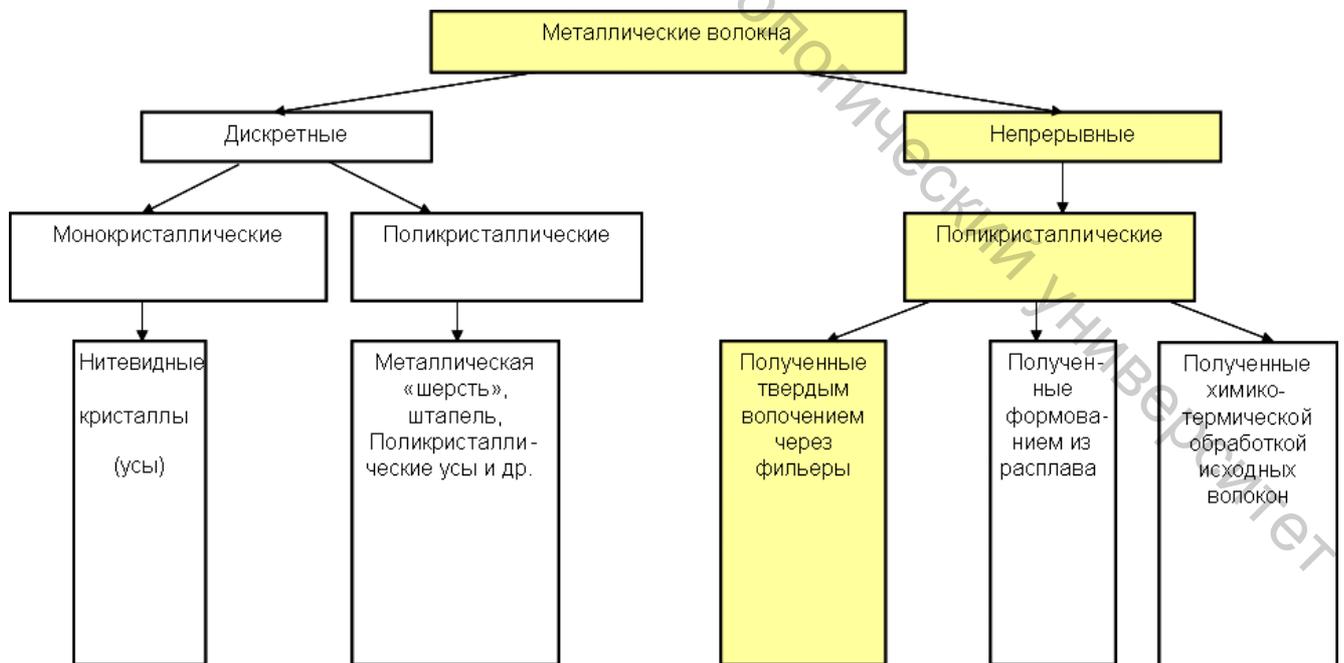
С ростом промышленности природные защитные свойства текстильных материалов стали использовать в спецодежде, предохраняющей людей от производственного травматизма под действием высокой температуры, огня, расплавленных частиц металла. В наше время промышленное развитие и появление новых отраслей производства, необходимость совершенствования армейской экипировки и изменчивая мода предъявляют к текстильным материалам такие требования, удовлетворить которые природные свойства волокон уже не в состоянии. Середина XX в. стала для текстиля периодом пришествия химических волокон с их новыми качествами и эффективностью освоения разнообразных отделок. Последние придают материалу или защитные свойства, необходимые для работы человека в сфере производства (масло-, огне-, кислото-, водостойкость и т. п.), или модные эффекты. Бурный технический прогресс на исходе XX в. предъявил к текстильным материалам новые требования. Одно из них — целенаправленное создание и производство волокнистых материалов с заданными свойствами, которые необходимы в конкретной сфере человеческой деятельности. Конец XX в является началом эры «умного» текстиля (Smart Textile, Intelligent Textile), основанного на использовании высоких наукоемких технологий (Hi-Tech).

Высокофункциональные волокна с тщательно разработанными и специально подобранными химическими и физическими свойствами служат сырьем для «интеллектуальных» текстильных материалов с разработанными внутренними структурами; такие материалы открывают самые широкие перспективы перед техническими текстильными изделиями будущего.

В настоящее время в мире производится несколько видов электропроводных волокон. Наиболее широкое распространение получили металлические волокна за счет их уникальных свойств и доступности. Классификации видов электропроводящих и металлических волокон представлены на рис. 1.1 и 1.2 .



**Рисунок 1.1. Классификация электропроводящих волокон**



**Рисунок 1.2. Классификация металлических волокон**

## 1.1. Технологический процесс получения электропроводной нити с использованием полых веретен

Разработан один из способов получения комбинированных электропроводных нитей с помощью полых веретен. Данный метод осуществляется на прядильно-крутильной машине ПК-100, обеспечивающей относительно высокий уровень покрытия сердечника электропроводным элементом. В то же время сам электропроводный элемент практически не деформируется. Схема процесса получения комбинированной электропроводной нити представлена на рис. 1.3.



Рисунок 1.3. Схема процесса получения комбинированной электропроводной нити

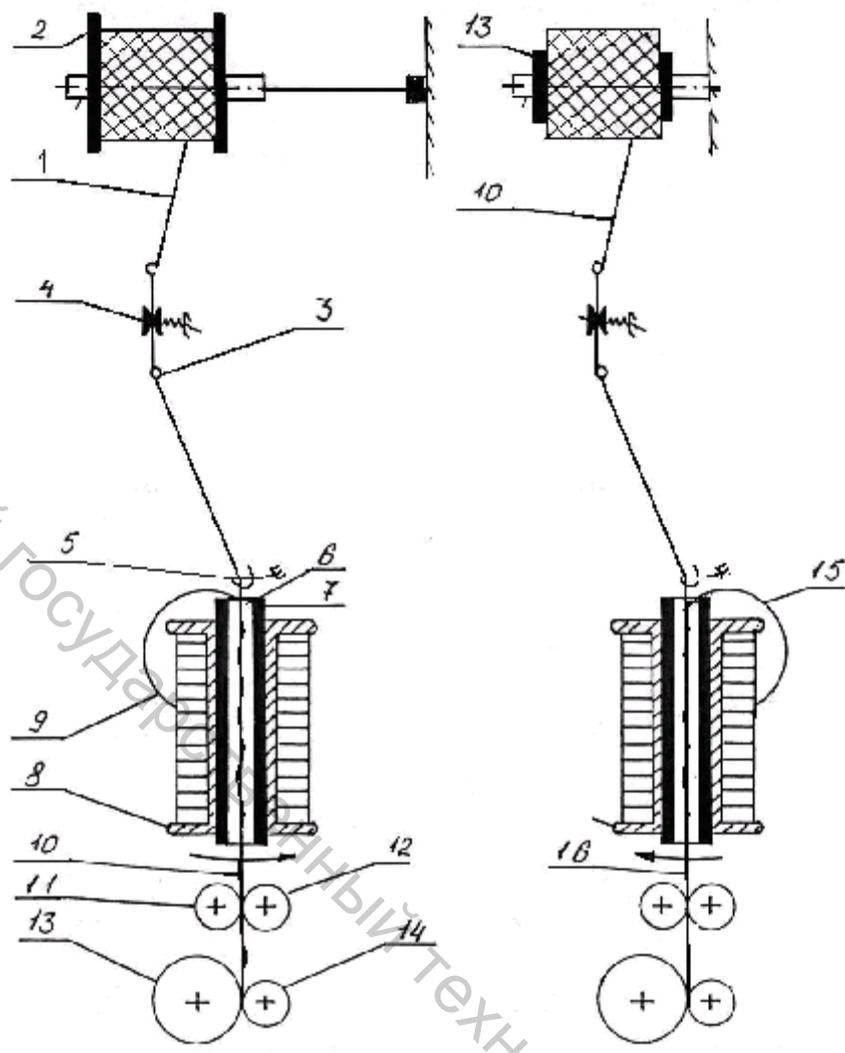
Сущность технологического процесса заключается в следующем (рис. 1.4). В рамку машины устанавливают паковку 2 с электропроводным элементом 1. На полое веретено 7 машины надета катушка 8 с комплексной полиэфирной нитью. При вращении катушки с нитью сходящая с него баллонизирующая нить 9, вращаясь, увлекает за собой электропроводный элемент (первая стренга) через глазок нитенаправителя 5 в центральный канал 6 веретена 7, заставляя вращаться катушку на модернизированной питающей рамке. На расстоянии от вершины веретена до крайней точки нитенаправителя 3, проходя через нитенатяжитель 4, электропроводный элемент получает определенное число кручений. Вторая стренга сходит с катушки 8. У вершины веретена происходит встреча и соединение двух стренг. На пути от вершины веретена 7 до выпускной пары 11,12 электропроводный элемент и комплексная полиэфирная нить, получая вращение от того же веретена, скручиваются и приобретают крутку с обратным направлением витков по сравнению с тем, которое было сообщено стренге и электропроводному элементу. Крученая нить 10 в два сложения наматывается на цилиндрический патрон 13 мотальным механизмом 14.

Для стабилизации технологического процесса получения комбинированной электропроводной нити 16 необходимо полученную крученую нить 10 скрутить с комплексной химической нитью (капроновой или полиэфирной) 15, но в другом направлении. Данная капроновая нить не должна покрывать полностью предыдущую для того, чтобы медная микропроволока выступала в некоторых местах на поверхность комбинированной нити.

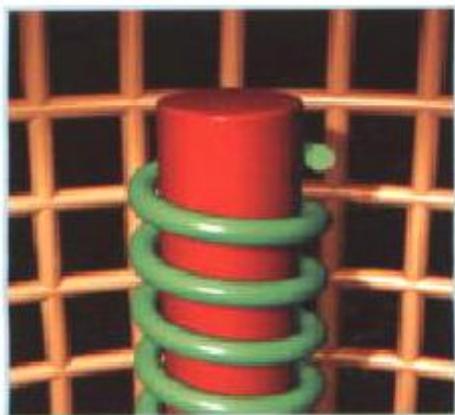
Покрывание комплексной химической нитью обеспечивает в течение длительного времени постоянство полей трения при движении комплексной химической нити и микропроволоки. Открытые участки, где медная микропроволока выходит на поверхность, служат для принятия на себя электростатического заряда. Это должно положительно сказаться на стабильности процесса получения комбинированной электропроводной нити.

Комбинированную электропроводную нить получают следующим образом: полиэфирную комплексную нить (упрочненную) скручивают с медной микропроволокой в направлении Z, а затем обкручивают капроновой комплексной нитью в направлении S.

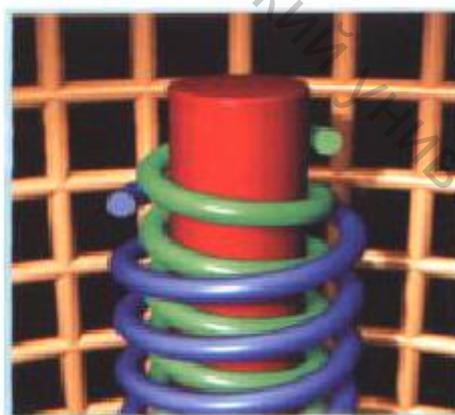
Главное преимущество способа – прядильно-крутильная машина имеет высокую производительность и большую массу выпускной паковки. Это позволяет получать большую длину безузловой нити. Электропроводный элемент не подвергается повреждению при переработке и не имеет крутки, что обеспечивает лучшие релаксационные и эксплуатационные свойства нити (рис. 1.5).



**Рисунок 1.4. Процесс получения комбинированной электропроводной нити на машине ПК-100**



**а**



**б**

**Рисунок 1.5. Внешний вид полуфабриката (а) и готовой электропроводящей нити (б)**

Основные преимущества электропроводного элемента, скрученного с комплексными химическими нитями:

1. Высокий уровень разрывного удлинения от 10% до 15%.
2. Длительные сроки эксплуатации, поскольку электропроводный элемент защищается от повреждений при носке, от перепадов температур, а также от повреждений при переработке.
3. Электропроводный элемент не деформируется от непосредственного контакта с нагретой поверхностью при глажении.
4. Увеличивается срок эксплуатации благодаря тому, что упрочненная полиэфирная комплексная нить принимает на себя основную нагрузку при разрыве.
5. Высокая проводимость медного электропроводного элемента (например, в 10 раз выше, чем стали).

## **1.2. Виды металлизированных нитей, применяемых при отделке одежды**

Иностранная фирма Kreinik выпускает несколько видов металлизированных нитей, применяемых при отделке одежды. Приведем несколько различных качеств металлизированных нитей, выпускаемых Kreinik:

basic — немного искривленная нить, придающая тонкий блеск;

Hi lustre — состоит из плоской металлической нити, которая характеризуется повышенным блеском. В Kreinik Braids и Ribbons это также выражается довольно сильным блеском;

Vintage — состоит из плоских нитей, которые имеют приглушенное металлическое проявление. При использовании на соответствующем дизайне этих нитей придаст вашей работе очарование настоящей старинной драгоценности;

Cord — это нити, которые изготавливаются путем плотного обматывания металлизированной плоской нити по спирали вокруг основы. Kreinik Braids и Ribbons этого качества очень похожи на реальные металлические нити с сильным блеском;

Glow-in-the-dark — изготавливается из плоской нити и имеет свойство светиться в темноте после пребывания на свету (например, 5 минут прямого света позволяют ниткам светиться в течении 10-15 минут). Такой эффект пригодится для вышивки луны, звезд или тропических рыб — они действительно будут светиться.

## **1.3. Основные области применения электропроводящих нитей**

Основными областями применения высокотехнологичных материалов является производство спецодежды, способной надежно защищать человека от вредного СВЧ- и/или УВЧ- воздействия (рис. 1.6 (а)); одежды с подогревом (например, для армии или спортсменов), а также всевозможных украшений и отделок готовых изделий. Не менее важными областями применения можно назвать экранирования геопатогенных зон, экранирования физиотерапевтических

кабин, оборудования "чистых" комнат и "безэховых" камер, снятия статического электричества. В настоящее время металлические нити в сетеполотнах нашли применение при создании космических антенн (рис. 1.6 (б)).



**а**



**б**

**а** — спецодежда для защиты человека от вредного СВЧ- и/или УВЧ- воздействия; **б** — космическая антенна

**Рисунок 1.6. Области применения электропроводящих нитей**

## **ЛЕКЦИЯ № 2 ОГНЕТЕРМОСТОЙКИЕ ВОЛОКНА И НИТИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КРУЧЕНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ОГНЕТЕРМОСТОЙКОЙ НИТИ**

План лекции

**Введение**

- 1. Температурные свойства волокон специального назначения**
- 2. Критерии оценки степени горючести текстильных материалов**
- 3. Методы снижения горючести текстильных материалов**
- 4. Технология получения термостойких волокон**

**Введение**

В настоящее время в Республике Беларусь складывается довольно сложная обстановка с изготовлением специальных термо - и огнестойких технических тканей, а также материалов для специальной защитной одежды людей, чья профессиональная деятельность связана с работой при высоких температурах и контактах с пламенем. Как в Беларуси, так и за рубежом проблема защиты работающих от воздействия тепла в процессе трудовой деятельности давно волнует специалистов различных отраслей: текстильщиков, материаловедов, швейников, обувщиков, медиков, гигиенистов, теплофизиков, химиков, и т. д., занимающихся вопросами охраны труда. Вопрос создания спецодежды для ра-

ботающих в горячих цехах различных производств, обладающей комплексом защитных свойств от высокой температуры и теплового излучения, до настоящего времени остается открытым. В настоящее время отечественная промышленность выпускает ткани с огнезащитными свойствами, которые обеспечиваются на стадии отделки. Надо отметить, что эти материалы не отвечают комплексной защите от вредных факторов производств, а асбестовые материалы обладают канцерогенностью и запрещены для производства изделий во всем мире.

Существует большой ассортимент технических фильтровальных и других материалов, применяемых в производствах нефтеперерабатывающего, военно-промышленного комплекса и других производствах, которые удовлетворяют высоким требованиям по термо- и огнестойкости, однако материалы данного назначения в РБ не производятся.

Все это диктует необходимость создания огнетермостойких пряж, нитей, тканей и соответственно изделий из них на основе отечественного сырья. В настоящее время изделия данного ассортимента полностью импортируются из-за рубежа. ПО «Химволокно» г. Светлогорска производит термостойкое волокно «Арселон». По термостойкости и гигроскопичности арселон превосходит известные мировые аналоги. Одним из его недостатков является невысокий показатель кислородного индекса (26,5% против необходимых 28%), что объясняет недостаточно высокую устойчивость волокна к воздействию открытого пламени и, соответственно, ограничивает область применения.

Принципиально новым подходом к созданию тканей с огнезащитными свойствами является использование химических огнестойких арамидных волокон и нитей (русар, СВМ, армос), которые обладают исключительной прочностью и термостойкостью, однако, имеют высокую стоимость. Кислородный индекс этих волокон составляет 38-43%, прочность — 4,0-5,0 ГПа, удлинение при разрыве — 3,0-4,0%, стоимость — 70-100\$ за один килограмм.

Для повышения показателя кислородного индекса, а также снижения себестоимости продукции, с учетом промышленной базы Республики Беларусь, предлагается разработка новых технологий получения смешанной пряжи и нитей, состоящих из арамидных волокон и нитей, нитей и пряжи из волокна «Арселон», отходов прядильного и ткацкого производства арамидных и арселоновых нитей. Для снижения стоимости такой пряжи и нитей необходим комплекс мероприятий по разработке новых технологических процессов получения смешанной пряжи и нитей из огнетермостойких волокон, оптимизация технологических параметров процессов получения новых видов нитей и пряжи. Исследование различных составов комбинированных огнетермостойких волокон и нитей позволит получить пряжу и нити с требуемыми физико-механическими и потребительскими свойствами.

Ценные свойства арселона в сочетании с относительно невысокой стоимостью производства ставят его в ряд наиболее перспективных видов термостойких волокон. Термостабильность и гигроскопичность волокна арселон, полученного по несложной технологии и при доступной сырьевой базе, открыва-

ют широкие возможности применения его в различных областях промышленности для выработки термостойких фильтровальных тканей для фильтрации горячих газов в черной и цветной металлургии, в сажевой и цементной промышленности; защитной одежды металлургов, сварщиков; других видов термо- и огнестойких текстильных материалов. Перспективным направлением применения арселона в смеси с огнестойкими арамидными волокнами является изготовление защитных комплектов одежды для пожарных-спасателей, военных, гражданской авиации, материалов для обивки салонов автомобилей и самолетов.

Разработка новых технологий получения огнетермостойких пряж, нитей, тканей и изделий из них на основе отечественного сырья также позволит расширить ассортимент текстильных и швейных изделий, сократить импорт данного вида продукции.

## 2.1. Температурные свойства волокон специального назначения

Волокнистый материал обладает рядом определенных свойств: механическими, теплоизоляционными, капиллярными, сорбционными, температурными. При рассмотрении волокон специального назначения наиболее важны теплоизоляционные и температурные свойства.

Температурная область эксплуатации волокнистых материалов очень широка и в основном определяется конкретным назначением материала. Для текстильных материалов бытового назначения эта область находится в пределах от  $-50$  до  $+50$  °С. Однако при глажении тканей и сушке на поверхности горячих цилиндров температура составляет  $100-120$  °С. Не все полимеры способны выдерживать этот верхний предел температур, и поэтому многие ткани не рекомендуется подвергать обработке в горячей воде и глажению горячим утюгом.

Более сложно обстоит дело с использованием волокон для технических целей. Верхние пределы температур эксплуатации могут достигать нескольких сотен градусов, как, например, при их использовании для фильтрации горячих газов, для спецодежды рабочих горячих производств.

## 2.2. Критерии оценки степени горючести текстильных материалов

Механические свойства термостойких волокон находятся в тесной связи с химическим строением и физической структурой исходных для их получения полимеров.

Для оценки степени горючести материалов используют наиболее универсальную характеристику пожарной опасности материала — **кислородный индекс (КИ)**: показатель в процентах минимального содержания кислорода в азотокислородной смеси, при которой образец материала способен еще к самостоятельному горению после локального зажигания этого образца в верхней части.

**Теплостойкость** характеризует физические изменения полимера при его нагревании, **термостабильность** - химические превращения под действием температуры и окружающей среды.

### 2.3. Методы снижения горючести текстильных материалов

Существуют три метода придания огнезащитных свойств текстильным материалам, в том числе на основе полиэфирных волокон: поверхностная обработка АП ткани, полотна или готового изделия, физическая модификация волокна (введение АП путем аддитивного смешения с полимером) и сополимеризация мономеров или олигомеров с реакционноактивным АП в процессе получения полимера, перерабатываемого в дальнейшем в волокна или нити. Последний метод, если он не сопряжен со значительным ухудшением физико-механических свойств синтетического волокна, является наиболее эффективным, ибо, в отличие от двух других, придает волокну и текстильным материалам, независимо от каких-либо обработок (стирка, химчистка, светопогода и т.п.), долговременную огнезащищенность.

Среди известных видов волокнистых материалов проблема огнезащиты, пожалуй, наиболее остро стоит для полиэфирных волокон и нитей. Во-первых, они сегодня по объемам производства и потребления занимают ведущие позиции среди всех видов химических и натуральных волокон, включая хлопок. Во-вторых, они широко применяются в чистом виде или в смеси с другими видами искусственных (преимущественно вискозных) и натуральных (хлопок, шерсть) волокон в тех областях, где вопросы пожарной безопасности чрезвычайно актуальны: оформление салонов автомобилей и самолетов, детская одежда, гардино-тюлевые изделия, спецодежда, туристические палатки, утеплители для промышленного и жилищного строительства, набивочные материал и многое другое.

Существуют различные методы снижения горючести волокнистых материалов. Основные пути для этого следующие:

- введение в химические волокна на стадии их формирования веществ - антипиренов, снижающих их горючесть. Это фосфорсодержащие соединения, соединения азота и фосфора, галоидосодержащие вещества (имеющие в своем составе бром, хлор) и некоторые другие;
- синтез сополимеров, включающих в состав элементарных звеньев атомы фосфора, галоидов и др. и получение на их основе химических волокон;
- химическая модификация текстильных полотен веществами, содержащими антипирены, на стадии отделки;
- в некоторых случаях возможно нанесение на текстиль пленочных покрытий из малогорючих полимеров или полимеров с антипиренами;
- применение для изготовления текстиля смесок волокон с компонентами, имеющими более низкую горючесть.

Введение антипиренов может приводить не только к снижению горючести, но и к появлению в продуктах горения более токсичных веществ.

Антипирены — это вещества, замедляющие горение. В качестве антипиренов обычно используют неорганические и органические вещества, которые содержат в молекулах такие элементы, как галогены, фосфор, азот, бор, металл и другие. Все антипирены должны отвечать ряду общих требований. Они должны быть нетоксичны и не выделять в процессе горения токсичных продуктов, должны обладать достаточной светостойкостью, быть относительно доступны и дешевы. В зависимости от метода придания огнезащиты к антипиренам предъявляются и специальные требования, в частности, по высокой термической стабильности, устойчивости к действию УФ-лучей, хорошей совместимостью с полимерами.

Значения показателей горючести волокон и текстильных материалов приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Значения показателей горючести волокон и текстильных материалов

Полимеры (волокна)	Температуры, °С		КИ, %	Теплота сгорания, КДж / кг
	тв	тсв		
Полиэтилен	300-350	350-420	17-13	46500-46000
Полипропилен	325-350	390-440	17-17,5	44000-46500
Поливиниловый спирт	200-210	340-350	22-23	25200
Полиакрилонитрил (нитрон)	200-30	500-510	17-18	30600-31300
Поливинилхлорид (ПВХ)	325-390	440-550	40-45	18000-20700
Хлорированные поливинил-хлоридные (ХПВХ, хлорин)		5411	4550	12100
ПА бв (энид, зилон )	355-425	425-500	21-23	30000-31000
ПЭТФ (лавсан, терилон)	390-400	440-450	20-25	22200-22900
Целлюлоза (хлопок)	210-255	250-410	16-17,5	16700-16300
Вискозное волокно	210-235	450-460	18,5-19	16000-17410
Ацетаты целлюлозы (ацетатное волокно)	300-320	375-445	18,5-19	18400
Асимметрические термостойкие полимеры	450-550	550-650	28-45	

В последнее время рекомендуется использовать материалы, обладающие теплоотражательными свойствами, тепловая защита обеспечивается посредством использования многослойного пакета теплоизолирующего материала. Рынок предлагает целый класс термостойких химических волокон. К ним относятся ариמיד, фенилон, терлон, арселон, СВМ, армос, номекс, тогилен, кевлар. Эти

волокна обладают хорошими механическими свойствами, термической и термоокислительной стабильностью. Сравнительные характеристики термостойких волокон представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Сравнительные характеристики термостойких волокон

Наименование нити	Кислородный индекс, %	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Температура длительной эксплуата-
Терлон	28-30	200-210	250
Фенилон	28-30	45-50	250
Оксалон	21-23	40-60	250-300
СВМ	28-30	180-210	250
Аримид	45-50	40-60	300-350
Номекс	28-30	45-50	250
Кевлар	28-30	170-235	250
Тогилен	28-30	180-210	300
Армос, русар	37-43	90-170	300-330

Термостойкие волокна обладают низким удельным весом, высоким сопротивлением истиранию, высокой стойкостью к действию кислот и щелочей, повышенными термоизоляционными свойствами, высокой эластичностью, физической активностью и т.д.

Добавление в состав термостойкой ткани природных волокон позволяет снизить толщину и массу ткани, увеличивает ее теплозащитные, физико-механические и гигиенические свойства, уменьшает себестоимость изготавливаемого материала.

Для изготовления огнетеплозащитной одежды также широко используются традиционные негорючие материалы - стекловолокно (бета-стекло), асбест, тефлон, свойства которых приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Свойства волокон и нитей, используемых для производства защитной одежды

Наименование волокна	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Удлинение, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура эксплуатации, °С	Теплопроводность кВт/м <sup>2</sup>
Стекловолокно	135	4	2,45	(-165)-(+480)	28-37
Асбестовая пряжа	22,5-27,9	2-3	2,1-2,8	(-11)-(+1300)	3,39
Тефлон	12,6	15	2,1	(-220)-(+250)	9,64
Номекс	50	17	1,38	(-38)-(+250)	5,11
Арселон	26	4-5	1,44	(-35)-(+300)	4,05

В России созданы такие волокна, которые успешно конкурируют с мировыми аналогами, а в некоторых случаях превосходят их по качеству и свой-

ствам. Это является толчком для проведения различных научно-технических экспериментов в области создания новых типов специальной защитной одежды, которые будут более полно отвечать предъявляемым к ним многочисленным требованиям.

## 2.4. Технология получения термостойких волокон

Максимальная интенсивность исследований в области создания термо- и огнестойких волокон приходится на начало 60-х - конец 70-х годов. Тогда появились волокна полибензимидазольные, полиимидные, полиоксазольные, метарамидные на основе лестничных и полулестничных полимеров. Наиболее востребованными со временем оказались волокна на основе полиметаарамидов, в частности номекс, в меньшей степени - полиимидные и полибензимидазольные. Исследования последних лет направлены в основном на улучшение термо- и огнестойкости, механических свойств этих волокон и совершенствование технологического процесса их получения.

Первые термостойкие волокна были получены путем синтеза полипарафениленбензобистазола (ПФБТ). Эти волокна при достаточно высокой прочности (до 300 МПа) имели модуль упругости равный примерно 300 ГПа. В 1998г. фирма "Тоубо" (Япония) создала свой процесс получения волокна на основе ПФБТ. Из этого полимера в промышленном масштабе производится волокно зилон. Волокна этого класса отличаются не только высокими значениями прочности и модуля упругости, но и прекрасными значениями термических характеристик (огнестойкость, гидрофобность и устойчивость к ультрафиолетовому излучению). Некоторые свойства разновидностей волокна зилон представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Свойства разновидностей волокна зилон

Параметр	Волокно зилон	
	НМ	А 9
Прочность, МПа	5800	5800
Модуль упругости, ГПа	280	180
Удлинение при разрыве, %	2,5	3,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,56	1,54
Влагопоглощение, %	0,6	2,0
Кислородный индекс, %	68	68
Температура начала потери массы, °С	650	650

Волокно зилон имеет высокую прочность на истирание и хорошо перерабатывается в различные текстильные формы, в том числе и трикотаж.

Волокно ариמיד применяется в виде пленок, литевых изделий и покрытий. Полиамидные волокна характеризуются высокими показателями огнезащитности и радиационной стойкости. Широкому применению этого вида термостойких волокон препятствует высокая стоимость исходного сырья. Прочность волокон типа ариמיד (аримид Т, ариמיד С и другие) в зависимости от марки и ассортимента составляет 50-80 сН/текс при удлинении 6-10%. Их теплостойкость характеризуется высокой температурой стеклования и более чем 50% сохранением прочности при 300 °С, а термостабильность — сохранением прочности на уровне 70-80% от исходной после нагревания на воздухе в течение 100 часов. По огнезащитности волокна типа ариמיד значительно превосходят волокна из ароматических полиамидов. В настоящее время ариמיד вырабатывается в небольших количествах для изготовления изделий специальной техники.

Волокно терлон получено из сернокислых, в основном из анизотропных, растворов. Прочность волокна 35-40сН/текс при удлинении 10-14%. При 300°С прочность снижается только на 30%, а после нагревания на воздухе при 250 °С в течение 10 часов — на 50%. Кислородный индекс терлона, как и других арамидных волокон, составляет 28-30%, но после спецобработки повышается до 50-60%. Это трудногоряемые волокна.

В 1999 г. было разработано новое огнестойкое волокно на основе араметополиамидов - тверлана. Основанием для создания этого волокна послужил факт полной утраты российского огнестойкого волокна фенилон, так как завод по его выпуску перешел в республику Казахстан. Поставленные перед исследователями задачи не только были решены, но и обеспечили создание более предпочтительного по свойствам в сравнении с номексом отечественного волокна.

Тверлана относится к высокоогнестойким волокнам, а его влагопоглощаемость обеспечивает комфортность нижней и верхней одежды. Волокно обладает хорошей окрашиваемостью и способностью к текстильной переработке, не усаживается при высокой температуре эксплуатации и может быть модифицировано с целью улучшения перечисленных свойств повышения огне- и хемостойкости и снижения себестоимости.

Если тверлана относится к классу материалов широкого использования, то полиимидные волокна, несмотря на исключительно высокие термические характеристики, применяются менее широко и, как правило, для очень ответственных целей, в частности, для изготовления изделий, используемых в космической отрасли. Полиимидные волокна выдерживают воздействие как высоких, так и низких температур (от-190 до +350 °С), сохраняя при этом механические свойства, в частности, устойчивость к действию жестких магнитных, электрических полей и светопогоде; выдерживают тепловой удар до 1000 °С. В настоящее время прочность этих волокон доведена до 200 сН/текс, а модуль упругости — до 230 гПа.

Волокно Kevlar (на основе поли-парафенилентерефталимида) и его аналоги СВМ и Армос (сверхпрочные высококомодульные синтетические нити) имеют высокий модуль упругости (соответственно: 60 - 120, 105 и 145 ГПа), малое относительное удлинение (соответственно: 1.9 ~ 4,5 и 26 ~ 5%), низкую термическую усадку. Kevlar не поддерживает горение, но карбонизируется при температуре около 480 °С (покрывается «коркой»). Армос выдерживает температуру до 300 - 350 °С, не давая усадки, а при температуре 400 - 450 °С «усаживается» не более чем на 3 - 4%.

СВМ и его производные; Армос, русар, формируются из ароматических полиамидов. Они отличаются менее жесткой структурой, но более высокими механическими свойствами. Свойства параарамидных волокон представлены в табл. 2.5.

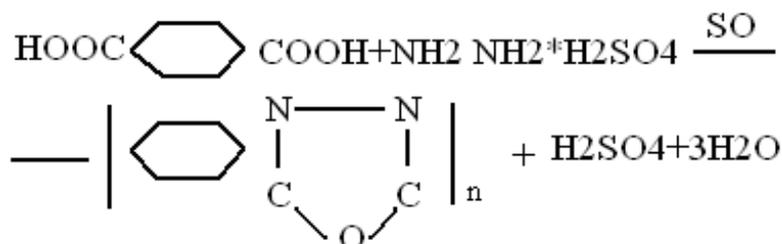
Таблица 2.5 – Физико-механические свойства параарамидных волокон

Волокно	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Физико-механические показатели					Влагопоп-конд-н усло-
		Прочность при растяжении, ГПа	Удельная прочность, Км	Модуль упругости при растяжении, ГПа	Удельный модуль упругости, км	Удлинение при разрыве, %	
Армос, русар	1,44	4500-500	310-380	140-160	9700-11000	3-4	3,0
СВМ	1,44	3800-4200	260-290	125-135	9400	3,5-4,5	4,5
Кевлар	1,44	2700-	190-	70-180	4850-	2,0-3,5	3
Тварон	1,46	3500	240	-	12500	-	4
Технора	1,39	2700-3200	180-220	70-80	5000-5750	4,0-4,5	2,0

По разрывным характеристикам нити армос, русар значительно превосходят как зарубежные параарамидные волокна кевлар и тварон, так и отечественные СВМ и терлон. Прочность нитей армос, русар на 30% выше прочностей нитей СВМ и на 50% выше прочности других параарамидных нитей. Нити армос, русар не усаживаются вплоть до 350-400°С, а их усадка при 400-450 °С составляет не более 3-4%. Нити армос, русар термостойки, неплавки. Армос и русар устойчивы к действию открытого огня, его кислородный индекс 38-43%, он не горит, не воспламеняется до температуры 500-600 °С и немедленно гаснет после удаления источника пламени. Волокна армос, русар используются для термостойкой спецодежды (костюмы сварщиков и литейщиков, защитные костюмы пожарных). Облегченные костюмы выдерживают температуры до 600°С, усиленные - до 1000 °С без самовозгорания.

Арселон относится к группе поли-1,3,4-оксадиазольных (ПОД) волокон. Полимер для него получают одностадийным способом синтеза в олеуме. Это волокно имеет существенные преимущества перед другими термостойкими волокнами, поскольку для его получения используются дешевые промышленные мономеры - терефталевая кислота и гидразинсульфат.

Синтез исходного полимера (полиметафениленоксадиазола) осуществляется поликонденсацией терефталевой кислоты и гидразин сульфата в присутствии олеума по схеме:



Реакция поликонденсации при постоянном перемешивании протекает при температуре 130-140°C в реакторах при повышенном давлении. На первой стадии реакции происходит формирование олигомера, а затем его зацикливание и образование полимера, используемого для формирования волокна. Последующими этапами технологического процесса производства волокна является фильтрация и обезвоздушивание полимера. Формование комплексной нити линейной плотности 110 текс осуществляется по мокрому способу. Собираемые в жгут с нескольких прядильных мест комплексные нити помещают после промывки в замасливающее устройство, гофрировку и сушку.

Сушка жгута происходит при температуре 130°C. Данная температура должна поддерживаться с точностью в ±5°C. Это обусловлено в первую очередь тем, что при более высоких температурных режимах происходит изменение структуры волокна (термостабилизация), приводящее в дальнейшем к технологическим трудностям, связанным с окраской и обработкой гидрофобизирующими агентами.

Высушенный жгут поступает на резку типа «Лумус» и упаковывается в кипы по 150 кг.

Синтетическое волокно арселон, устойчивое к действию высоких температур (до 300°C), обладает также необходимыми потребительскими свойствами при изготовлении широкого ассортимента тканей, нетканых материалов, трикотажных, крученых и плетеных изделий специального назначения. По своим свойствам арселон приближается к волокну Nomex (фирма Du Pont) и волокну фенилон, получаемому в Казахстане и России.

Ассортимент химического волокна арселон включает штапельное волокно линейной плотности 0,17 и 0,33 текс, комплексные нити линейной плотности 29,4, 100 и 200 текс, причем линейная плотность элементарных нитей в комплексной довольно низкая: от 0,1 до 0,2 текс, что обеспечивает нитям хорошую кроющую способность при их использовании в тканях.

После длительной эксплуатации на воздухе при высоких и низких температурах волокно сохраняет прочность и эластичность. Рабочая температура в атмо-

сфере воздуха 200...250°C. Арселон не плавится, модифицированное волокно имеет пониженную горючесть, кислородный индекс 21...23% O<sub>2</sub> для обычного волокна и 26,5 O<sub>2</sub> для модифицированного.

Разработан ассортимент фильтрованных тканей с комплексными нитями линейной плотности 100 и 200 текс в основе и утке и с утком из штапельной пряжи арселон 100 и 200 текс. В зависимости от условий эксплуатации, вида пыли, способа очистки материала ткань может быть саржевого, полотняного и атласного переплетений, возможно применение дополнительной отделки ткани из этих нитей способом ворсования.

Фильтрованные материалы арселон не прожигаются металлической пылью с температурой 600-700°C, в процессе эксплуатации они легко очищаются от пыли механическим или пневматическим способом.

Волокна арселон устойчивы к органическим растворителям и кислотам, нефтепродуктам, маслам и умеренно устойчивы к разбавленным минеральным кислотам и щелочам при температуре до 100° С, что обуславливает применение данных материалов в качестве фильтров указанных продуктов от механических примесей.

Следует отметить, что штапельное волокно арселон хорошо перерабатывается в смеси с шерстью, обладает устойчивой извитостью (4-5 витков/см), гигроскопично и хорошо окрашивается. Такая пряжа имеет шерстистый вид и может быть пригодна для изготовления перчаток технического и бытового назначения.

Перспективно использование волокна арселон в новых композиционных материалах в качестве армирующего элемента и наполнителя.

Отходы ткани арселон, волокна и комплексные нити после разволокнения можно использовать как сырье для получения иглопробивного нетканого материала массой 400- 600 г/м<sup>2</sup> и толщиной 4-6 мм с термостойкостью до 200°C. Нетканый материал может служить теплоизолятором в бытовых котлах, изоляцией тепловых излучений, а также прокладочным материалом при изготовлении пожаробезопасной мебели.

Комплексная нить "Русар" является модификацией волокна армос, его вырабатывают из ароматических полиамидов. Нити Русар не усаживаются вплоть до 350-400°C, а их усадка при 400-600°C составляет не более 3-4%. Они термостойки, неплавки.

Нить Русар устойчива к действию открытого огня, его кислородный индекс 40%, она не горит, не воспламеняется до температуры 500-600°C и немедленно гаснет после удаления источника пламени. Физико-механические свойства комплексной нити "Русар" представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Физико-механические свойства комплексной нити “Русар”

Параметры	Еденица измерения	Значения
Линейная плотность	текс	29,4
Количество элементарных нитей	шт	200
Линейная плотность элементарной нити	текс	0,147
Разрывная нагрузка нити	сН	6000
Разрывное удлинение	%	3,5-4
Кислородный индекс	%	38-41
Плотность	г/м <sup>3</sup>	1,44

С учетом промышленной базы Республики Беларусь в качестве исходного сырья для получения огнетермостойкой пряжи предлагается использовать штапельное волокно «Арселон» производства ПО «Химволокно» г. Светлогорск, исходным сырьем для производства которого является терефталевая кислота и гидразин сульфат.

Физико-механические свойства волокна «Арселон» приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Физико-механические свойства волокна «Арселон»

Параметр	Единица измерения	Значение
Кондиционная линейная плотность элементарного волокна	текс	0,185
Отклонение кондиционной линейной плотности элементарного волокна от номинальной	%	+11,8
Штапельная длина	мм	44,5
Отклонение фактической длины волокна от номинальной	%	10,3
Удельная разрывная нагрузка элементарного волокна	мН/текс	350
Удлинение элементарного волокна при разрыве	%	45
Фактическая влажность	%	8,04
Массовая доля замасливателя	%	0,8
Склейки и роговидные волокна	%	0,420
Количество извитков	На 1,0см	4,4

Основным свойством, предопределяющим использование волокна в качестве базового для получения пряжи, является его термостойкость. По данному показателю волокно превосходит известные мировые аналоги «Номекс» и «Кевлар». Анализы, проводимые НТП «Термиз» г. Мытищи показали, что уже

при температуре 300<sup>0</sup>С зарубежные волокна теряют 50% прочности. Волокно «Арселон» лишь только при 350<sup>0</sup>С теряет 20% прочности. Изделия из него могут эксплуатироваться довольно долго при температурах 200-300<sup>0</sup>С и временно при 400<sup>0</sup>С, что приемлемо для тканей боевой одежды пожарных-спасателей.

Волокно обладает высокой гигроскопичностью (равновесная влажность 12%), по своим эргономическим свойствам оно близко к хлопковому волокну. Высокое удлинение волокна позволяет достичь высоких показателей удлинения ткани из него, что в конечном итоге увеличивает срок службы одежды, особенно в экстремальных условиях ее эксплуатации.

Одним из его недостатков является невысокий показатель кислородного индекса, что снижает устойчивость волокна к воздействию открытого пламени. В частности, уровень данного показателя, равный 26,5% против необходимых по нормативным требованиям 28%, ведет к тому, что при длительном воздействии пламени протекает реакция пиролиза, приводящая к недолгому, но самостоятельному горению волокна в кислороде воздуха. Чтобы устранить данный недостаток, предложено использовать в качестве прикручивающего компонента комплексную нить «Русар», кислородный индекс которой составляет 38-40%.

Сырьё, из которого будет вырабатываться пряжа, выбирается с учетом назначения пряжи, системы и способа прядения. Свойства сырья во многом определяют устойчивость технологического процесса, которая характеризуется уровнем обрывности на прядильной машине. Проверка правильности выбора сырья проводится с помощью формулы (2.1) профессора Усенко, которая позволяет определить относительную разрывную нагрузку.

$$P_o = \frac{P_v}{T_v} * \left( 1 - 0,0375 * N_o - \frac{2,8}{\sqrt{T_v}} \right) * \left( 1 - \frac{6,1}{l_{шт}} \right) * b * K, \quad (2.1)$$

где  $P_v$  — разрывная нагрузка волокна, сН;

$T_v$  — линейная плотность волокна, текс;

$N_o$  — удельная неровнота, характеризуется системой прядения, для кардной системы прядения лежит в пределах 2,5-3,5;

$T$  — линейная плотность пряжи с учетом укрутки, текс;

$l_{шт}$  — штапельная длина волокна, мм;

$\beta$  — коэффициент, характеризующий состояние оборудования - 0,95-1;

$K$  — поправка на крутку, определяемая разностью между фактическим  $\alpha_f$  и критическим  $\alpha_{кр}$  коэффициентом крутки.

Критический коэффициент крутки определяем по формуле (2.2).

$$\alpha_{кр} = \frac{1670 * \sqrt[6]{25 + \frac{1000}{T_n}}}{\sqrt[3]{l} * \sqrt[4]{\frac{1000}{T_v}}} \quad (2.2)$$

$$a_{кр} = \frac{1670 * \sqrt[6]{25 + \frac{1000}{25}}}{\sqrt[3]{44,5} * \sqrt[4]{\frac{1000}{0,185}}} = 29,2$$

$$a_m - a_{кр} = 31,5 - 29,2 = 2,3$$

$$K=0,99$$

$$P_o = \frac{6.475}{0.185} * \left( 1 - 0,0375 * 3.5 - \frac{2,8}{\sqrt{\frac{25}{0.185}}} \right) * \left( 1 - \frac{6,1}{44.5} \right) * 0.95 * 0.99 = 17 \text{ сН/текс}$$

Получение термостойкой арселеновой пряжи по хлопковой системе прядения возможно по следующим причинам.

Во-первых, по своим физико-механическим свойствам штапелированное арселеновое волокно близко к хлопковому (см. табл. 2.8)

Таблица 2.8 – Сравнительный анализ физико-механических свойств хлопкового и арселенового волокон

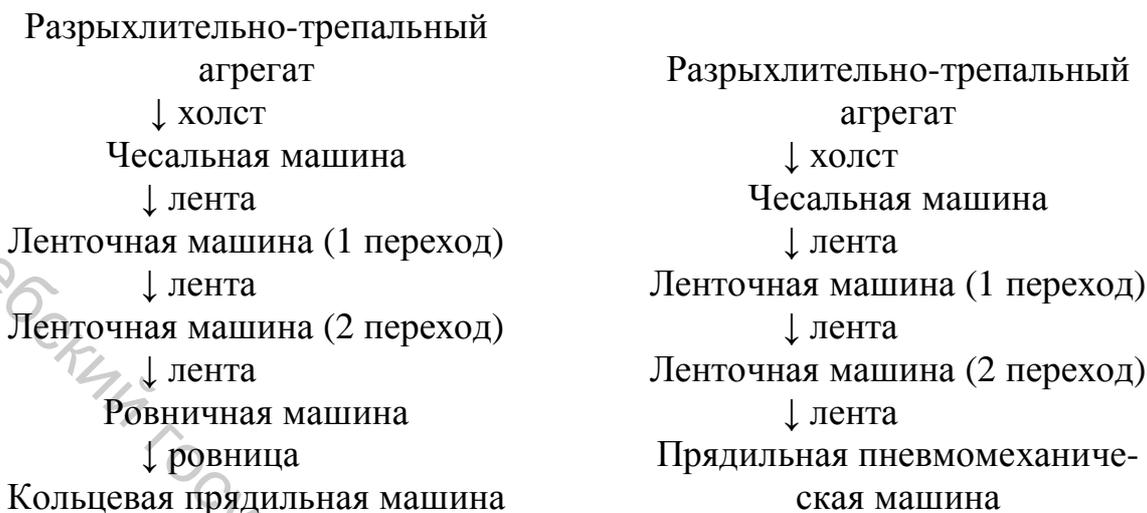
Наименование показателя	Единица измерения	Хлопковое волокно	Арселеновое волокно
Линейная плотность элементарного волокна	текс	0,113-0,21	0,185
Штапельная длина волокна	мм	31,0-40,7	44,5
Абсолютная разрывная нагрузка волокна	сН	4,3-5,2	6,475
Относительное разрывное удлинение волокна	%	22,5-35,4	35

Во-вторых, получение арселеновой пряжи линейной плотности 25 текс возможно в хлопкопрядении по кардной системе, которая подразумевает получение пряжи линейной плотности  $T = 15 - 100$  текс с длиной элементарного волокна  $l = 29 - 40$  мм на пневмомеханических и прядильных машинах.

В-третьих, кардная система прядения хлопка является наиболее технологически развитой и экономичной, что подтверждается данными о числе переходов и стоимости обработки при получении пряжи.

Таким образом, для получения термостойкой пряжи линейной плотности 25 текс целесообразно использовать кардную систему прядения хлопка.

Наиболее рационально использование схем прядения хлопкового волокна по кардной системе, которые представлены на рис. 2.1.



**Рисунок 2.1. Схемы прядения**

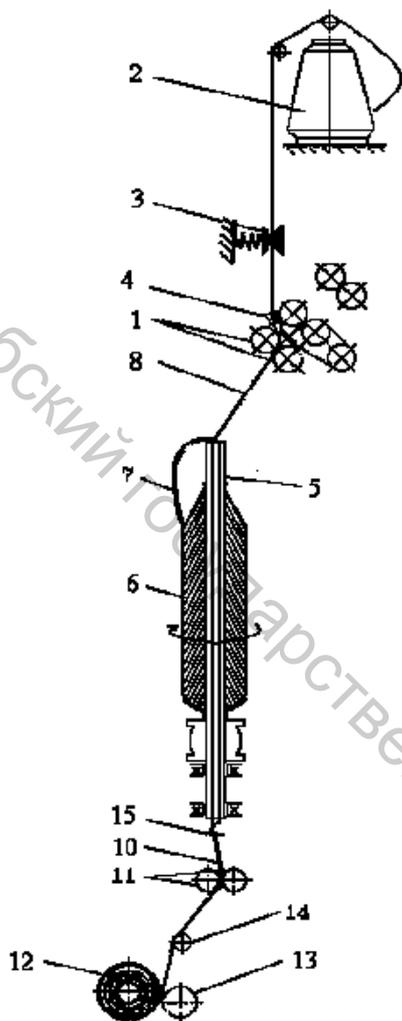
Две эти схемы до четвертого перехода абсолютно идентичны, и лишь четвертый и пятый переходы имеют принципиальные различия. На последнем переходе (прядение) используются две совершенно разные машины, что обуславливает получение пряжи разных свойств. При использовании схемы прядения, заканчивающейся пневмомеханической прядильной машиной, получают пряжу лучшего качества (по равномерности, гладкости, удлинению, неровноте), чем по схеме прядения, заканчивающейся кольцевой прядильной машиной. Но у пневмомеханической прядильной машины есть один, но зато существенный недостаток: пряжа, полученная с её использованием, обладает меньшей разрывной нагрузкой. Разрывная нагрузка пневмомеханической пряжи на 20-30% ниже, чем у кольцевой пряжи. Это является существенным, поэтому в дальнейшем принята схема прядения химического волокна, заканчивающаяся кольцевой прядильной машиной.

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» разработана технология получения комбинированной огнетермостойкой нити линейной плотности 58 текс, состоящей из арселоновой пряжи линейной плотности 25 текс и комплексной нити «Русар» линейной плотности 29,4 текс. Схема технологического процесса получения комбинированных огнетермостойких нитей представлена на рис. 2.2.

Особенность данной технологии заключается в том, что комбинированная нить вырабатывалась на прядильно-крутильной машине ПК-100 3М из двух нитей. Технологическая схема прядильно-крутильной машины представлена на рисунке 2.3.



**Рисунок 2.2. Схема технологического процесса получения комбинированной огнетермостойкой нити**



**Рисунок 2.3**  
**Технологическая схема**  
**прядельно-крутильной**  
**машины для получения**  
**комбинированной**  
**огнетермостойкой нити**

Физико-механические свойства комбинированной огнетермостойкой нити представлены в табл. 2.9.

Под переднюю пару 1 вытяжного прибора заправляется комплексная нить “Русар”, сматываемая с бобины 2 и проходящая через натяжное устройство 3 нитепроводник 4. Она поступает в канал полого веретена.

На полое веретено 5 прядельно-крутильной машины надет початок 6 с арселеновой пряжей, полученной на кольцевой прядельной машине. При вращении початка 6 с арселеновой пряжей по часовой стрелке сходящая с него баллонированная нить 7, вращаясь, увлекает за собой комплексную нить 8.

Трошение двух составляющих происходит у вершины канала полого веретена. На пути от вершины веретена до выпускной пары две стренги, вращаясь одна относительно другой, скручиваются в обратном направлении, образуя крученую комбинированную нить 10 с круткой S. Сформированная комбинированная нить оттягивается парой валиков 11 и наматывается в цилиндрическую бобину 12 с помощью мотального механизма 13 и нитераскладчика 14.

Стабилизатор крутки 15, установленный в нижней части полого веретена, обеспечивает стабильность крутки комбинированной нити и увеличивает натяжение прикручиваемого компонента, уменьшает его колебания.

Таблица 2.9 – Физико-механические свойства комбинированной огнетермостойкой нити

Параметр	Единица измерения	Значение
Линейная плотность	Текс	58
Разрывная нагрузка	сН	8150
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке	%	3
Относительное разрывное удлинение	%	4
Коэффициент вариации по разрывному удлинению	%	2,7
Крутка	кр/м	340
Кислородный индекс	%	28

### ЛЕКЦИЯ 3. ПРОИЗВОДСТВО МЕЛАНЖЕВОЙ ПРЯЖИ

#### План лекции

#### Введение

1. Общая характеристика меланжевого производства
2. Способы меланжирования
3. Особенности меланжевого производства
4. Смешивание

#### Введение

В настоящее время для РФ в связи с дефицитом натурального сырья для текстильной промышленности стоит важная задача по разработке ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих наиболее эффективное использование сырья. В условиях рынка с требованием постоянного обновления ассортимента изделий и повышения его разнообразия возникает важная научно-техническая проблема создания новых высокопроизводительных технологических процессов получения пряжи с использованием различных комбинаций натуральных и химических волокон.

Применение химических волокон не только увеличивает сырьевую базу текстильных предприятий, но и позволяет расширить ассортимент вырабатываемых изделий за счет таких, которые нельзя получать только из натуральных волокон. При смешивании волокон на этапе прядения ткань имеет однородную структуру и сохраняет привлекательный внешний вид на протяжении всего срока службы. Поэтому использование смесей полиэфирных волокон в сочетании с целлюлозными (хлопок) позволяет практически полностью ликвидировать недостатки целлюлозных волокон, в частности, сминаемость тканей на их

основе, низкую биостойкость, и в то же время сохранить высокие гигроскопические характеристики.

Одним из направлений расширения ассортимента пряж и текстильных изделий из них является разработка новых технологических процессов производства меланжевой пряжи. В процессе меланжирования осуществляется смешивание разнородных и разноцветных натуральных, а также химических волокон различными способами. При смешивании двух и более компонентов различных цветов можно получить пряжу новых оригинальных цветов, которую невозможно получить при крашении.

### **3.1. Общая характеристика меланжевого производства**

Меланжевое производство - процесс изготовления ткани из пряжи, вырабатываемой из смеси разнородных и разноцветных волокон. Различное процентное содержание сурового и окрашенного волокна в смеси дает широкую гамму цвета, которую нельзя получить при крашении. Из двух и более компонентов различных цветов можно получить пряжу новых цветов, интересных и оригинальных.

В меланжевом производстве применяются различные смеси как из чистого хлопкового волокна, так и смесь хлопкового волокна с химическими волокнами. Используются следующие химические штапельные волокна: вискозные, лавсановые, нитроновые и капроновые. Увеличение использования химических волокон в меланжевом производстве позволяет улучшить качество тканей, расширить ассортимент, улучшить технологический процесс, повысить эффективность производства и производительность труда.

Диапазон линейных плотностей вырабатываемой пряжи очень большой — от 15,4 до 100 текс.

В меланжевом производстве используют пряжу кардного прядения следующих разновидностей:

1. Меланжевая, состоящая из волокон разного цвета;
2. Цветная, полученная из окрашенного в один цвет хлопкового волокна;
3. Крашенная, полученная при крашении суровой пряжи;
4. Суровая, полученная из сурового хлопкового волокна;
5. «Жаспе», полученная из двух ровниц разного цвета;
6. Крученая простой или фасонной крутки, полученная скручиванием двух нитей: меланжевой с цветной или суровой, а также скручиванием нитей различной плотности.

Сырьем для меланжевого производства служит хлопковое волокно (основной компонент), различные отходы хлопчатобумажной промышленности, химическое волокно. Наиболее пригодным для меланжевого производства является волокно 5-го и 6-го типов отборного и первого сортов как наиболее зрелое и наименее засоренное. Широко используются химические штапельные волокна: вискозные, лавсановые, нитроновые, капроновые.

К меланжевой пряже предъявляют дополнительные требования: чистота пряжи, т.е. отсутствие в ней узелков, кожицы с волокном, особенно в суровой и ярко цветной составляющих частях меланжа; повышенная ровнота пряжи по линейной плотности и крутке; отсутствие загрязнений пряжи какими-то веществами; ровнота по цвету и оттенку; прочность окраски к действию света, влаги (светопогоды) и мыла.

Чистота пряжи достигается правильным выбором хлопкового волокна повышенной чистоты, усилением чесания за счет полуторного и двойного прочеса. В меланжевом производстве необходимо использовать хлопковое волокно высокой сортности, равномерное по зрелости, так как неравномерность по зрелости является основной причиной неравномерного прокраса волокна или пряжи. В процессах разрыхления, трепания и чесания хлопковое волокно очищается недостаточно и в пряжу проникают мелкий сор, кожица с волокном, узелки. Эти примеси плохо прокрашиваются и являются причиной дефектов ткани.

Повышенная ровнота пряжи по линейной плотности и крутке необходима, так как это один из факторов, способствующих ровноте оттенков в ткани. При использовании пряжи одинакового цвета, но различной линейной плотности или крутки на ткани могут образоваться полосы.

### 3.2. Способы меланжирования

Меланжирование осуществляется на всех переходах прядильного производства и различными способами. Классификация способов меланжирования представлена на рис. 3.1



Рисунок 3.1. Классификация способов меланжирования

Меланжирование называют **простым**, когда смешивание волокон различной цветка осуществляется один раз на одном каком-либо переходе прядильною производства.

Для получения **сложных** меланжей с большим количеством цветов производят комбинированное меланжирование, т.е. сочетают два и более способа простого меланжирования.

Для получения сложных меланжей с большим числом составных цветов производят комбинированное меланжирование, т.е. сочетают два и более способов простого меланжирования. В результате подобных сочетаний получают смесь требуемого цвета.

На меланжевых комбинатах в основном принято простое меланжирование, которое обеспечивает получение пряжи дешевой, но достаточно хорошего качества.

Хлопковое волокно меланжируют волокнами и полуфабрикатами. Меланжирование волокнами осуществляется в лабазах, на питающей решетке агрегата рыхления, в питателях-смесителях, в смешивающих машинах и на однопроцессных трепальных машинах. Компоненты меланжевой смеси при меланжировании волокнами не имеют определенной формы, но отличаются однородностью по цвету и хорошей разрыхленностью.

Схема технологического процесса получения меланжевой пряжи представлена на рис.3.2.

### **Меланжирование полуфабрикатами**

Производят на однопроцессных и холстовых трепальных, чесальных, лентосоединительных, ленточных, ровничных и прядильных машинах. При этом способе меланжирования цветные компоненты имеют определенную форму, длину и линейную плотность.

Смеси из хлопкового и штапельного волокон составляют меланжированием волокнами на питающей решетке разрыхлительного агрегата, в питателях-смесителях, смешивающих машинах.

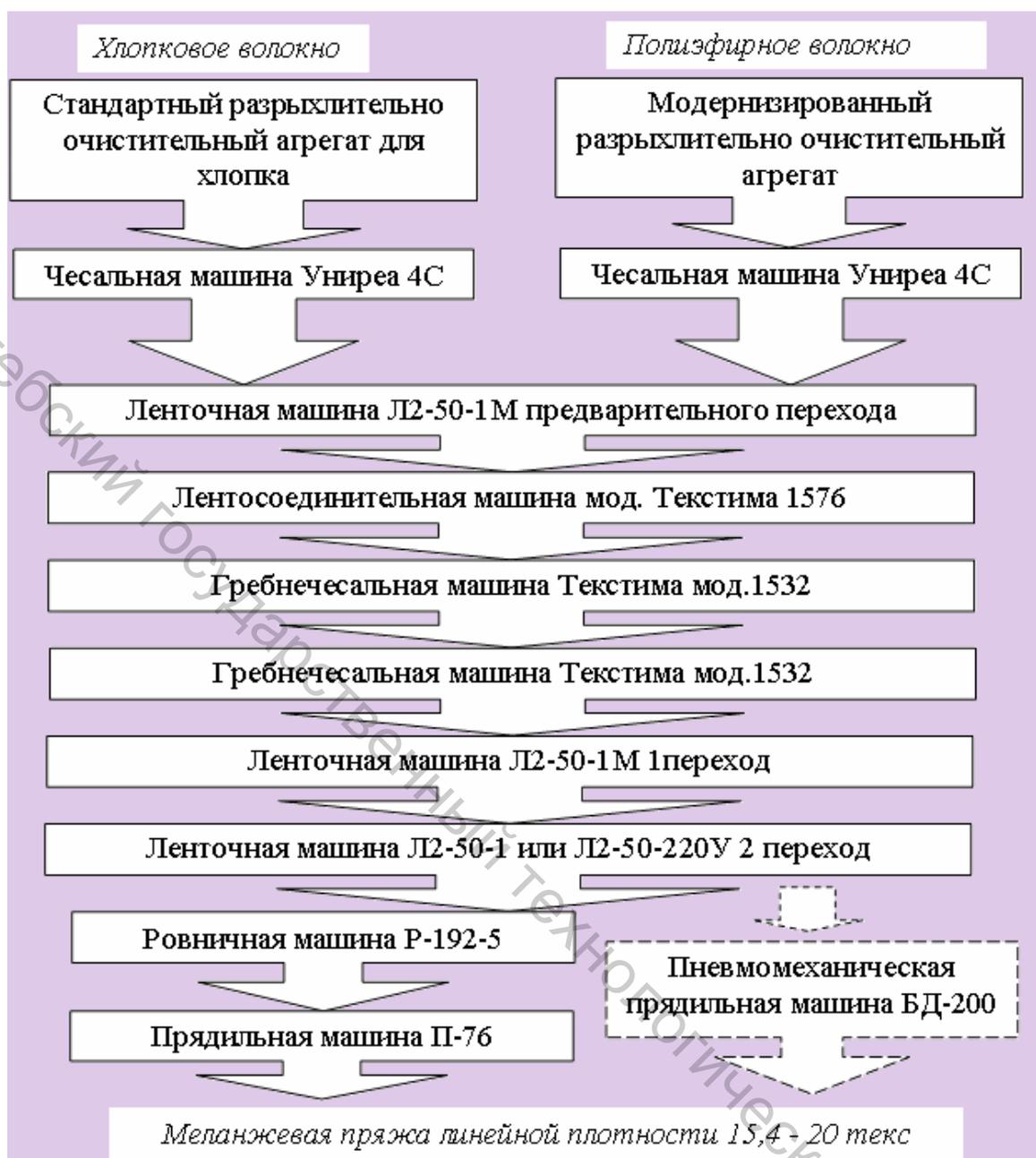


Рисунок 3.2. Схема технологического процесса получения меланжевой пряжи

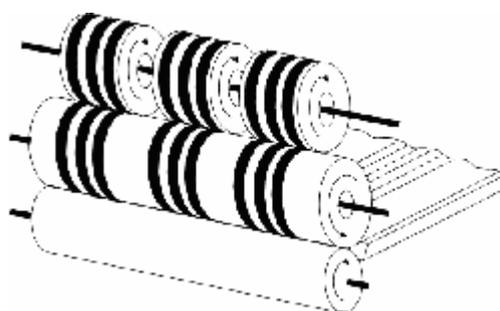


Рисунок 3.3. Схема меланжирования при соединении холстиков и холста на питании чесальной машины

Лабаз заполняют слоями волокна различного цвета в определенной последовательности чередования цветов.

Заполнение лабазов ступенчатое с интервалом 30 мин. После подачи каждой порции хлопковое волокно в лабазе вручную разравнивают по всей\* площади в горизонтальный слой. Последовательно настилают один слой на другой. Число слоев, содержащих несколько компонентов смеси, может быть не более 10. Высота полученной "постели" достигает 2—3 м. При формировании постели волокнистый материал эмульгируют. Выбор хлопкового волокна на смешивающую решетку производят одновременно из двух лабазов равными долями. Отбор волокна из лабаза производят по вертикали в целях лучшего его перемешивания.

Смесь из первичных лабазов подают на агрегат второго рыхления, затем с помощью пневматики смесь поступает в расходные лабазы.

Этот способ меланжирования позволяет смешивать любое число компонентов, но не обеспечивает достаточной однородности по цвету. Кроме того, он трудоемок, требует большой площади и негигиеничен.

### **Меланжирование на питающей решетке агрегата**

Меланжирование на питающей решетке агрегата второго рыхления осуществляют равномерными порциями компонентов смеси. Вдоль смешивающей решетки агрегата устанавливают мешки с компонентами смеси определенной массы, и рабочие вручную последовательно укладывают порции смешиваемых волокон на смешивающую решетку. Пройдя агрегат, смесь поступает по пневмопроводу в расходные лабазы, а затем через агрегат третьего рыхления - на трепальные машины.

Меланжирование вручную позволяет составлять смеси в любых пропорциях, число компонентов в смеси неограниченно. При меланжировании на питающей решетке агрегата достигается хорошее перемешивание волокон, но необходим контроль за правильностью и последовательностью раскладки компонентов смеси, требуется большая площадь лабазов; при выработке полуторопрочесной пряжи требуется повторная обработка прочесанного волокна на рыхлительно-трепальном агрегате.

### **Меланжирование в питателях-смесителях**

Применение питателей-смесителей является наиболее рациональным способом меланжирования волокна. При этом способе 4-6 питателей-смесителей и одну смесительную питающую решетку устанавливают в проходе между первичными лабазами. За каждым смесителем закрепляют 1—2 лабаза, наполненных крашеным волокном одного цвета. Волокно из лабазов отбирают вручную вертикальными слоями. Разноцветная хлопковая смесь образуется на питающей решетке, сагрегированной с питателями-смесителями. Для дальнейшего рыхления и перемешивания волокна смесь поступает на агрегат второго

рыхления, состоящий из головного питателя и колкового рыхлителя-чистителя. Пройдя агрегат второго рыхления, смесь вентилятором передается во вторичные лабазы, где выдерживается в течение 24 ч. Из расходных лабазов через агрегат третьего рыхления смесь по пневмопроводу поступает на однопроцессные трепальные машины.

Меланжирование в питателях-смесителях имеет существенный недостаток: установка смесителей на малую производительность затруднена и не всегда обеспечивает равномерную подачу хлопка за небольшой отрезок времени. Поэтому для подачи малого количества волокна в меланжевую смесь 1 - 2 смесителя можно заменить угарными питателями. При меланжировании в смесителях необходимо соблюдать график наполнения лабазов и их разгрузки.

### Меланжирование в смешивающих машинах

С целью повышения качества смешивания волокон и исключения ручных операций в процессе приготовления смеси выпускают смесовые машины.

Из смесовых машин отечественного производства наиболее широко применяются смесители непрерывного действия СН-3 и МС-2, имеющие повышенную вместимость камеры ( $60\text{м}^3$ ).

Машина МС-2 — периодического действия, в процессе загрузки камеры подпорный щит отводится к ее задней стенке. Волокно в машину поступает через специальный конденсор на раскладывающий конвейер, который настиляет в камере машины постель, состоящую из последовательно поступающих  $t$  раскладчика в камеру машины слоев волокнистого материала. После заполнения камеры включают выбирающую игольчатую решетку и горизонтальный конвейер. В это время вторая камера машины загружается.

Каждая камера машины МС-2 вмещает 4—5 кип хлопкового волокна, поэтому часто меняются партии перерабатываемого хлопка. **Недостаток:** нарушается технологический процесс, нерационально используется производственная площадь. В период переключения работы смесовой машины с одной камеры на другую колебания линейной плотности ленты, определенной по массе пятиметровых отрезков, увеличиваются в среднем на 33%.

Наибольшее распространение из всех смешивающих машин получил механизированный лабаз ЛР-40. Он предназначен и преимущественно применяется для партионного приготовления смеси. Лабаз работает периодически. При загрузке камеры лабаза конвейер вместе с подпорным щитом отводится в крайнее левое положение, включается рассеивающий механизм, отражатель которого совершает возвратно-поступательное движение вдоль камеры. Волокнистый материал, поступающий в камеру, раскладывается по дну камеры горизонтальными слоями, образуя настил из компонентов смеси.

После загрузки камеры включается выбирающий механизм. Масса волокна, поддерживаемая подпорным щитом, направляется к выбирающей игольчатой решетке.

Равномерность захватывания обеспечивается медленным движением подпорного щита. С игольчатой решетки волокнистый материал снимается съемным валиком и передается в автоматические питатели следующего перехода. После выборки лабаз снова заполняется волокном. Фактическая вместимость камеры механизированного лабаза по крашеному волокну равна 500кг.

Из зарубежных конструкций наибольший интерес представляет смешивающая машина фирмы "Хергет" и смеситель "Акромикс" фирмы "Ритер".

Камера машины "Хергет" разделена на ряд вертикальных шахт, над которыми расположен пневмопровод. У основания каждой шахты установлены выводящие цилиндры и рыхлительные барабаны, а под ними — конвейер, который подводит выбранное из шахт волокно к выходному патрубку. При питании шахт волокном пневмопровод перекрывается клапанами; на боковых стенках шахт расположены датчики, контролирующие уровень волокна в шахтах.

Смешивающая машина МСП-8 (машина смешивающая поточная восьми секционная) предназначена для непрерывного, поточного смешивания.

### *Меланжирование холстами на однопроцессной трепальной машине*

Этот способ меланжирования применяют для образования меланжевых холстов, содержащих в своей структуре от 25 до 75% волокон различных цветов. Процесс меланжирования осуществляют на питающей промежуточной решетке, установленной между 1-й и 2-й секциями трепания. **К недостаткам** этого способа меланжирования следует отнести увеличение габаритных размеров однопроцессной трепальной машины. При данном способе меланжирования нужна повторная обработка в процессе трепания уже хорошо очищенного волокна при выработке полуторного и двойного прочеса.

### *Меланжирование холстами на холстовой трепальной машине*

Для получения меланжа холстовую трепальную машину заправляют 4 - 5 холстами различных цветов. Желаемое цветовое соотношение между компонентами меланжа получают, изменяя линейную плотность холста и подвергая один из компонентов смеси повторному трепанию.

Способ, позволяет устанавливать различные соотношения между цветами в меланже, обеспечивает качественное перемешивание волокон и равномерность по цвету при любом прочесе. **Недостатком данного** способа меланжирования является то, что сохраняется двухпрочесное трепание для меланжевой смеси и повторное трепание прочесанного волокна при полуторном прочесе.

### *Меланжирование на чесальной машине*

Качество вырабатываемой меланжевой пряжи зависит от степени чистоты и равномерности цвета пряжи. В зависимости от требований, предъявляе-

мых к пряже, назначается кратность чесания. Компоненты смеси могут быть прочесаны один, полтора и два раза.

Один раз прочесывают компоненты, входящие в смесь, если вырабатывается меланжевая пряжа из сочетания темных цветов волокон, а также из цветных сортровок с преобладанием оборотов производства. При наибольшем выходе пряжи из хлопкового волокна одинарный прочес является простым и дешевым способом выработки меланжевой пряжи. Полуторный прочес применяют для тех меланжевых смесей, в состав которых входит суровое и окрашенное волокно. При этом один из компонентов прочесывают два раза, т.е. вначале отдельно, а затем в составе смеси. Двойному чесанию в этом случае подвергается тот компонент смеси, процент которого в смеси наименьший и цвет резко отличается от остальной массы.

При высоких требованиях к чистоте меланжевой пряжи все компоненты смеси подвергают двойному чесанию. Каждый компонент смеси прочесывают отдельно, а затем прочесывают все компоненты вместе. Двойной прочес применяют при выработке меланжевой и одноцветной пряжи из крашеного волокна светлых тонов. Повторное чесание снижает выход пряжи из смеси, стоимость пряжи при этом повышается.

Для получения полуторопрочесной двухцветной меланжевой пряжи при значительном преобладании одного компонента над другим (например, 5 и 95%) применяют меланжирование на чесальной машине. Этот способ заключается в том, что к холсту, обычно темного цвета, добавляют ленту из сурового хлопкового волокна. Тазики с лентой устанавливают сзади чесальной машины. Ленты, предварительно прочесанные, заправляют между холстом и холстовым валиком и подают на питающий столик машины.

Утолщения, образующиеся в местах накладки ленты на холст, создают неравномерность зажима холста по ширине, ухудшают качество прочеса. Меланжевая чесальная лента имеет ручьистость, что требует дополнительного перемешивания на следующем переходе прядильного производства.

### **Меланжирование на лентосоединительной машине**

На меланжевых комбинатах при выработке двухпрочесной пряжи применяют меланжирование на лентосоединительной машине. При этом способе каждый из цветовых компонентов меланжевой смеси до меланжирования обрабатывают самостоятельно. Полосатая структура холстиков сохраняется в прочесе (ватке) в виде ручьистости, которая переходит в ленту. Для получения однородной меланжевой пряжи необходимо увеличить число переходов на ленточной машине, что нежелательно, так как чесальная машина выпускает ленту, равномерную по линейной плотности.

Этим способом меланжирования получают меланжевую пряжу повышенного качества в цветных соотношениях с точностью до 1,25% без изменения линейной плотности ленты и повторного трепания хлопка.

Обработку на вторых чесальных машинах сурового волокна обычно применяют для повышения чистоты пряжи, вторичные лабазы и агрегаты третьего рыхления - для лучшего перемешивания цветных компонентов, что бывает необходимо для светлых тканей с повышенной чистотой и ровнотой по цвету наружной поверхности (коверкот, диагональ).

### **Меланжирование на ленточной машине**

Меланжирование лентами на ленточной машине применяют при выработке меланжевой пряжи различной кратности прочеса. Обычно меланжирование производят на первом переходе ленточной машины и реже — на втором. Для этого ленточную машину заправляют разноцветными лентами.

Получаемая лента имеет ярко выраженную ручьистость, которая сохраняется в пряже в виде разноцветных полос. Вследствие недостаточного перемешивания разноцветные волокна образуют на готовой ткани отдельные "островки" с отклонением от правильного цвета.

Процесс меланжирования на ленточных машинах прост по технологии, но пряжа получается пестрая, неравномерная по цвету, поэтому этот способ меланжирования применяют редко.

### **Меланжирование на ровничной и прядильной машинах**

Меланжирование на ровничной и прядильной машинах производят редко и применяют для выработки пряжи с ложной круткой различной кратности чесания. При меланжировании на ровничной и прядильной машинах используют ровницу различных цветов. Пряжа с прядильной машины получается с цветными витками. При меланжировании двумя ровницами контрастных цветов получается художественная ткань с ярко выраженным цветовым сочетанием. Вследствие недостаточного перемешивания волокон ограничена возможность составления меланжей по цвету. При данном способе меланжирования каждый из цветных компонентов обрабатывают самостоятельно.

### **3.3. Особенности меланжевого производства**

К особенностям меланжирового производства относятся:

- эмульсирование волокна после крашения и увлажнение химических волокон при введении их в смесь;
- в 2-3 раза большее количество чесальных машин, чем при переработке сурового хлопкового волокна при одинаковом объеме выпуска пряжи;
- использование лентосоединительных машин на 20 сложений лент при полуторном и двойном прочесах;
- использование трех переходов ленточных машин при меланжировании лентами;

- повышение освещения в цехах на 10-20%, так как перерабатывается крашенное волокно;
- необходимость окрашивать детали машин для облегчения наблюдения за ровницей и пряжей.

### 3.4. Смешивание

Цель процесса смешивания — это создание условий для получения равномерной по свойствам и составу пряжи, а так же обеспечение стационарности протекания технологического процесса.

Сущность состоит в создании из нескольких небольших по массе клочков волокнистого материала (компонентов) с разными физико-механическими свойствами большой партии однородного материала (смеси), с равномерным распределением компонентов по всему сечению продукта и распределении в каждом сечении продукта всех компонентов в соотношении, соответствующем рецепту смеси.

Для оценки результатов смешивания используют показатели полноты и ровноты смешивания.

Полноту смешивания определяют по формуле

$$S = 100 - \frac{1}{n} \sum \Delta_i, \quad (3.1)$$

где  $\Delta_i$  — абсолютное отклонение фактического содержания каждого компонента  $W_i$  в смеси от номинального  $P_i$ .

$$\Delta_i = \frac{|W_i - P_i|}{P_i} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

Средний коэффициент вариации равен

$$\bar{C} = \sum_{k=1}^n C_k / n, \quad (3.3)$$

где

$$C_k = 100 \cdot d_k / \bar{a}_k. \quad (3.4)$$

Здесь  $C_k$  — к.в. компонента в смеси;

$N$  — число компонентов смеси;

$d_k$  — ср, кв, откл, доли каждого компонента от средней его доли в смеси;

$\bar{a}_k$  — средняя доля каждого компонента;

### 3.5. Моделирование

Широкая цветовая гамма химических волокон, выпускаемых в настоящее время отечественными предприятиями, позволяет значительно расширить ассортимент меланжевой пряжи.

Для повышения эффективности производства меланжевой пряжи, а также для сокращения сроков разработки смесей волокон для их производства, целесообразным является использование комплекса программ на ЭВМ для прогнозирования меланжевого эффекта. Данный комплекс позволяет получить изображение меланжевого эффекта, возникающего на поверхности текстильных изделий при смешивании волокон двух или трех цветов, с учетом долевого содержания и цвета компонентов при различном качестве смешивания компонентов и способе прядения.

Прогнозирование свойств меланжевой пряжи представляет собой совокупность количественных и качественных методов определения свойства пряжи с учетом характеристик волокна, особенностей оборудования и параметров технологического процесса. Главными требованиями, предъявляемыми к меланжевой пряже, является равномерность по смешиванию разноцветных компонентов и низкое процентное содержание сорных примесей, которые могут существенно ухудшить внешний вид текстильного изделия, тем самым снизив его потребительские свойства.

## ЛЕКЦИЯ 4. ШВЕЙНЫЕ НИТКИ – АССОРТИМЕНТ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ

### План лекции

#### Введение

1. Сравнительная характеристика классической и сокращенной технологий производства комбинированных швейных ниток
2. Модель формирования комбинированных нитей для швейных ниток на модернизированной прядильно-крутильной машине ПК-100МЗ

#### Введение

Для изготовления одежды применяются швейные нитки, различные по сырьевому составу, структуре и способу производства. Эти признаки и положены в основу классификации ассортимента швейных ниток (рис 4.1).

#### 4.1. Сравнительная характеристика классической и сокращенной технологий производства комбинированных швейных ниток

Класс швейных ниток для одежды в зависимости от их сырьевого состава разделен на три подкласса: натуральные, химические, комбинированные (из синтетических и натуральных компонентов). Группа характеризует структурные особенности ниток в зависимости от их производства – пряжа, элементарные нити, монопнити. Подгруппа конкретизирует конструктивную структуру ниток: она указывает число сложений, а также способ соединения элементарных нитей в швейную нитку (кручение, текстурирование и т.д.). Сырье, используемое для производства ниток, определяет вид (лавсановые, капроновые, хлопчатобумажные, шелковые и другие нитки).

Натуральные и химические швейные нитки из пряжи вырабатывают по гребенной и кардной системам прядения соответственно, а затем страчивают в несколько сложений и скручивают на кольцевых крутильных машинах.

Натуральные и химические нитки из элементарных нитей вырабатывают путем трощения и скручивания вместе двух или трех комплексных нитей на тростильно-крутильных машинах.

Текстурированные швейные нитки вырабатывают способом воздействия на комплексные нити воздушной струей или способом ложного кручения с дополнительной термообработкой и последующим скручиванием в два или три сложения.

Нитки клееные производятся путем проклеивания полиамидных комплексных нитей.

Прозрачные нитки можно вырабатывать из одиночных полиамидных, полиэфирных или полипропиленовых монопнитей. Однако чаще прозрачные нитки получают из тонких монопнитей, строщенных и скрученных вместе.

Растворимые швейные нитки представляют собой монопнити или комплексные нити, применяемые для временного скрепления деталей и растворяющиеся при последующей обработке изделий растворителями. Изготавливают растворимые нитки в виде монопнитей или комплексных нитей из легко растворимых синтетических смол: поливинилспиртовые, полипропиленовые.

Наибольший интерес представляют комбинированные швейные нитки, которые в зависимости от технологических особенностей и исходного сырья могут вырабатываться из комбинированных нитей, состоящих из комплексных нитей, сочетаемых с волокнами ограниченной длины, или из комплексных нитей, различающихся по химическому составу.

В текстильной промышленности известно несколько способов получения комбинированных нитей для швейных ниток.

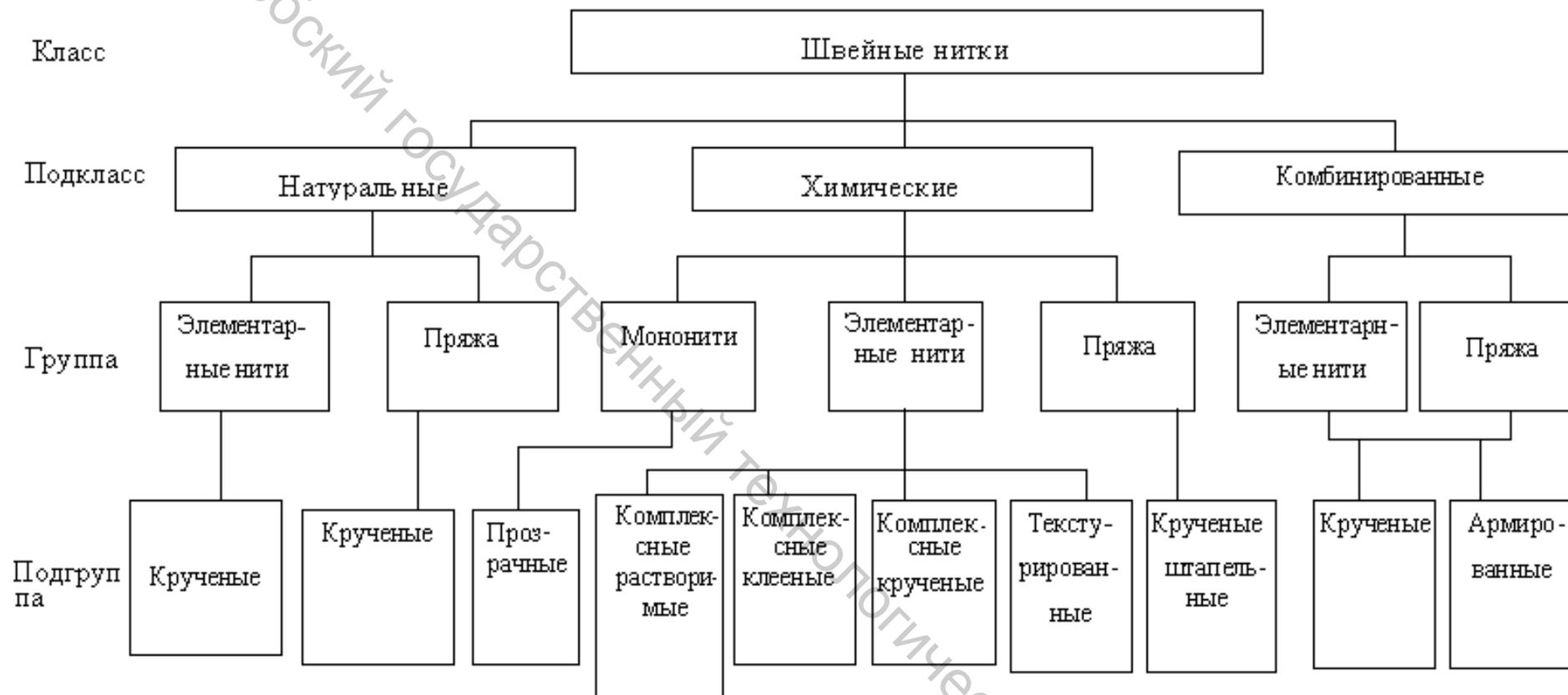


Рисунок 4.1. Классификация швейных ниток

Для производства комбинированных швейных ниток из комплексных нитей различного химического состава используются те же технологии, что и для выработки комплексных крученых ниток: с использованием тростильно-крутильных машин и по способу однопроцессного кручения.

Принципиально новой технологией для выработки комбинированных швейных ниток является технология с использованием однопроцессных машин фасонного кручения. В состав структуры швейных ниток входят следующие компоненты: стержневой и нагонный – полиамидная компонентная нить 5 текс, закрепительный – вискозная нить 16,6 текс и ацетатная нить 13,3 текс.

Однако наибольший интерес представляют комбинированные швейные нитки из армированной (каркасной) пряжи. Она состоит из стержневой нити – сердечника (химическая нить), находящегося в центре нити, и наружного слоя (покрытия). Покрытие формируется из потока волокон, которые наносятся на сердечник различными способами. Возможны различные комбинации комплексных нитей в сердечнике и волокон в оплетке в зависимости от назначения ниток. Такие нитки благодаря наличию стержневого компонента с большим процентным содержанием (60-80%) обладают преимуществами синтетических filamentных нитей - высокая прочность, ровнота по разрывной нагрузке; эластические свойства каркасных ниток при малых нагрузках обеспечивают ровноту шва (отсутствие морщин); после тепловой обработки такие нитки сохраняют стабильность размеров и не дают усадки в шве; относительная прочность их на 45-50% выше прочности хлопчатобумажных ниток. В качестве стержневых нитей применяются комплексные лавсановые нити линейной плотности от 4,4 до 27,7 текс, капроновые 15,5 текс, териленовые 14 и 28 текс.

Второй компонент – наружный слой – выполняет функцию предохранения стержневого компонента от высоких температур и, как правило, отличается хорошими свойствами термостойкости. Наиболее распространенными как в нашей стране, так и за рубежом являются армированные швейные нитки с оплеткой из хлопковых волокон гребенного прочеса. Однако применение этих ниток связано, как правило, с определенными требованиями к качеству и условиям эксплуатации одежды. Поэтому в последнее время прочное место себе обеспечили армированные нитки из полиэфирных комплексных нитей с оплеткой из штапельного полиэфира. В мировой практике они получили условное название poly/poly, в нашей стране – ЛЛ. В качестве оплетки может также использоваться смесь полиэфирных и хлопковых волокон.

Для пошива огнезащитной асбестовой одежды применяют нитки с сердечником из стеклянного волокна, покрытым хлориновым волокном, а для пошива кислотостойких тканей – нитки с сердечником из полипропиленового волокна, покрытым волокнами хлопка.

Известно несколько способов получения комбинированных швейных ниток с использованием армированных нитей.

Наиболее распространенным способом получения армированных нитей для швейных ниток как в нашей стране, так и за рубежом является классический способ с использованием кольцепрядильных машин. На кольцевых пря-

дильных машинах вырабатывают армированные нити, состоящие из стержневой синтетической, обычно комплексной лавсановой, нити и покрывающих ее хлопковых или лавсановых волокон. Эти нити вырабатывают на прядильных машинах П-76-5М. Машина оборудована дополнительной рамкой для установки входных паковок с комплексными лавсановыми нитями, натяжными устройствами и нитенаправителями для лавсановых нитей.

На кольцевой прядильной машине разработан способ получения армированных швейных ниток новой структуры. Согласно способу, два отдельных потока полуфабрикатов пропускают через вытяжной прибор и при выходе из него формируемые компоненты соединяют вместе. При этом придаваемая полученной нити крутка распространяется на компоненты, придавая им крутку тех же направлений и величины. В каждый из двух отдельных потоков полуфабрикатов, пропускаемых через вытяжной прибор, подают стержневые комплексные нити, а по выходе из него перед соединением формируют армированные компоненты, обкручивая стержневые комплексные нити мычкой.

В последние годы в ряде стран ведутся разработки принципиально новых способов формирования комбинированных нитей, которые позволят существенно поднять производительность труда и оборудования. Среди новых известных способов получения нитей наибольшее промышленное применение получили пневмомеханические способы прядения, такие как камерный, роторный и конденсорный.

Фирма «Sortel» разработала и запатентовала технологию получения швейных ниток «Turbix» с использованием камерных пневмомеханических прядильных машин. В отличие от традиционных каркасных швейных ниток, состоящих из стержневой нити и покрытия из волокон, швейные нитки, которые вырабатываются на машине, представляют собой крученую нить, состоящую из комплексной нити и одиночной пряжи. Указанные нити вырабатывают из полиэфирной комплексной нити и полиэфирных волокон.

В ЦНИХБИ разработана новая технология выработки роторным способом армированных нитей оригинальной структуры. Отличительной особенностью этой технологии является возможность создать нити такой структуры, когда сердечник покрыт сплошным слоем волокон, прочно закрепленным на нем с помощью действительной крутки.

В последнее время развивается бескамерный (конденсорный) способ формирования пряжи. При бескамерном способе пряжа получает крутку, вращаясь вокруг своей оси, благодаря контакту наружной поверхности пряжи с вращающимися поверхностями рабочих органов машины. Это позволяет избежать высокой частоты вращения рабочих органов и больших центробежных сил. По сравнению с камерным пневмомеханическим способом прядения скорости рабочих органов уменьшаются в 125-250 раз. Этот способ является более экономичным по энергетическим затратам.

При производстве швейных ниток для обувной, швейной и кожгалантерейной промышленности могут быть использованы армированные нити с

пневмомеханических прядильных машин, полученные по бескамерному DREF-способу (Австрия).

Значительное повышение производительности труда по сравнению с кольцевым прядением обеспечивает самокруточный способ прядения, который предлагается использовать для выработки армированных швейных ниток больших линейных плотностей (65ЛХ, 100ЛХ, 150ЛХ, 200ЛХ). В этом способе использован эффект ложного разнонаправленного кручения двух соседних волокнистых прядей при выходе из аэродинамического крутильного механизма.

Армированные нитки большой линейной плотности можно получать из бескруточной пневматической пряжи.

Наблюдается рост числа новых способов прядения, имеющих цель отказаться от использования пары «кольцо-бегунок», сдерживающей дальнейшее повышение производительности. В качестве крутильного органа все чаще применяются полые веретена. В настоящее время принцип кручения в полном веретене все шире используется в оборудовании, выпускаемом различными фирмами стран СНГ, США, ФРГ, Великобритании.

На кафедре ПНХВ разработана технология производства комбинированных хлопкополиэфирных и полиэфирных швейных ниток с использованием полых веретен.

Наиболее распространенным способом получения комбинированной пряжи для швейных ниток как в нашей стране, так и за рубежом является классический способ с использованием кольцепрядильных машин. На кольцевых прядильных машинах вырабатывают комбинированную пряжу, состоящую из стержневой синтетической нити и покрывающих ее хлопковых или полиэфирных волокон.

Готовые комбинированные нитки вырабатываются из комбинированной пряжи в два-три сложения, так как физико-механические свойства крученой пряжи значительно лучше, чем одиночной, а значит и более высокие потребительские свойства изделия.

К недостаткам одиночной комбинированной пряжи в первую очередь следует отнести неустойчивость волокнистого покрытия на поверхности комплексной химической нити: при интенсивных изгибаниях и трении (что особенно важно для швейных ниток) это покрытие может иметь продольные сдвиги вдоль поверхности химической нити. В одиночной пряже, полученной на прядильных машинах, волокна недостаточно связаны круткой, многие из них только частично участвуют в сопротивлении нити разрывной нагрузке. Выступающие кончики волокон придают пряже пушистость и делают ее менее устойчивой к трению.

Структура одиночной нити неустойчива, так как волокна в ней напряжены и под действием сил упругости стремятся вернуться в первоначальное положение.

Поэтому нити с повышенной разрывной нагрузкой, стойкостью к трению и равновесностью получают путем скручивания нескольких одиночных нитей. Крученая пряжа в значительной степени отличается от одиночной той

же линейной плотности большей разрывной нагрузкой и более высокой сцепляемостью волокон. В процессе скручивания комбинированной пряжи поверхностный слой покрытия будет более прочно закрепляться на поверхности комплексной химической нити.

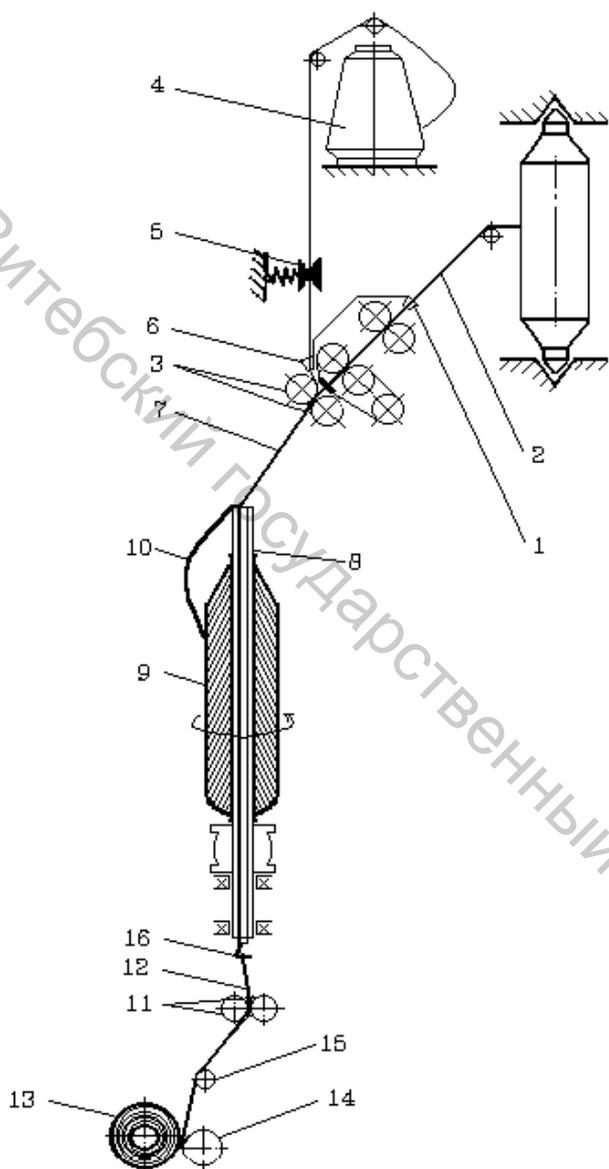
Хлопкополиэфирные армированные швейные нитки получают по гребенной системе прядения. Для производства полиэфирных армированных швейных ниток используется кардная система.

Существующая классическая технология получения комбинированных (армированных) швейных ниток трудоемка, требует значительных дополнительных затрат труда, электроэнергии и материальных ресурсов. Недостатком данной технологии является большое количество технологических переходов и использование низкопроизводительного оборудования (кольцевых прядильных и крутильных машин).

Для производства комбинированных хлопкополиэфирных и полиэфирных швейных ниток на кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработана сокращенная технология, позволяющая сократить количество технологических переходов, использовать высокопроизводительное оборудование, что обеспечивает увеличение производительности труда, сокращение производственных площадей и количества потребляемой электроэнергии, увеличение съема продукции с 1 м<sup>2</sup> производственной площади.

#### **4.2. Модель формирования комбинированных нитей для швейных ниток на модернизированной прядильно-крутильной машине ПК-100М3**

Технологическая схема модернизированной прядильно-крутильной машины ПК-100М3 для производства крученых армированных нитей для швейных ниток представлена на рис. 4.2.



**Рисунок 4.2**  
**Технологическая схема**  
**модернизированной**  
**прядельно-крутильной**  
**машины ПК-100МЗ для**  
**получения швейных ниток**

Ровница 2 поступает в вытяжной прибор через водилку 1, где она превращается в мычку требуемой линейной плотности.

Под переднюю пару 3 вытяжного прибора заправляется комплексная химическая нить, сматываемая с бобины 4 и проходящая через натяжное устройство 5 и нитепроводник 6. Для производства швейных ниток линейной плотности 16,7текс×2 используется комплексная полиэфирная нить линейной плотности 11,3 текс, для ниток 21текс×2 – комплексная полиэфирная нить 13,8 текс.

На полое веретено 8 прядельно-крутильной машины надет початок 9 с армированной нитью, полученный на кольцевой прядельной машине по известной технологии. При вращении початка 9 с армированной нитью против часовой стрелки сходящая с него баллонизирующая нить 10, вращаясь, увлекает за собой мычку и комплексную нить. При этом на участке от верхушки веретена до передней пары вытяжного прибора мычка с комплексной нитью получает необходимое число кручений вокруг своей оси, превращаясь в армированную нить 7 с круткой левого направления.

Трошение двух составляющих происходит в вершине канала полого веретена. На пути от вершины веретена до выпускной пары 11 две стренги, вращаясь одна относительно другой, скручиваются в обратном направлении, образуя крученую комбинированную нить 12 с круткой Z. Сформированная комбинированная нить оттягивается парой валиков 11 и наматывается в цилиндрическую бобину 13 с помощью мотального механизма 14 и нитераскладчика 15.

Данная технология рекомендуется к внедрению на Гродненском РУПП «Гронитекс». Это единственное предприятие на территории Республики Беларусь, где производят армированные швейные нитки. Здесь имеется все необходимое оборудование для производства комбинированных швейных ниток по новой сокращенной технологии. Модернизация прядильно-крутильных машин ПК-100 не вызывает затруднений и не требует больших материальных затрат.

## **ЛЕКЦИЯ 5. МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН И НИТЕЙ, ИХ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ**

### План лекции

#### **Введение**

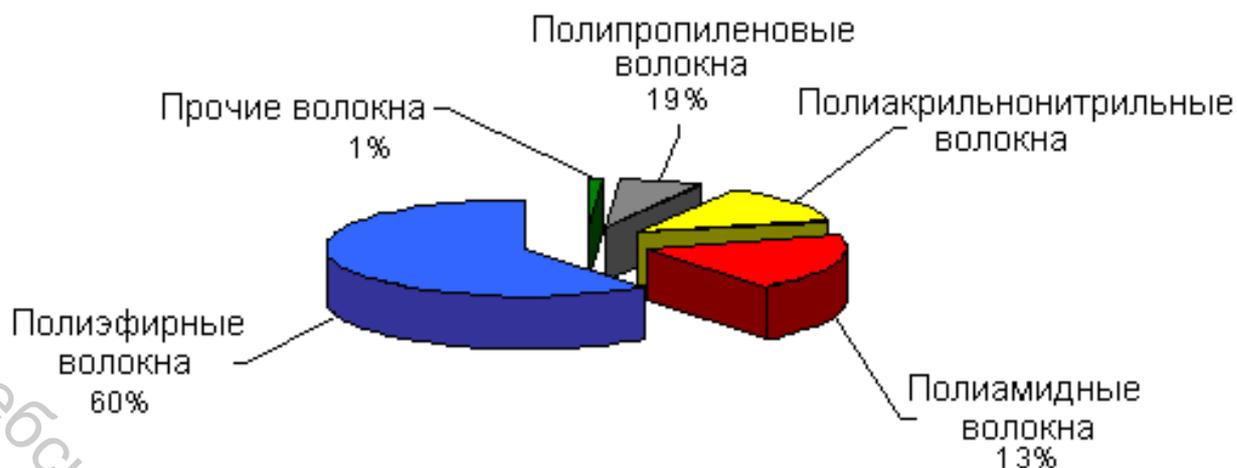
- 1. Получение полипропиленовых волокон и нитей**
- 2. Достоинства и недостатки полипропиленовых волокон и нитей**
- 3. Ассортимент и назначение полипропиленовых волокон и нитей**

В последнее время на ведущие позиции в области производства и потребления химических волокон и нитей выходят волокна и нити из полипропилена, уступающие по темпам развития только полиэфирным и полиамидным волокнам.

Быстрое развитие производства полипропиленовых волокон и нитей объясняется доступностью и низкой стоимостью исходного мономера, отличными физико-химическими свойствами волокон. Полипропиленовое волокно является экологически чистым материалом: при комнатной температуре оно не выделяет в окружающую среду токсичных веществ и не оказывает вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте, работа с ним не требует дополнительных мер предосторожности.

В объеме мирового производства всех видов волокон на долю химических волокон и нитей в 2006 г. приходилось порядка 59 % (более 31 млн. т). Это соответствует примерно 5 кг волокна на душу населения (из расчета 6,34 млрд. человек). Основной объем производства составляют синтетические волокна и нити, удельный вес которых в 2006 г. равнялся 92,5% от общего объема химических волокон. Удельные веса основных видов синтетических волокон и нитей, произведенных в мире в 2006 г., представлены на рис. 5.1.

Наибольший удельный вес – 60% (в мировом производстве синтетических волокон в 2006 г.) продолжает сохраняться за полиэфирными волокнами и нитями. На долю полиамидных волокон и нитей приходится 13%, полипропиленовых – 19%, полиакрилонитрильных волокон – 7%. Таким образом, доля указанных четырех типов волокон составляет 99% от общего выпуска синтетических волокон и только 1% приходится на прочие волокна.



**Рисунок 5.1. Виды синтетических волокон и нитей**

Динамика мирового производства полипропиленовых волокон и нитей в 1970-2003 гг. приведена на рис. 5.2



**Рисунок 5.2. Динамика мирового производства полипропиленовых волокон и нитей**

### 5.1. Получение полипропиленовых волокон и нитей

Полипропилен был впервые синтезирован Дж. Натта в 1954 г. Волокна на его основе были получены в 1958 г. и промышленно начали выпускаться в 1960 г. в Италии фирмой Chemishe S.p.A. (Montecatini).

Полиолефиновые волокна и нити получают из полиолефинов, то есть полимеров на основе олефинов (алкенов или этиленовых углеводородов, содержащих одну двойную связь).

**Полипропилен** получают, полимеризуя пропилен. Полипропиленовые нити и волокна получают из изотактического (все заместители при углеродных атомах находятся по одну сторону основной цепи стереорегулярного полимера) полипропилена. Их получают из расплава ( $172^{\circ}\text{C}$ ) в виде нитей или штапельного волокна.

**Полипропилен** – твердый продукт полимеризации пропилена. Плотность  $905\text{--}920\text{ кг/м}^3$ , плавится при температуре  $160\text{--}170^{\circ}\text{C}$ . Он нерастворим в органических растворителях, устойчив к действию кипящей воды и растворов щелочей, разрушается в неорганических кислотах. Для полипропилена характерны высокая удельная плотность, стойкость к многократному изгибу и истиранию, низкая паро- и газопроницаемость, хорошие диэлектрические свойства, невысокая термо- и светостойкость. Он применяется в производстве волокон, пленок, труб для агрессивных жидкостей, бытовых изделий и т.д.

В зависимости от ассортимента полипропиленовых волокон и нитей в качестве исходного сырья применяется та или иная марка полипропиленового гранулята, характеризующаяся чаще всего показателем индекса расплава.

Полипропиленовые волокна формуют из расплава, используя при этом обычный или высокоскоростной непрерывный процесс формования. При этом имеются широкие возможности крашения полипропилена в массе и модификации в расплаве. Одним из достоинств полипропиленового волокна является то, что при его формовании нет вредных выбросов.

Структура полипропиленовых волокон имеет целый ряд отличительных особенностей:

- спиральная структура макромолекул, которая обеспечивает достаточно высокую деформативность волокон;
- карбоцепная структура полимера, что дает устойчивость к воздействию активных химических и биологических сред;
- отсутствие полярных групп, что приводит к малым величинам межмолекулярного взаимодействия и относительно низкой температуре плавления. Этот фактор также вызывает отсутствие заметного взаимодействия с полярными жидкостями, в первую очередь с водой и тканями живого организма.

***Указанные выше структурные особенности позволяют объяснить имеющиеся принципиальные отличия полипропиленовых волокон от других:***

- самая низкая плотность среди всех текстильных волокон –  $0,92\text{ г/см}^3$ , что позволяет снизить массу полотен или изделий;
- наиболее высокая деформативность (низкий модуль деформации и высокое удлинение при разрыве) в том числе и для технических нитей. Они имеют высокие эластические свойства;

- волокна ограниченно смачиваются водой, не сорбируют влагу и не набухают в воде. Механические свойства в мокром состоянии не изменяются;
- относительно низкая температура плавления ( $176^{\circ}\text{C}$ ) и, соответственно, температура эксплуатации (в пределе при кратковременных воздействиях -  $110 - 115^{\circ}\text{C}$ );
- высокая хемостойкость, биостойкость, биоинертность.

## 5.2. Достоинства и недостатки полипропиленовых волокон и нитей

Полипропиленовые волокна и нити являются наиболее легкими из всех волокон и нитей. Они обладают очень низкой гигроскопичностью. Способность этих волокон и нитей абсорбировать влагу близка к нулю, поэтому они не теряют прочности в мокром состоянии. Хорошо развитая капиллярная система этих волокон и нитей обеспечивает хорошую передачу влаги и запахов через капиллярные отверстия изделия

Вследствие незначительных диэлектрических потерь они обладают хорошими электроизоляционными свойствами. Отсутствие гигроскопичности затрудняет крашение волокон. Полипропиленовые волокна практически не имеют сродства к красителям обычных типов. Разработан ряд красителей новых типов, так называемых жирорастворимых, которые окрашивают обычное полипропиленовое волокно. Производится выпуск окрашивающихся модифицированных полипропиленовых волокон. Лучшие результаты получают при окрашивании волокон в массе.

Полипропиленовое волокно обладает самым высоким коэффициентом трения: статическим (при относительной скорости  $2,5$  см/мин), равным  $0,32 - 0,42$ , и динамическим (при относительной скорости  $95$  см/мин), равным  $0,29 - 0,4$ . Малая склонность полипропиленовых волокон к пиллингу и не вызывающая затруднений переработка их в смеси с другими волокнами объясняется высоким коэффициентом трения этих волокон.

Одним из преимуществ полипропиленовых волокон является высокая хемостойкость, не уступающая волокну хлорин. Поскольку полипропиленовые волокна и нити принадлежат к группе олефиновых волокон и нитей, они имеют высокую стойкость к воздействию кислот, щелочей и растворителей.

Полипропиленовые волокна и нити обладают высокой биостойкостью и биоинертностью. Они не вызывают аллергических реакций и не служат основой для развития микроорганизмов, плесени и грибков. Эти волокна и нити обладают электризуемостью и очень низкой теплопроводностью вследствие чего изделия из них хорошо защищают от холода. При высоких прочностных свойствах и стойкости к истиранию и пиллингообразованию они имеют низкую теплостойкость.

Недостатком является малая устойчивость к ультрафиолетовому облучению, малая эластичность.

Полипропиленовое волокно относится к группе горючих материалов: температура воспламенения  $343^{\circ}\text{C}$ , температура самовоспламенения  $388^{\circ}\text{C}$ . По-

липропилен является экологически чистым материалом. Температура плавления волокна составляет  $176^{\circ}\text{C}$ , а при температуре  $140^{\circ}\text{C}$  оно становится пластичным и теряет свои свойства.

Полипропиленовые волокна и нити морозостойки. Неориентированное полипропиленовое волокно становится хрупким при  $+18^{\circ}\text{C}$ , но по мере повышения ориентации макромолекул температура хрупкости волокна понижается, при этом его работоспособность сохраняется достаточно высокой даже при  $22^{\circ}\text{C}$ . На температуру хрупкости полипропиленового волокна существенное влияние оказывает его диаметр. Уменьшение диаметра волокон приводит к повышению их морозостойкости.

Преимущества полипропиленовых волокон: легко перерабатываются, низкая плотность –  $0,92 \text{ г/см}^3$ , т.е. легче воды, устойчивость к химикатам, кислотам, щелочам; биостойкость и биоинертность; стойкость к истиранию; низкая теплопроводность; высокая изоляционная способность; гидрофобность (изделия из полипропилена не требуют сушки); инертность к воздействию микроорганизмов; хорошая капиллярность (обладает высоким фитильным эффектом).

Другое важное преимущество – доступность и сравнительная дешевизна сырья.

Основными недостатками полипропиленовых волокон и нитей являются: ограниченная термостойкость (температура плавления  $176^{\circ}\text{C}$ , предельная температура эксплуатации  $110 - 115^{\circ}\text{C}$ ); невозможность поверхностного окрашивания волокон и нитей; заметная ползучесть нитей под нагрузкой; высокая электризация волокон и нитей.

Поэтому перерабатывать полипропиленовые волокна в текстиле можно в чистом виде и смесках, при отсутствии воздействия повышенных температур. В настоящее время разработан и выпускается ряд модифицированных полипропиленовых волокон, в свойствах которых устранен один или несколько недостатков. Например огнестойкие или антибактериальные полипропиленовые волокна.

При изготовлении текстильных полотен и изделий из полипропиленовых волокон или их смесок с другими волокнами необходимо учитывать различие их плотностей и удельных объемов. Соответственно этому при замене различных видов волокон (нитей) полипропиленовыми или составлении смесок необходимо учитывать различие в удельных объемах волокон и для пересчета использовать объемный коэффициент замены (табл. 5.1):

$$K_3 = r_{\text{ПП}} / r = V_{\text{уд}} / V_{\text{уд ПП}}, \quad (5.1)$$

где  $r_{\text{ПП}}$ ,  $r$  — плотность полипропиленовых и других волокон соответственно;  
 $V_{\text{уд ПП}}$ ,  $V_{\text{уд}}$  — удельный объем полипропиленовых и других волокон соответственно.

Таблица 5.1 — Коэффициент замены основных видов волокон  $K_3$  полипропиленовыми волокнами

Волокна (нити)	Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Удельный объем, $V_{уд}$ , см <sup>3</sup> / г	Объемный коэф. замены $K_3$ полипропиленовыми волокнами
Полипропиленовые	0,92	1,09	-
Полиамидные (капрон)	1,14	0,88	0,81
Полиакрилонитрильные ПАН (нитрон)	1,18	0,85	0,80
Шерсть	1,32	0,76	0,70
Полиэтилентерефталатные (лавсан)	1,38	0,72	0,66
Хлопок, лен	1,53	0,65	0,60
Гидратцеллюлозные	1,55	0,65	0,59

При замене гигроскопичных волокон полипропиленовыми объемный коэффициент замены дополнительно снижается с учетом их кондиционной влажности по зависимости:

$$K_{3\text{кв}} = T_{ПП} / T_{кв} = K_3 \times 100 / (100 + w_{кв}), \quad (5.2)$$

где  $T_{ПП}$ ,  $T_{кв}$  — линейная плотность полипропиленовых и заменяемых волокон,

$w_{кв}$  — кондиционная влажность заменяемых волокон в %.

Следует подчеркнуть, что обычно принятые в производстве принципы замены волокон и нитей или составления смесок по равенству линейных плотностей справедливы только при близких их плотностях (по старому – удельных весах). Более правильным, а в случае полипропиленовых волокон единственно правильным, является замена или составление смесок по принципу равных удельных объемов, что было рассмотрено только что. Это существенно меняет также и экономические расчеты, поскольку в них надо учитывать коэффициент замены и тогда фактический расход исходных волокон будет иным (ведь продаются и покупаются они по массе – весу, а должны применяться в текстиле по эквивалентным объемам). Поэтому в случае полипропиленовых волокон возможна значительная экономия, часто даже несмотря на разницу в ценах. Кроме того, снижается масса – вес изделий, что может иметь самостоятельное значение.

Вторая особенность: для некоторых видов изделий весьма важной является уникальная особенность полипропиленовых волокон – низкая смачиваемость водой и высокая смачиваемость полярными жидкостями (в частности нефтепродуктами). То есть при наличии смеси вода – нефтепродукты последние будут вытеснять воду с поверхности полипропиленовых волокон.

Для сравнения: у полипропиленовых волокон и нитей (текстильных) относительная разрывная нагрузка изменяется в пределах от 30 до 40 сН/текс, а разрывное удлинение – от 40 до 70 %, в то время как у полиэфирных волокон и нитей соответственно от 36 до 48 сН/текс и от 30 до 55 %.

### 5.3. Ассортимент и назначение полипропиленовых волокон и нитей

Основным ассортиментом полипропиленовых волокон в настоящее время являются следующие их виды:

- штапельные волокна;
- текстильные, технические и монопилиты;
- текстурированные ковровые нити (жгутик);
- пленочные и фибриллированные нити;
- нетканые материалы прямого метода формования.

Ведущими зарубежными фирмами выпускается полипропиленовое волокно различного ассортимента и назначения.

**Волокно коврового типа** — самой широкой областью его применения является ковровое производство (в основном по аппаратной системе прядения как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами).

**Волокно шерстяного типа** — в производстве технических тканей, для защитной спецодежды, фильтров и т.п.

**Волокно хлопкового типа** — в производстве тканей и трикотажа для одежды, декоративных обивочных тканей, постельного белья, одеял, обувных тканей (в основном получают по гребенной или по кардной системам прядения).

**Волокно нетканого назначения** — используется для производства некоторых видов нетканых материалов технического назначения, в частности фильтровальных и некоторых других. Однако для этих целей чаще применяются более дешевые нетканые материалы, полученные методами прямого формования.

Не менее перспективно использование полипропиленового волокна для изготовления белья, спортивной одежды, укрепляющих подстежек. Это направление основано на свойствах низкой теплопроводности волокна, способности быстро освободить влагу и передать ее контактному слою из другого волокна, с которого влага быстро испаряется. Особенно широко он применяется при изготовлении гигиенических медицинских изделий и спортивного трикотажа, белья, чулочно-носочных изделий. Изделия из полипропиленовых волокон грязеустойчивы, не выцветают, легко сушатся, имеют незначительную усадку при стирке (1 %).

Чисто полипропиленовая пряжа производится в ограниченном количестве, однако она применяется для некоторых видов верхнего трикотажа и домашнего вязания. Широкое применение имеют смесовые текстильные полотна (ткани, трикотаж) для верхней одежды, плащевых тканей, детской одежды, изделий медицинского назначения, одеял, обивки мягкой мебели и изделий интерьера, а также других видов изделий.

Смесовая полипропиленовая пряжа (с хлопком, шерстью, вискозными волокнами) позволяет получать прекрасные виды спортивного трикотажа и носочных изделий. Присутствие полипропиленовых волокон в смесках выполняет две важных функции:

- облегчение транспорта влаги в гигроскопичный компонент и наружные слои полотна (изделия);
- для носочных изделий характерна их подверженность не только механическому, но и биологическому разрушению. Ситуация несколько иная в случае присутствия в изделии полипропиленовых волокон. Если даже входящие в состав изделия целлюлозные нити постепенно теряют прочность, то полипропиленовый компонент (вследствие полной биостойкости) служит как бы армирующим каркасом и предохраняет их от преждевременного разрушения, а изделие – от возникновения дырок. При этом даже ослабленные целлюлозные волокна (нити) продолжают выполнять свои "гигроскопические функции".

Рассмотрим особенности и основные применения полипропиленовых волокон и нитей в различных видах текстиля.

**Комплексные нити** (в том числе текстурированные) оказались прекрасным материалом и широко применяются в мировой практике для производства носков, белья, спортивного трикотажа и других изделий. Оптимальным является создание двухслойных трикотажных материалов: полипропиленовый – внутренний слой, целлюлозный или шерстяной слой — наружный. Внутренний полипропиленовый слой, контактирующий с кожей человека, благодаря негигроскопичности и малой смачиваемости водой оказывается все время "сухим" и в то же время способствует транспорту влаги в наружный гигроскопичный слой.

Важным применением **полипропиленового текстурированного жгутика** является изготовление ковровых напольных покрытий и ковровых изделий. Здесь весьма важны многие перечисленные особенности, в том числе высокие эластические свойства, биостойкость полипропиленовых волокон.

**Комплексные технические нити** находят применение в фильтровальных тканях, специальной одежде, различных нагруженных тканях и укрывочных полотнах.

**Мононити** применяются для изготовления сеток, канатов, рыболовных снастей, медицинских шовных материалов.

**Пленочные и фибриллированные нити** широко используются в изготовлении различных нагруженных и упаковочных материалов: канатов, упаковочного шпагата и многих других изделий. Следует обратить внимание на то, что низкая плотность полипропиленовых волокон позволяет получать плавающие на воде канаты и детали рыболовного снаряжения. Ткани из пленочных нитей широко используются для изготовления упаковочной тары, емкостей для сыпучих грузов, как основа для ковровых и близких к ним изделий, в частности тафтинговых ковровых покрытий (ворсовых и петельных) и многих других, где используются специфические особенности полипропиленовых волокон.

**Нетканые материалы, получаемые прямыми методами формования из расплава** – аэродинамическим, центробежным — типа spun-bond (спан-бонд) и

melt-blown (мелт-блоун) широко применяются в качестве геотекстильных материалов в строительстве дорог, гидротехнических сооружений, спортивных сооружений (искусственные покрытия спортивных площадок) и других близких целей, а также в агротехнике для укрытий при выращивании растений. Они также широко используются как основа для напольных покрытий, как набивочные и утепляющие материалы. В этих применениях важны неизменность свойств под влиянием влаги и биостойкость.

Применение полипропиленовых волокнистых слоев в качестве составных компонентов медицинских и гигиенических изделий основано на их биоинертности и облегчении транспорта водных сред от кожи в последующие гигроскопические слои текстильного материала, о чем уже говорилось выше.

Важное применение нетканых материалов – фильтрация различных технологических жидкостей и в некоторых случаях газов при невысоких температурах.

Весьма специфическим применением нетканых фильтрующих материалов является разделение смесей вода – нефтепродукты. Это применение основано на вышерассмотренной различной смачиваемости полипропиленового текстиля – плохое смачивание водой и хорошее – неполярными жидкостями. Такие материалы используются для сбора нефтепродуктов с поверхности воды, очистки сбросных вод от промывки емкостей с ранее хранившимися нефтепродуктами и для других близких целей.

Наряду с рассмотренными выше основными ассортиментами полипропиленовых волокон и их применением, в настоящее время выпускается много новых модифицированных видов полипропиленовых волокон и нитей.

К ним относятся: физически модифицированные, микроволокна и микронити, профилированные волокна и нити, окрашенные в массу (только основных цветов и оттенков более 200), биологически активные, пористые, огнестойкие, антимикробные и др.

## **ЛЕКЦИЯ 6. ПОЛУЧЕНИЕ ПРЯЖИ ИЗ КОРОТКОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРЕБНЕЧЕСАНИЯ**

### **План лекции**

#### **Введение**

- 1. Технология производства пряжи из короткого льняного волокна с использованием гребнечесания**
- 2. Использование процесса гребнечесания**

#### **Введение**

Последние исследования конъюнктуры мирового рынка и спроса показали, что в настоящее время и в ближайшем будущем лидирующее положение ос-

тается за чистольняными тканями и изделиями из них. Такая популярность льна легко объясняется его свойствами.

Ткани из льна отличаются высокой гигроскопичностью, через них хорошо проходит воздух. Как установлено научными исследованиями, человек, одетый в костюм из льняной ткани, потеет в жару в полтора раза меньше, чем в одежде из хлопчатобумажных тканей, и вдвое меньше, чем в одежде из вискозы.

Изделия из льна обладают высокой воздухопроницаемостью и теплопроводностью. Белье "дышит", а в холодную погоду долго сохраняет тепло. Нательное и постельное белье снижает утомляемость и улучшает настроение уставшего человека, что так важно в наш век скоростей и в неблагоприятной экологической обстановке. Льняное белье, будучи устойчиво к восприятию грибов и бактерий, служит отличным лекарством против ряда кожных заболеваний. Льняные ткани обладают малой электризуемостью, не вызывают аллергической реакции, а также защищают от радиации и пыли.

Изделия из льняной пряжи отличаются высокой прочностью и носкостью. Чем чаще стирается льняная ткань, тем мягче и шелковистее она становится.

Области применения льна обширны и разнообразны. Его уникальные свойства создают приятное ощущение при соприкосновении изделий с телом человека и делают льняные ткани незаменимыми при создании комфортной летней одежды.

Долговечность, способность хорошо переносить стирки и сохранять товарный внешний вид на протяжении всего периода пользования обязательны для изделий домашнего текстиля. На мировом рынке высоко оцениваются льняные камчатные полотенца, салфетки, скатерти.

Природные свойства льна прекрасно отвечают требованиям, необходимым для интерьерных тканей, текстильных обоев и настенных покрытий: они не деформируются, краски не теряют своей яркости и блеска, не выгорают, ткани устойчивы к загрязнению, являются хорошим звукоизолятором.

В структуре поступающего льноволокна с заводов Беларуси до 75% составляет короткое волокно. В Республике Беларусь короткое льняное волокно перерабатывается только в пряжи больших линейных плотностей, пригодных для изготовления тканей технического назначения, в частности мешковины. В западноевропейских странах лен используют в основном в производстве одежды (40-45%), бельевых (20-30%) и тканей для домашнего интерьера (20-30%). Технические ткани составляют 6-11%. С учетом уникальных природных свойств льна (гигиенических и эстетических), а также опыта работы мировой льняной промышленности целесообразно расширить производство бытовых тканей за счет высвобождения льняного волокна из технических и тарных.

## **6.1. Технология производства пряжи из короткого льняного волокна с использованием гребнечесания**

На кафедре ПНХВ совместно с Оршанским льнокомбинатом разработана технология производства пряжи из короткого льняного волокна с использованием гребнечесания. Пряжу предлагается получать по оческовой системе прядения сухим способом по следующей технологической цепочке:

1. Смесительный агрегат А-150-Л1.
2. Чесальная машина Ч-600-Л1.
3. Ленточная машина ЛЧ-2-ЛЮ (2 перехода).
4. Гребнечесальная машина фирмы «Текстима» мод. 1605.
5. Ленточная машина ЛЧ-2-ЛЮ (3 перехода).
6. Кольцевая прядильная машина ПС-100-ЛЮ.

В качестве сырья для производства льняной пряжи используется короткое льноволокно №6.

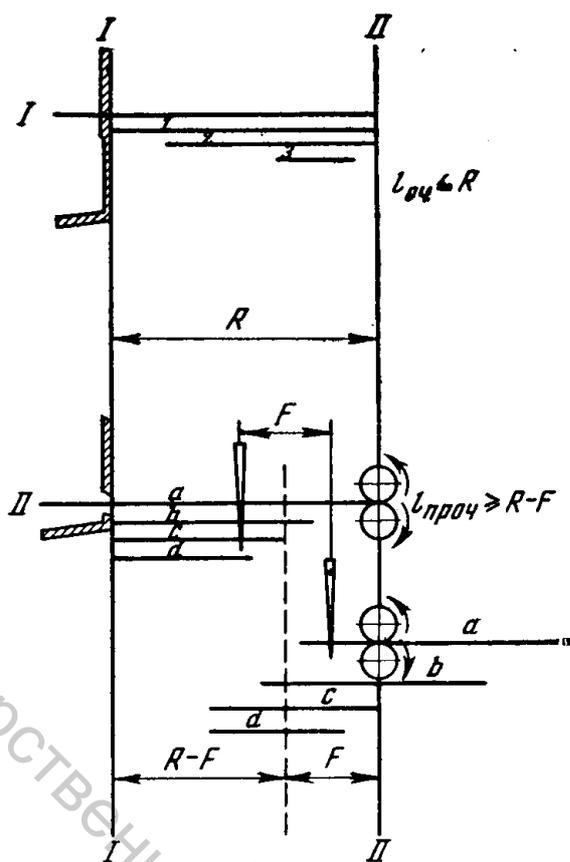
Введение в технологическую цепочку процесса гребнечесания позволяет получить более качественную пряжу, пригодную для производства не только технических, но и бытовых тканей. Применение сухого прядения исключает из технологического процесса дорогостоящие переходы, применяемые в мокром прядении, в частности сам ровничный переход, а также химическую обработку, варку и сушку ровницы.

Всвязи с отсутствием гребнечесального оборудования для льна процесс гребнечесания производится на модернизированных гребнечесальных машинах "Текстима" мод.1605, предназначенных для шерсти. Модернизация включала изменения величины питания, зоны сортировки, длины порции, гарнитура на гребенном барабанчике устанавливалась более разреженная.

Величины зоны сортировки (разводки) и длины питания являются одними из наиболее важных параметров гребнечесания, влияющими на качество гребенной ленты, экономические показатели процесса гребнечесания и результаты рассортировки волокон.

## **6.2. Использование процесса гребнечесания**

Гребнечесальная машина устроена так, что при отделении волокон в прочес бородака перемещается на полную длину питания  $F$ . Рассмотрим это по схеме рассортировки волокон, представленной на рис. 6.1. На схеме I—I — плоскость зажима волокон тисками; II — II — плоскость зажима волокон отделительными цилиндрами в момент максимального приближения их к тискам на расстояние, равное разводке  $R$ . До чесания бородачки гребенным барабанчиком все волокна, длина которых больше разводки  $R$ , были захвачены отделительной парой и выделены в прочес. После этого тиски закрываются, и производится чесание передней части бородачки гребенным барабанчиком.



**Рисунок 6.1. Схема рассортировки волокон**

В результате происходит удаление коротких волокон в очес. При этом все волокна, длина которых равна или меньше  $R$  и которые не зажаты тисками, поступают в очес (волокна 3, 2, 1). Таким образом, длина волокон, поступающих в очес

$$l_{оч} \leq R$$

Во второй фазе происходит отделение волокон в прочес. Бородка вместе с гребнем и решетками питания и вместе с верхним гребнем смещается к отделительным цилиндрам на величину питания  $F$ .

Все волокна, длина которых равна или больше  $R - F$  (волокна а, b, с), попадут в зажим отделительных цилиндров и поступят в прочес. Более короткие волокна (волокно d) в прочес не попадут и при повторении первой фазы чесания удаляются в очес гребенным барабанчиком.

Длина волокон, попадающих в прочес:

$$l_{проч} \geq R - F$$

Проведенные теоретические исследования рассортировки волокон при переработке короткого льняного волокна на гребнечесальной машине «Тексти-ма» мод.1605 показали, что диаграмма делится на три участка:

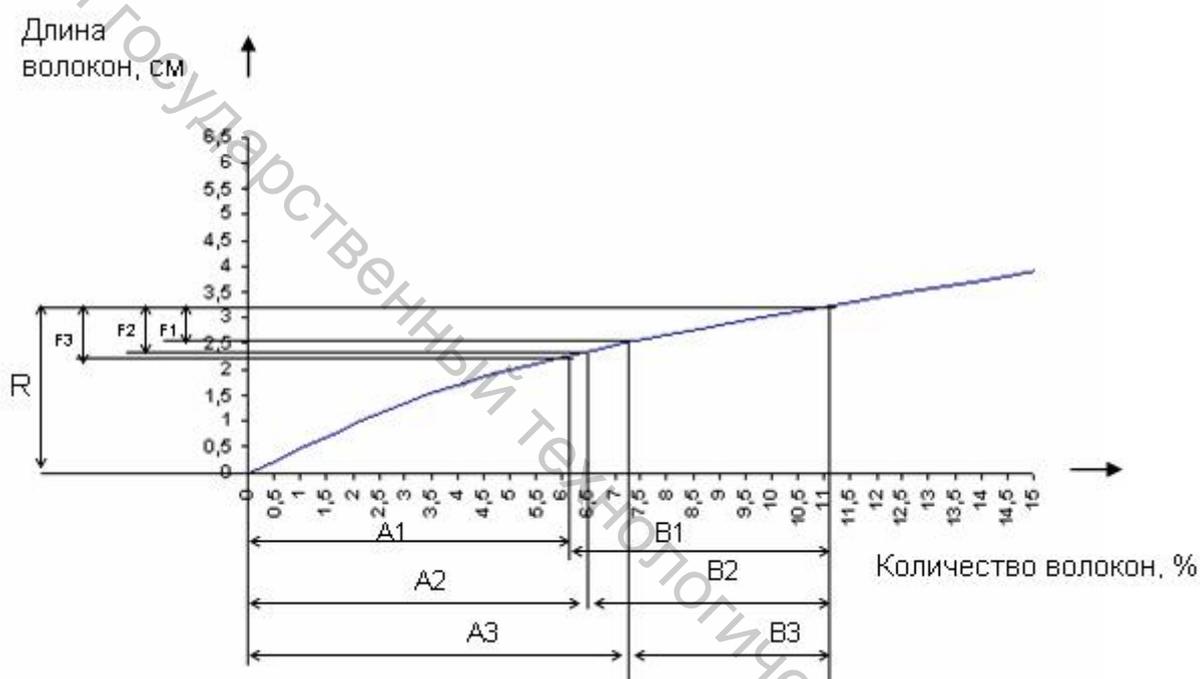
А – часть волокон штапельной диаграммы, попадающих в очес (короткие волокна);

В – группа неточно сортируемых волокон, часть из которых попадает в очес, другая часть — в гребенную ленту.

С – группа длинных волокон, полностью отводимых в гребенную ленту.

Количество волокон группы В зависит от величины зоны сортировки, длины питания и от характера штапельной диаграммы, т.е. от волокнистого состава перерабатываемой ленты.

Результаты исследований влияния величины питания на рассортировку льняных волокон при неизменной зоне сортировки (R) представлены на рис. 6.2 и в таблице 6.1.



**Рисунок 6.2. Влияние изменения длины питания на результаты рассортировки волокон при неизменной зоне сортировки**

Таблица 6.1 – Результаты рассортировки волокон

Длина питания при R = 32мм	Группа волокон полностью попад. в очес	Группа неточно сортируемых волокон	Общее количество очеса
6,69мм	7,3	3,9	8,86
7,37мм	6,5	4,8	8,9
8,03мм	6,2	5,1	9,26

Анализ результатов показал, что с увеличением длины питания группа волокон, полностью отводимых в очес, уменьшается; однако при этом увеличивается группа неточно сортируемых волокон, из которой в очес уходит тем

больше, чем больше длина питания. Общее количество очеса при этом увеличивается. Но качество гребенной ленты по составу волокон ухудшается, так как более короткие волокна попадают в гребенную ленту.

Результаты исследований влияния зоны сортировки на рассортировку льняных волокон при неизменной длине питания представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты рассортировки волокон

Зона сортировки при $F = 7,37\text{мм}$	Группа волокон, полностью попад. в очес	Группа неточно сортируемых волокон	Общее количество очеса
30,5	6	4,1	8,05
32мм	6,5	4,8	8,9
36мм	8,7	4,7	11,05

С увеличением зоны сортировки растет максимальная длина волокон, отводимых в очес и в гребенную ленту, улучшается состав ленты и гребенного очеса. Однако количество гребенного очеса также возрастает.

Группа неточно сортируемых волокон практически не изменяется.

При параметрах машины  $R = 32\text{мм}$  и  $F = 7,37\text{мм}$  фактическое количество гребенного очеса составляет 25-30%, а по теоретическим расчетам 8,9%, что на 16,1-21,1% меньше фактических результатов.

Основные причины отклонений практических результатов гребнечесания от теоретических следующие:

Увеличение количества гребенного очеса определяется обрывностью волокон при чесании их гребенным барабанчиком и верхним гребнем.

Этой же причиной в значительной мере объясняется увеличение общего количества коротких волокон, содержащихся в прочесанной ленте и в очесе, по сравнению с содержанием их в поступающем продукте.

Наличие некоторого количества длинных волокон в очесе объясняется протаскиванием их гребенным барабанчиком через зажим тисков. Это может происходить из-за недостаточного или неравномерного зажима бородки в тисках, например, при значительном колебании развеса поступающих лент, а также из-за общей перезагрузки машины волокнистым материалом, когда бородка протаскивается через верхний гребень отделительными цилиндрами, на отдельных участках проскальзывает в зажиме и образовавшиеся удлиненные язычки бородки при последующем чесании гребенным барабанчиком выхватываются из бородки и отводятся в очес.

Исследования показали, что главной причиной наличия значительного количества длинных волокон в очесе на гребнечесальной машине "Текстима" мод.1605 связано с отсутствием сабель.

В ходе оптимизации параметров работы гребнечесальной машины на гребенной барабанчик были установлены гребенные планки «VARIO», специально предназначенные для чесания короткого льна.

Гарнитура гребенного барабанчика оказывает на прочесываемую бородку постепенное воздействие. Для этого гребни, имеющие несколько рядов игл, от первого ряда к последнему набирают иглами уменьшающейся толщины с возрастающей частотой набора. Первые ряды игл рассчитаны на предварительное расчесывание, распрямление и параллелизацию волокон и снятие с них более крупных примесей. Иглы последующих рядов более тонкие и просветы между ними меньше; они удаляют более мелкие примеси. Последние планки гребенного барабанчика, а также верхний гребень имеют самые тонкие иглы с наиболее частым набором, они служат для очистки волокон от самых мелких примесей. При наборе гарнитуры гребенного барабанчика сочетания толщины игл и частоты их набора должны быть такими, чтобы расстояния между соседними иглами в последовательных планках постепенно и закономерно уменьшались.

Для оценки интенсивности воздействия игл гребенного барабанчика на волокна используют показатель степени чесания, который равен числу игл барабанчика, приходящихся на одно волокно прочесываемой бородки. При этом предполагают, что чем больше игл на барабанчике, тем сильнее их воздействие на волокно, и чем меньше волокон прочесывается одновременно, тем больше действие игл на каждое волокно.

Общее число игл барабанчика, прочесывающих бородку

$$M_6 = m_6 * B, \quad (6.1)$$

где  $m_6$ —число игл всех гребней на 1 см ширины гребенного барабанчика;  
 $B$ —ширина холстика, см.

Число волокон в поперечном сечении холстика, без учета их неполной распрямленности, после вычесывания из него очесов

$$N_x = T_x / T_v (100 - y) / 100, \quad (6.2)$$

где  $T_v$  и  $T_x$ —соответственно средняя линейная плотность волокна и холстика, текс;  $y$ —количество гребенных очесов, %.

В каждом цикле на одно прочесываемое волокно будет воздействовать в среднем  $q$  игл барабанчика:

$$q = M_6 / N_x = m_6 * B * T_v / T_x * 100 / (100 - y). \quad (6.3)$$

Каждое волокно испытывает подобное воздействие не в одном, а в нескольких циклах. Волокна, передние кончики которых находятся в данном цикле на линии тисочного зажима, продвигаясь в каждом цикле на величину, равную длине питания, будут прочесываться несколько раз, в каждом следующем цикле—на большей длине. При этом передний участок волокна прочесывается наибольшее число раз  $K$ :

$$K = (L_6 - r) / F = \{R + A + (1 - \alpha)F - r\} / F, \quad (6.4)$$

где  $R$ —разводка между отделительным зажимом и нижней губкой, мм;  $Lб$  — длина бородки волокон после выхода из нее верхнего гребня, мм [определяется по формуле  $Lб = R + A + (1 - \alpha)F$ ];  $F$ —длина питания за цикл, мм;  $r$ — величина «мертвого пространства», мм;  $\alpha$ —коэффициент, учитывающий долю питания, осуществляемого до задержки бородки верхним гребнем.

Это число называется кратностью чесания. Умножая на него число игл, приходящееся на одно волокно в бородке, получают формулу степени чесания:

$$C = q * K = m_6 * V * Tв / Tх * \{ R + A + (1 - \alpha)F - r \} / F * 100 / (100 - y). \quad (6.5)$$

Степень чесания верхним гребнем можно выразить числом его игл, приходящихся на одно прочесываемое им волокно. Допустим, что среднее число волокон, протаскиваемых в одном цикле через верхний гребень, равно среднему числу  $n_{п}$  волокон в поперечном сечении отделенной порции). Можно показать, что

$$n_{п} = Tх / Tв * F / (F * Eо + \iota) * (100 - y) / 100, \quad (6.6)$$

где  $i$  — средняя длина волокон в отделенной порции, мм;  $y$ —количество гребенных очесов, %;  $Eо$  — вытяжка в процессе отделения ( $Eо = Lэ / 0,5 * F$ ).

Число игл верхнего гребня, погруженных в бородку:

$$Mг = m_г * B, \quad (6.7)$$

где  $m_г$ —число игл на 1 см верхнего гребня;  $B$ —ширина холстика, см.

Степень чесания верхним гребнем

$$Cг = Mг / n_{п} = m_г * V * Tв / Tх * (Eо + \iota / F) * 100 / (100 - y). \quad (6.8)$$

В процессе гребнечесания происходит выделение отходов – очеса. Количество очеса определяется за 100 циклов работы по формуле

$$K = m2 * 100 / (m1 + m2), \quad (6.9)$$

где  $m1$  – масса гребенной ленты, полученной за 100 циклов работы машины;  $m2$  – масса очеса, полученного за время наработки ленты массой  $m1$ , г.

При оптимизации параметров гребнечесальной машины «Текстима» мод.1605 большое внимание было уделено процессу отделения волокон в прочес и формированию гребенной ленты.

Прочесанные и отделяемые в последовательных циклах порции волокон накладываются одна на другую со сдвигом, образуя непрерывный продукт – прочес.

Расстояние между одноименными точками, например, между передними концами смежных порций, равно длине прочеса, выпускаемого за один цикл, т.е. равно эффективной подаче прочеса  $L_э$ . Каждая порция перекрывает соседнюю на некоторой длине, называемой длиной спайки  $L_с$ . На участке спайки имеет место утонение, в середине порции – утолщение, т.е. образуется периодическая неровнота, непосредственно связанная с периодической неровнотой технологического процесса гребнечесания.

Длина порции равна  $L_п = L_э + L_с$ , (мм).

Длина спайки порций, профиль порции, масса порции определяют линейную плотность гребенной ленты и ее неровноту. Между этими величинами существует зависимость:

$$L_с = 1000 * T_л / M_п, \quad (6.10)$$

где  $M_п$  – масса порции,  $T_л$  – линейная плотность гребенной ленты

Массу порции легко определить по теоретической производительности машины, которая определяется по формуле:

$$П_т = 60 * n_б * f * a * T_x * (100 - y) / 10^8, \quad (6.11)$$

где  $n_б$  – частота вращения гребенного барабанчика,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $f$  – длина питания, мм;  $a$  – число выпусков;  $T_x$  – линейная плотность холстика, ктекс;  $y$  – процент гребенных очесов к весу холстика.

$$M_п = П_т * 1000 / 60 * n, \quad (6.12)$$

где  $П_т$  – теоретическая производительность машины, кг/ч

$n$  – число циклов работы машины в минуту.

Число последовательных порций в поперечном сечении прочеса:

$$Ч = L_п / L_э \quad (6.13)$$

Число порций, попадающих в поперечное сечение прочеса, тем больше, чем больше длина питания, вытяжка порции, длина волокна и чем меньше эффективная подача прочеса. Очевидно, чем больше число порций в поперечном сечении прочеса, тем больше эффект выравнивания продукта.

Отношение длины спайки к длине питания ( $F$ ) равно среднему значению вытяжки ( $E = L_с / F$ ).

Длина спайки может быть также определена из кинематического расчета

$$L_с = (n_{пр} - n_{обр}) * \pi * d_{отд. ц.}, \quad (6.14)$$

где  $n_{пр}$  и  $n_{обр}$  – число оборотов нижнего цилиндра за 1 цикл работы машины соответственно при отводе волокон и при обратной подаче их для спайки,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $p * d_{отд. ц.}$  – выкат холстика, мм, за 1 оборот отделительных цилиндров.

Следовательно, среднее значение вытяжки

$$E = Lc / F = (n_{\text{пр}} - n_{\text{обр}}) * \pi * d_{\text{отд. ц.}} / F \quad (6.15)$$

Утонение – это отношение массы единицы длины поступающего холстика к массе той же единицы длины выпускаемой гребенной ленты.

$$U = T_{\text{вх}} * m / T_{\text{вых}} \quad (6.16)$$

где  $T_{\text{вх}}$  и  $T_{\text{вых}}$  – линейная плотность соответственно входящего, выходящего продукта, ктекс,  $m$  – число сложений.

$$E = T_{\text{вх}} * m * V / T_{\text{вых}}. \quad (6.17)$$

Тогда  $T_{\text{вх}} * m * V / T_{\text{вых}} = E / V = U$  или  $E = V * U$ .

Для выравнивания и для утонения ленты после гребнечесания применяется три перехода ленточных машин ЛЧ-2-ЛО. Пряжа вырабатывается на кольцепрядильной машине "ПС-100-ЛО" сухим способом.

Для данной пряжи было разработано несколько новых артикулов ткани. Эту пряжу использовали в качестве утка в полотняных и скатертных тканях, а также в костюмной ткани.

## ЛЕКЦИЯ 7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ МАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ПО ГРЕБЕННОЙ СИСТЕМЕ ПРЯДЕНИЯ ХЛОПКА

### План лекции

#### Введение

1. Состав разрыхлительно-очистительного агрегата
2. Технологическая цепочка для производства гребенной пряжи
3. Процесс подготовки к смешиванию хлопковых волокон
4. Получение хлопчатобумажной пряжи по гребенной системе прядения

#### Введение

На мировом рынке большой интерес вызывают гардинные изделия, полученные с использованием натуральных волокон, таких как хлопок, лён, джут, вместо традиционно используемых синтетических комплексных нитей. Это связано с актуальным направлением использования экологически чистых материалов при отделке жилых и производственных помещений. Важной задачей хлопкопрядения в Республике Беларусь на современном этапе является выпуск пряжи высокого качества, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем

рынках при обильном заполнении этого сектора высококачественными зарубежными изделиями.

Одним из основных факторов, определяющих конкурентоспособность товаров, является высокое качество и хорошие потребительские свойства изделий, с учётом этого к качеству вырабатываемой пряжи предъявляются жёсткие требования по физико-механическим показателям: неровноте по линейной плотности, разрывной нагрузке, усадке, равновесности, засоренности.

Производство высококачественной хлопкохимической пряжи малой линейной плотности 7-16,6 текс сопряжено с большими технологическими трудностями, неотработанными режимами работы оборудования.

Однако оборудование установленное на хлопкопрядильных фабриках Республики Беларусь, позволяет по своим техническим возможностям получать гребенную пряжу малой линейной плотности и кольцевым и пневмомеханическим способами прядения, например, на Гродненском РУПП «Гронитекс» установлено новейшее хлопкопрядильное оборудование фирмы «Rieter». Все это создает предпосылки для развития и внедрения данных технологий на отечественных предприятиях.

Для получения высококачественной хлопчатобумажной пряжи малой линейной плотности по гребенной системе прядения проведён комплекс теоретико-экспериментальных работ, связанных с подбором смешиваемых компонентов (хлопкового волокна различных сортов и типов и смеси хлопка с химических микроволокон) исследованием процессов подготовки компонентов к смешиванию, исследованием процесса гребнечесания, а также процесса формирования пряжи на прядильном и крутильном оборудовании.

### **7.1. Состав разрыхлительно-очистительного агрегата**

В настоящее время существуют следующие подходы к компоновке разрыхлительно-очистительных агрегатов:

- создание универсальных агрегатов, параметры работы которых могут быть установлены в зависимости от вида перерабатываемого сырья, системы и способа прядения;
- создание специализированных агрегатов, состав которых максимально отвечает поставленным требованиям.

Примером универсальных разрыхлительно-очистительных агрегатов являются агрегаты фирмы Rieter. Несмотря на то, что машины фирмы Rieter могут компоноваться и в другой последовательности, а также заменять в существующих агрегатах устаревшее оборудование, специалисты фирмы предлагают следующие стандартные компоновки:

- для переработки хлопкового волокна.
- для переработки смесей хлопка и химических волокон.

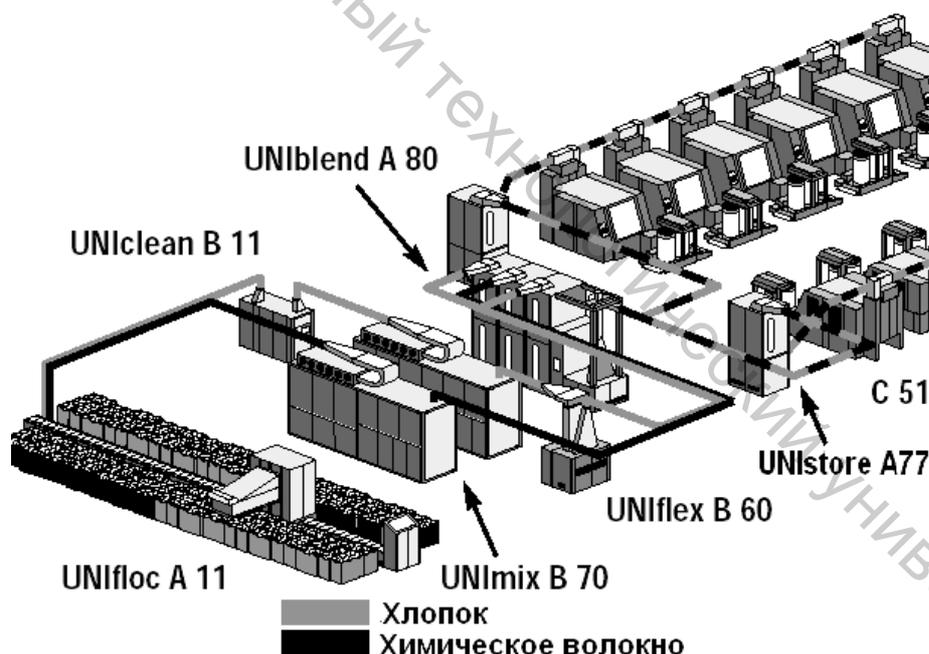
Концепция агрегата для переработки хлопкового волокна заключается в разборке кип на автоматическом кипном питателе UNIfloc A11J предварительной очистке волокна на очистителе UNIClean B11, смешивании волокон различных

типов и сортов на смесовой машине UNImix B70 и окончательной очистке на очистителе UNIflex B60.

Данный агрегат подходит как к кардной, так и гребенной системе прядения и способен перерабатывать как длиноволокнистый, так и средневолокнистый хлопок. Параметры работы агрегата устанавливаются с помощью системы Vario-Set. Данная система позволяет устанавливать на очистительных машинах такую интенсивность воздействия, которая обеспечивает достаточно высокую степень очистки при малых количестве неспов, поврежденных волокон и потерях волокна.

При вложении в сортировку отходов волокна разработано несколько модификаций представленной схемы, в которые введены питатели-смесители также при повышенных требованиях к равномерности смешивания и смесовая машина UNIBlend.

При создании агрегата для переработки смесей волокон (рис. 7.1) учтена различная засоренность хлопкового и химического волокон. В связи с этим через очистители UNIClean и UNIflex пропускается только хлопковое волокно. Смешивание на первом этапе производится для каждого вида волокна отдельно на машинах UNImix, а затем компоненты смешиваются на машине UNIBlend. Далее волокно поступает в резервный питатель UNIstore, где осуществляется обеспыливание волокна.



**Рисунок 7.1. Схема агрегата фирмы Rieter для переработки смесей хлопка и химических волокон**

Параметры машин очистительных агрегатов фирмы Rieter представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Параметры машин очистительных агрегатов фирмы Rieter

Марка машины	Максимальная производительность, кг/ч	Длина, мм	Ширина, мм
UNIflok A 11	1400 – хлопок 1000 – химические волокна	До 50000*	5273 или 6453**
UNIClean B 11	1200	2205	1040
UNImix B 7/3	600 – хлопок 400 – химические волокна	6250	1600
UNIBlend A 80	1000	1240х m+1990, где m – число камер (от 2 до 8)	1600
UNIflex B 60	500	1430	1800
UNIstore A 77	600	1263	1600

\* – зависит от количества кип в ставке

\*\* – размах головок кипного питателя

## 7.2. Технологическая цепочка для производства гребенной пряжи

При получении на ГРУПП «Гронитекс» хлопчатобумажной и хлопкополиэфирной гребенной пряжи линейной плотности 7,5 – 15 текс используются типовые сортировки волокон, представленные в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Типовые сортировки волокон для производства пряжи

Линейная плотность пряжи, текс	Вид волокна	Сортировка	Процент вложения волокон, %
1	2	3	4
7,5	хлопковое		100
7,5	хлопковое п/э микроволокно	1-I ТУ РБ	70 30
10	хлопковое	1-I 2- I	70 30
10	хлопковое п/э микроволокно	1-I ТУ РБ	75 25
11,8	хлопковое	1-I 2- I	60 40

1	2	3	4
11,8	Хлопковое п/э микроволокно	1-И, 2- I	70
		ТУ РБ	30
11,8	Хлопковое компл. хим. нить	1-И	60
		ТУ РБ	40
15,4	Хлопковое  обраты	2- I	60
		1-И	35
		2- I, 1-И	5
15,4	Хлопковое волокно, обраты п/э микроволокно	2- I, 1-И,	80
		ТУ РБ	20
15,4	Хлопковое волокно, обраты компл. хим. нить	2- I, 1-И	70
		ТУ РБ	30

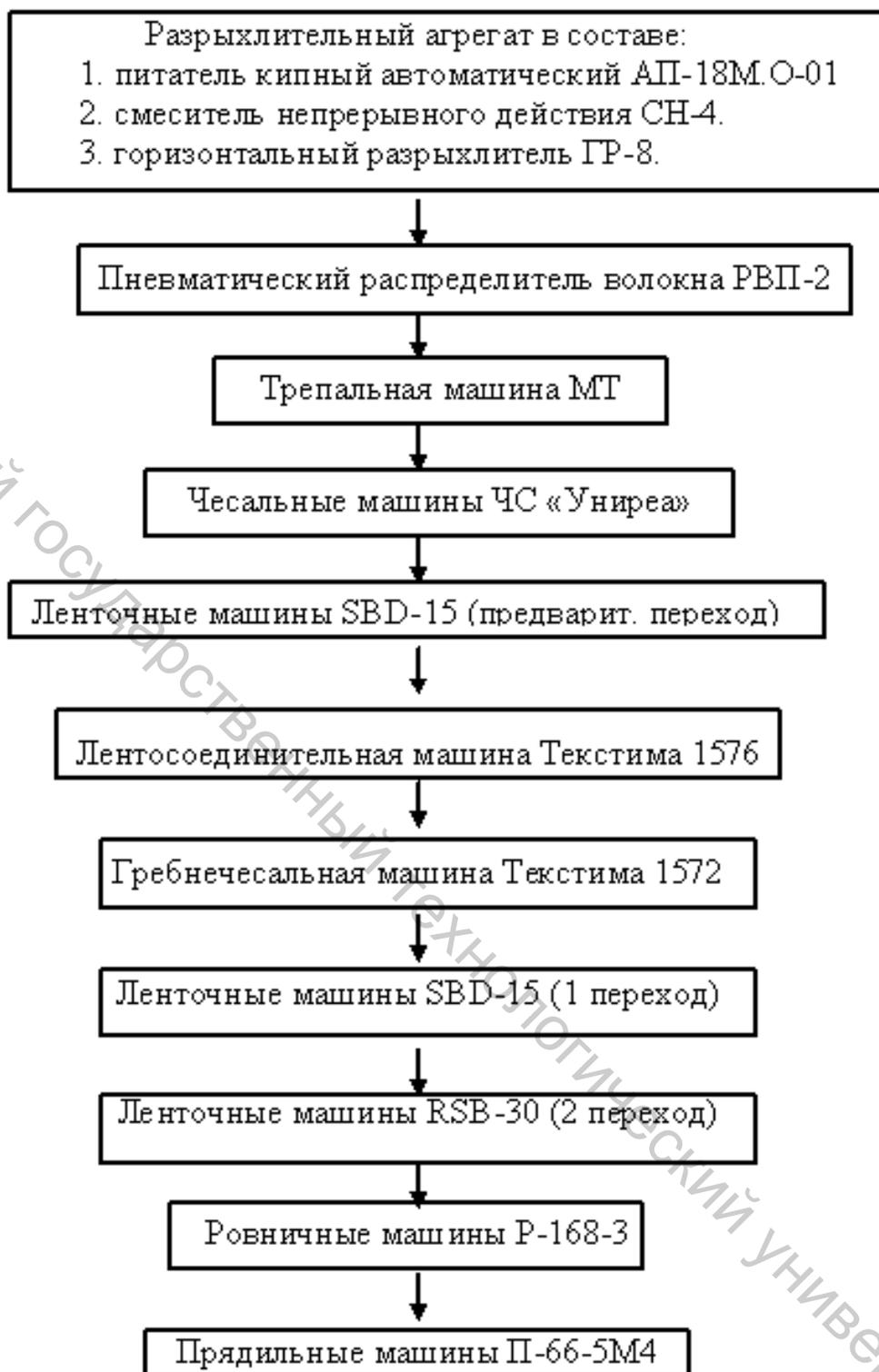
Физико-механические свойства хлопковых волокон типовых сортровок 1-И и 2-И представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Физико-механические свойства тонковолокнистого хлопка

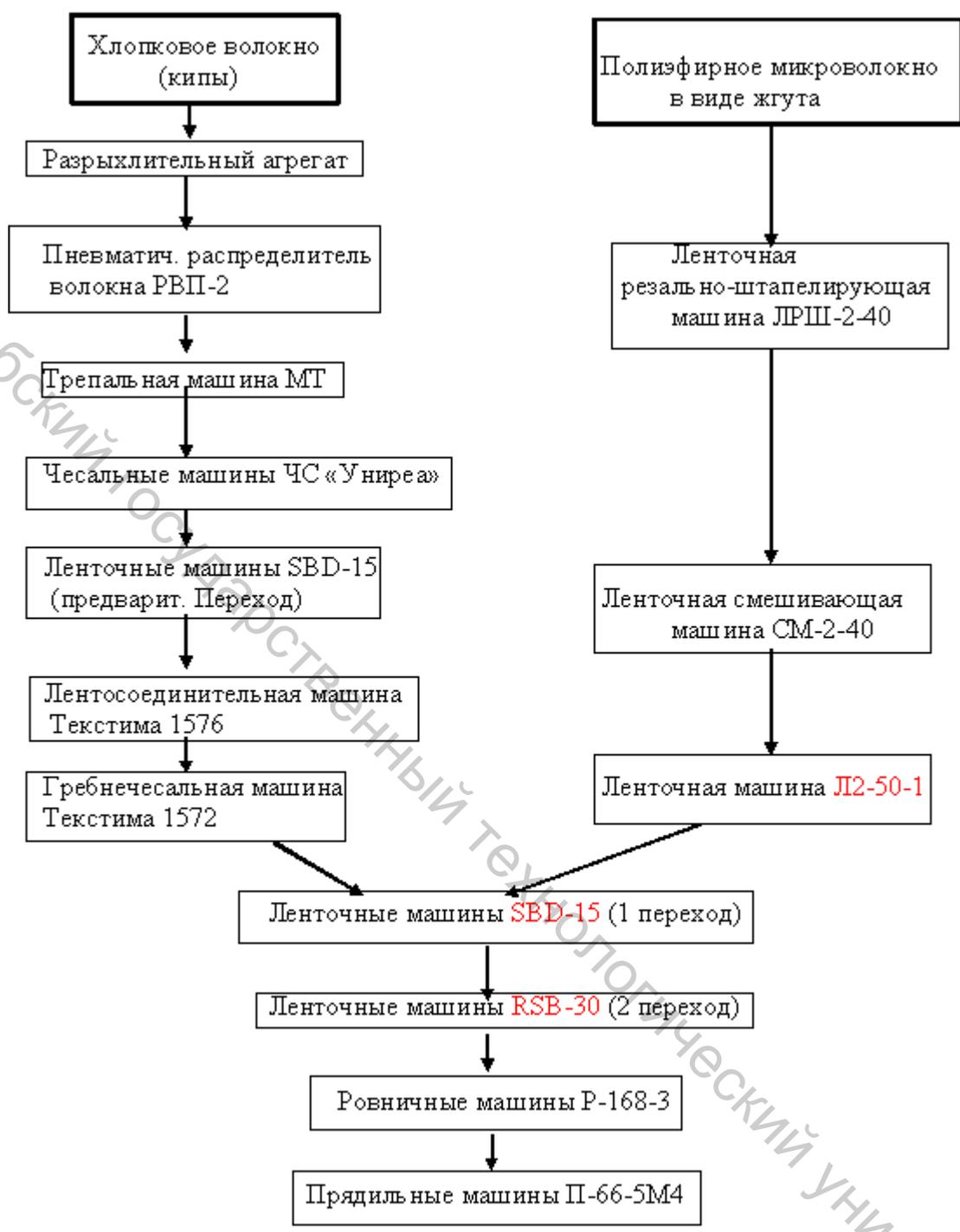
Показатель	Величина	
	1-И	2- I
Линейная плотность, текс	0,126	0,141
Коэффициент вариации по длине, %	27,4	23,8
Штапельная длина, мм	38,2	39,3
Разрывная нагрузка, сН	4,3	4,4
Коэффициент зрелости	2,0	2,0
Содержание пороков, %	2,5	2,4
Влажность, %	6	5

Для получения пряжи по гребенной системе прядения из смеси хлопкового волокна с микроволокном используется полиэфирное волокно линейной плотности 0.078 текс, полученное методом штапельирования из жгутовых нитей. Для производства комбинированных нитей малой линейной плотности применяется комплексная полиэфирная нить не более 5 и 3,3 текс в сочетании с тонковолокнистым хлопком.

Для получения пряжи линейной плотности 7,5 – 15,4 текс из чистого хлопка и в смеси с микроволокном, а также с использованием комплексных химических нитей применяются три технологические цепочки, которые представлены на рис. 7.2, 7.3, 7.4.



**Рисунок 7.2. Принципиальная схема технологической линии для выработки хлопчатобумажной пряжи**



**Рисунок 7.3. Принципиальная схема технологической линии для выработки хлопкополиэфирной пряжи**



**Рисунок 7.4. Принципиальная схема технологической линии для выработки комбинированной хлопкохимической пряжи**

### **7.3. Процесс подготовки к смешиванию хлопковых волокон**

Для переработки хлопкового волокна используется разрыхлительно-очистительный агрегат следующего состава:

- Кипный питатель АП-18;
- Наклонный очиститель ОН-6-4М;
- Смеситель непрерывный СН-4;
- Горизонтальный разрыхлитель ГР-8;
- Пневматический распределитель волокна РВП-2;
- Трепальная машина МТ.

При производстве хлопкохимической пряжи малой линейной плотности процесс смешивания натуральных и химических волокон производится на ленточных машинах, поэтому подготовка хлопковых и химических микроволокон к смешиванию осуществляется отдельно. В случае переработки хлопковых волокон различных типовых сортровок на разрыхлительно-очистительном агрегате (рис. 7.2) процесс подготовки к смешиванию проводится на автоматическом кипном питателе АП-18МО-01, а процесс их смешивания – на смесителях непрерывного действия СН - 4.

Подготовка химических волокон к смешиванию заключается в штапелировании жгута из элементарных химических волокон на резально-штапелирующей машине и последующей переработке штапельной ленты на ленточно-смешивающей машине.

Штапелирование полиэфирного жгута осуществляется на резально-штапелирующей машине ЛРШ-2-40.

После дифференцированного разрезания жгута ножевым валом в четырехцилиндровом вытяжном приборе осуществляется постепенный неконтролируемый разрыв микроволокон с длиной, превышающей длину резки. Кроме того, происходило утонение продукта за счет дифференцированного сдвига волокон в штапеле. Затем штапелированная лента подвергается гофрированию и укладке в таз.

Дальнейшая переработка полиэфирной ленты из волокон линейной плотности 0,078 текс осуществляется на ленточной смешивающей машине СМ-2-40.

### **7.4. Получение хлопчатобумажной пряжи по гребенной системе прядения**

На ГРУПП «Гронитекс» вырабатывается хлопчатобумажная пряжа по гребенной системе прядения линейной плотности 10 текс х 2 и 7.5 текс х 2. Одиночная пряжа набирается на прядильных машинах П-66-5М4.

Крученая пряжа производится по следующей технологической цепочке, представленной на рисунке 7.5.



**Рисунок 7.5. Технологическая цепочка получения кручёной пряжи**

Физико-механические свойства одиночной и крученой пряжи представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Физико-механические свойства одиночной и крученой пряжи

Линейная плотность, текс	Номер	Относит. разрывная нагрузка, гс/текс	К-т вариации по разрывной нагрузке, %	Показатель качества	К-т крутки	Крутка, кр/м
10	100	16,9	13,3	1,27	37,3	1180
19,1 (10x2)	52,4	18,5	11,5	1,61	32,9	752,9
7,5	138,9	15	17,4	0,86	32,9	1226
13,8 (7.5x2)	72,4	22,1	9,8	2,25	38,8	1044

На ОАО «Лента» вырабатывается гребенная крученая пряжа различных линейных плотностей на трикотажных машинах 9 класса модели RMJ-4/1 в ассортименте гардинных изделий с различной плотностью переплетения и видом рисунка. Наиболее целесообразным вариантом для переработки в гардинные изделия является хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 15,6 и 16,5 текс x 2, полученная с использованием кольцевых крутильных машин.

По экспертной оценке полученных образцов пряжи определена наиболее предпочтительная линейная плотность 15,6 текс х 2, как наиболее технологичная с точки зрения переработки. Пряжа данной линейной плотности проработана в гардинные изделия.

## **ЛЕКЦИЯ 8. ПРОИЗВОДСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ НАСТЕННЫХ ПОКРЫТИЙ**

### **План лекции**

#### **Введение**

- 1. Технологический процесс получения текстильных настенных покрытий**
- 2. Процесс соединения тканого полотна с полотном основы**
- 3. Определение силы склеивания текстильного полотна и полотна основы**

### **ВВЕДЕНИЕ**

История обоев неразрывно связана с развитием человеческой культуры, с историей письменности, печати, производства бумаги. Стремление украсить свое жилище было присуще человеку уже на ранних этапах его развития. Анализ прошлого искусства и художественного наследия народов мира показывает, что декорирование стен жилья посредством росписи практиковалось еще в древности.

Мировой рынок по производству обоев широко представлен огромным ассортиментом выпускаемой продукции: обоев и текстильных покрытий.

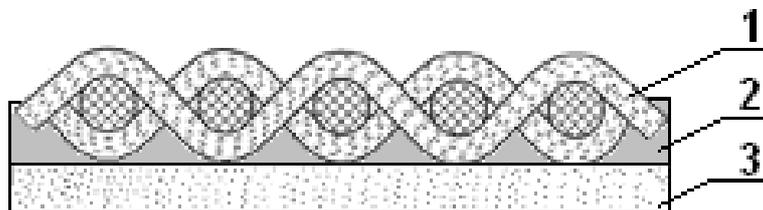
Классифицировать весь спектр настенных покрытий можно по различным признакам: по структуре, виду, цветовой гамме, сырьевому составу.

#### **Общая классификация обоев**

1. По количеству слоев: однослойные, многослойные.
2. По виду основы обоев: бумажная, флизелиновая (флизелин – экологически чистый нетканый материал из прессованных смешанных волокон натуральной целлюлозы и синтетических волокон).
3. По типам обоев: бумажные, виниловые, текстильные, флизелиновые, Rauhfaser (трёхслойные бумажные обои с древесными опилками между слоями), акриловые, обои с соломкой (сухие травы), металлические, пробковые жидкие.
4. По ширине и длине рулона.
5. По назначению, или области применения обоев: для жилых помещений; общего назначения, для ванных комнат и кухонь, детские, для служебных помещений и офисов.
6. По степени водостойкости обоев: водостойкие, моющиеся, супермоющиеся, чистящиеся, суперчистящиеся.

## 8.1. Технологический процесс получения текстильных настенных покрытий

Внешний вид текстильных настенных покрытий изображен на рис. 8.1.



**Рисунок 8.1. Текстильные настенные покрытия:**

1 – тканое полотно; 2 – клей; 3 – полотно основы

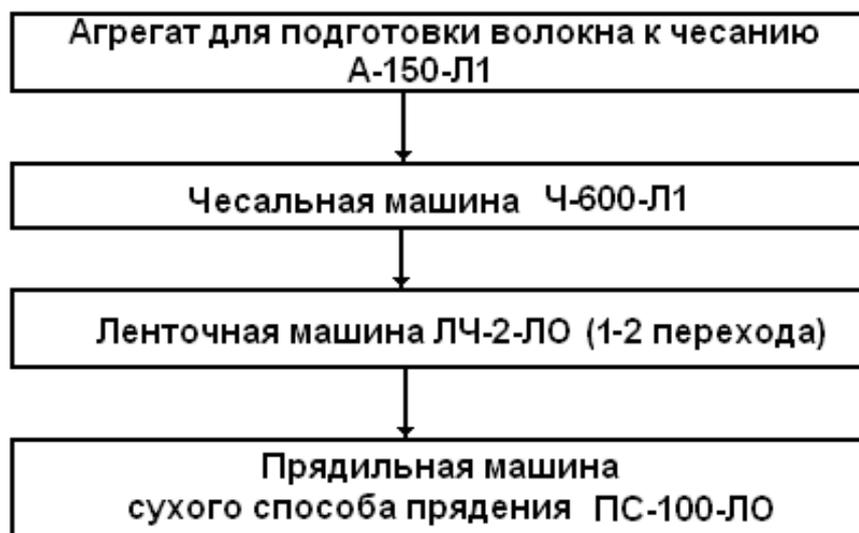
Технологическую цепочку получения текстильных настенных покрытий можно представить в виде схемы на рис. 8.2.



**Рисунок 8.2. Технологическая цепочка получения текстильных настенных покрытий**

Для производства текстильных настенных покрытий используется широкий ассортимент льняных и льносодержащих тканей. Рассмотрим получение льняной декоративной ткани. В качестве основных и уточных нитей в данной ткани применялась льняная пряжа сухого способа формирования линейной плотности 317 текс.

Технологическая цепочка оборудования для получения льняной пряжи линейной плотности 317 текс представлена на рис. 8.3.



**Рисунок 8.3. Технологическая цепочка получения льняной пряжи линейной плотности 317 текс**

Полученная пряжа прорабатывалась в ткань полотняного переплетения. При использовании разреженной ткани в качестве верхнего слоя текстильных настенных покрытий, полотно основы предварительно проходит процесс нанесения рисунка или фона на лакокрасочной секции.

Полотно основы (бумага или флизелин) перед подачей на линию для производства текстильных настенных покрытий предварительно проходит процесс нанесения рисунка или фона на лакокрасочной секции флексографской печатью. Печать при данном способе осуществляется с гибких резиновых печатных форм.

С помощью валика, взаимодействующего с ракелем, формы покрывают жидкой быстровысыхающей печатной краской и переносят ее на полотно бумаги (флизелина). При этом изображение на печатной форме является зеркальным. Для производства текстильных настенных покрытий разработан клей на основе поливинилового спирта (ПВС), дисперсии ПВА и пластификатора.

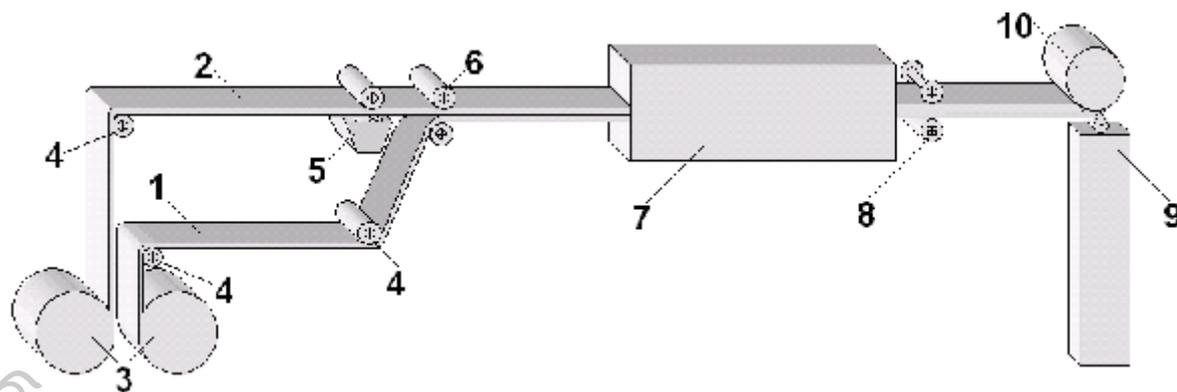
## **8.2. Процесс соединения тканого полотна с полотном основы**

Получение текстильных настенных покрытий осуществляется по технологической схеме производства, представленной на рис. 8.4.

Сущность производства текстильных настенных покрытий на линии «Ламипринт-5» заключается в следующем.

На линию для производства текстильных настенных покрытий в узел размотки флизелин (бумага) и текстильное полотно поступают на намоточном валике, представляющим собой тонкостенную трубку.

Узел размотки служит для установки рулонов, которые надеваются на специальные оправки, снабженные тормозами для создания натяжения полотна при размотке.



**Рисунок 8.4. Технологическая схема производства текстильных настенных покрытий:**

1 – полотно основы; 2 – ткань; 3 – рулонная установка; 4 – система натяжения ; 5 – узел нанесения клея; 6 – система прижимных валиков; 7 – сушильная камера; 8 – узел обрезки кромки; 9 – автомат для намотки обоев 10 – рулончик

Из узла размотки текстильное полотно и полотно основы направляются в устройство, регулирующее натяжение полотен.

Для точной проводки бумажное и текстильное полотно должны иметь определённые уровни натяжения, оптимальная величина которых находится между факторами стабильности проводки и опасностью разрыва. Натяжение полотна бумаги составляет 50Н, флизелина – 65Н, разреженной декоративной ткани – 30Н.

На линии «Ламипринт-5» используется способ натяжения полотен с применением бумаговедущего валика с системой электронного регулирования, который оснащен датчиками для измерения усилий, и выполняет функции измерительного звена. Электронный регулятор преобразует отклонения полученного сигнала от заданного и вырабатывает сигнал управления.

При включении линии, заправленные рулоны начинают вращаться с линейной скоростью 30 м/мин, движение они получают от двигателя.

Из рулонной установки через устройство натяжения тканое полотно и полотно основы поступают к системе столов накопителей. Столы накопители служат для обеспечения бесперебойной работы технологической линии.

На линии по производству текстильных настенных покрытий установлены три стола-накопителя: между узлом размотки и узлом нанесения клея, узлом обрезки кромки и сушильной камерой, сушильной камерой и автоматом размотки в потребительские рулончики.

Первая система столов-накопителей (подающие столы-накопители) предназначена для подачи в производственную зону полона ткани и основы, и для вылеживания полотен перед их склеиванием.

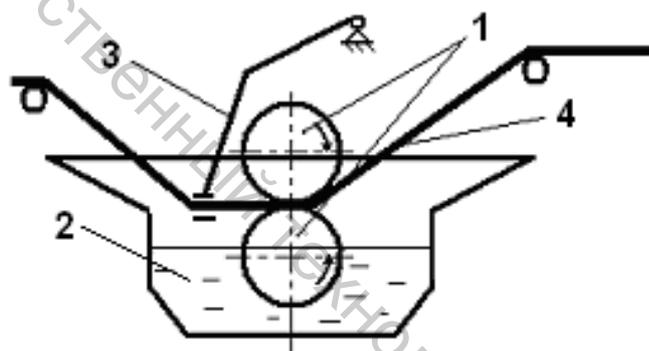
Первая система столов-накопителей представляет собой металлические столы длиной 2м и шириной 0,7м отдельно для текстильного полотна и полотна основы.

Второй стол-накопитель необходим для регулировки текстильного полотна на полотне основы перед их окончательным склеиванием – термообработкой, а также обеспечивает равномерность подачи полотен ткани и основы между технологическими операциями склеивания и термофиксации.

Третий стол-накопитель находится после сушильной камеры и нужен для охлаждения настенных покрытий после их термообработки.

Пройдя первую систему столов накопителей, ткань и полотно основы поступают в узел нанесения клея, где нанесение клеевого состава производится на нижнее полотно (полотно основы).

Узел нанесения клея представляет собой систему, состоящую из корыта с клеевым составом и парой валиков, диаметром 200 мм. Валики вращаются по направлению движения полотна с линейной скоростью 30 м/мин. Когда полотно основы поступает в узел нанесения клея, флизелин (бумага) проходит между валиками, наносящими клей. Нижний валик окунается в клей и, вращаясь, наносит его на одну сторону полотна основы. Излишки нанесенного клея снимаются раклей. Схема данного узла изображена на рис. 8.5.



**Рисунок 8.5. Схема узла для нанесения клеевой массы на основу текстильных настенных покрытий:**

1 – валики для нанесения клея; 2 – емкость с клеем; 3 – ракли; 4 – полотно основы

Далее, по ходу полотна, происходит соединение двух слоев текстильных настенных покрытий. Для соединения текстильного полотна и полотна основы, а также для фиксации ткани на поверхности полотна основы предназначена секция прижимных валиков. Соединение текстильного полотна с полотном основы происходит с помощью пары валиков.

Склеенное полотно текстильных настенных покрытий, пройдя системы прижимных валиков, поступает в узел обрезки кромки. Узел обрезки кромки на технологической линии “Ламипринт-5” представляет собой рабочую пару “ножевой вал – дисковый нож”. Узел обрезки кромки комплектуется системой пневмотранспортирования отрезанной кромки обоев. Система пневмотранспортирования состоит из вентилятора, бункера-накопителя и воздухопроводов, и обеспечивает отбор и утилизацию отрезанных кромок.

Далее по бумагопроводящим валикам настенное покрытие подводится ко второму столу-накопителю, а затем поступает в сушильную камеру линии для термообработки. Она представляет собой длинную камеру, в которой движется склеенное полотно текстильных обоев, поступающее сюда с узла нанесения клея. В камеру калорифером подается подогретый воздух, который необходим для ускорения процесса полимеризации клея.

Температура в камере для осуществления процесса термообработки для производства текстильных покрытий колеблется в пределах  $70 \pm 10$  °С.

Выйдя из сушильной камеры, полотно текстильных настенных покрытий охлаждается на третьем столе-накопителе и подается на автомат для размотки обоев в потребительские рулончики. Готовый рулончик снимается с линии и упаковывается в термоусадочную пленку.

Внешний вид готовых текстильных настенных покрытий представлен на рис. 8.6.



**Рисунок 8.6. Образцы готовых текстильных настенных покрытий**

### **8.3. Определение силы склеивания текстильного полотна и полотна основы**

При эксплуатации текстильных настенных покрытий особое внимание уделяется их надежности и долговечности. Таким образом, одними из важных показателей свойств текстильных покрытий являются их прочностные характеристики. Теоретическая прочность адгезионного соединения текстильных настенных покрытий с нанесением клея по всей площади бумажного полотна определяется, Н:

$$P_t = \frac{B \cdot (d + c)}{100 \cdot a} \sum_{i=1}^n p_i R_{ni} , \quad (8.1)$$

где  $a$  - длина настенного покрытия на линии зоны разрушения, см;

$d$  – диаметр нити основы текстильного полотна, см;

$c$  – расстояние между нитями основы текстильного полотна, см;

$B$  – ворсистость текстильного материала по линии разрушения клеевого соединения, ворсинок на 1 см;

$p_i$  – содержание волокна  $i$ -го вида в материале, %;

$R_{ni}$  – разрывная нагрузка волокна  $i$ -го вида, сН.

В случае использования в качестве текстильного полотна декоративной разреженной ткани прочность адгезионного соединения определяется по формуле, Н:

$$P_2 = \frac{B \cdot \left( \frac{p \cdot d^2 \cdot n}{4} + (n-1) \cdot d \cdot \sqrt{l_c^2 + (d \cdot K_{hy})^2} \right)}{d \cdot L \cdot (1 + K_{hy}) \cdot 100} \cdot \sum_{i=1}^k p_i R_{ni}, \quad (8.2)$$

где  $B$  – ворсистость текстильного материала по линии разрушения клеевого соединения, ворсинок на 1 см<sup>2</sup>;  $d$  – диаметр нити основы текстильного полотна, см;  $n$  – число основных нитей на линии разрыва;  $l_c$  – расстояние между центрами ближайших основных нитей, см;  $K_{hy}$  – коэффициент, определяющий высоту волны изгиба нитей утка в зависимости от порядка фазы строения ткани;  $L$  – ширина образца текстильных настенных покрытий, см;  $p_i$  – содержание волокна  $i$ -го вида в материале, %;  $R_{ni}$  – разрывная нагрузка волокна  $i$ -го вида, сН.

## ЛЕКЦИЯ 9. РАЗРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ

### План лекции

#### Введение

1. Классификация текстильных отходов, основные понятия
2. Основные направления использования текстильных отходов
3. Разработки в технологиях получения новых видов материалов с использованием коротковолокнистых отходов

### Введение

Развитие промышленности и научно-технический прогресс привели к количественному увеличению потребления ресурсов. Наиболее важными следствиями этого процесса являются прогрессирующее истощение некоторых видов сырья, возрастающее накопление твердых отходов, увеличивающийся в связи с этим экономический ущерб народному хозяйству, а также загрязнение окружающей среды.

Рациональное использование сырьевых ресурсов является актуальной задачей для всех отраслей народного хозяйства, а в том числе и для легкой промышленности.

Кризис сырья заставляет комплексно подходить к его использованию, повсеместно внедрять безотходную технологию, требует нового подхода к вторичным источникам сырья. Технологические отходы текстильной промышленности и вторичные материальные ресурсы, составляющие около 25% всего перерабатываемого в этой отрасли сырья, являются огромным резервом для производства промышленной продукции.

Успешное использование вторичного текстильного сырья невозможно без применения новой технологии его подготовки и переработки.

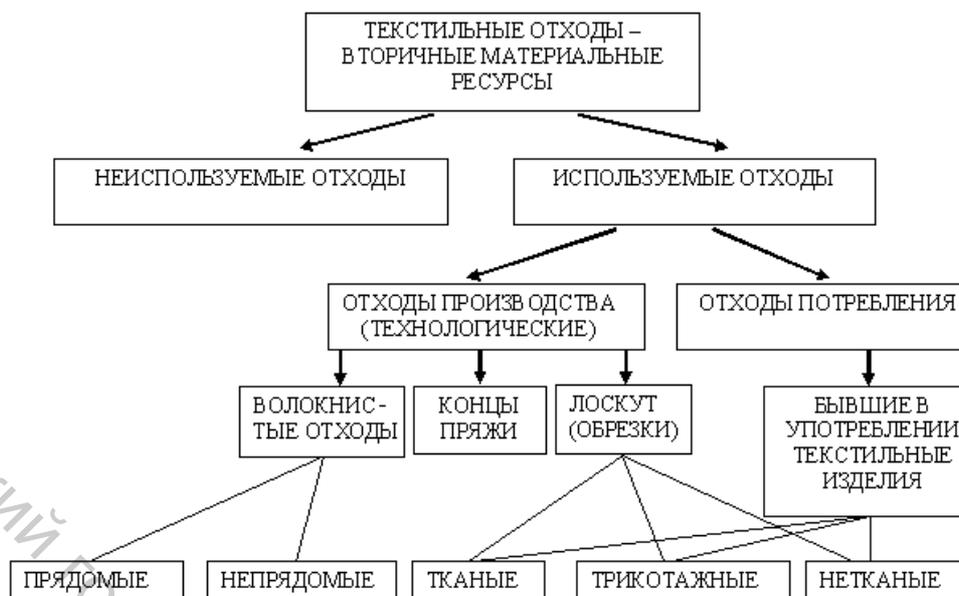
Анализ отечественного и зарубежного опыта по использованию текстильных отходов показывает, что значительная часть их перерабатывается в цехах ширпотреба, производстве пряж большей линейной плотности, нетканых и строительных материалов.

Но в большинстве случаев переработке подвергаются волокнистые отходы длиной больше 25 мм, отходы с длиной волокон меньшей длины всё так же складываются, создавая экономическую и экологическую проблему.

### **9.1. Классификация текстильных отходов, основные понятия**

В настоящее время в условиях острой конкуренции одной из главных проблем текстильных предприятий РБ является необходимость создания новых импортозамещающих технологий, обеспечивающих постоянное расширение ассортимента. Создание текстильных изделий высокого качества с широким спектром свойств, а также вовлечение в производство текстильных материалов неиспользуемых ранее и подлежащих утилизации сырьевых ресурсов, к которым относятся волокнистые отходы. К волокнистым отходам относятся отходы производства отраслей легкой промышленности, отходы производства химических волокон и отходы потребления. Они состоят из амортизированных изделий производственно-технического назначения (изношенные изделия технического назначения из текстиля) и отходов бытового потребления (изношенная и пришедшая в негодность одежда и текстильные изделия домашнего обихода). Волокнистые отходы легкой промышленности классифицируют в зависимости от источника их образования по подотраслям текстильной промышленности на хлопчатобумажные, льняные, пенько-джутовые, шерстяные, шелковые; по подотраслям легкой промышленности на трикотажные и швейные. По виду сырья волокнистые отходы подразделяют на три группы: из натурального сырья, из химического сырья и из смешанного сырья, т.е. из смеси натурального и химического сырья.

На рис. 9.1 представлена наиболее общая классификация текстильных отходов.



**Рисунок 9.1. Классификация текстильных отходов**

Текстильные отходы или вторичные материальные ресурсы – это совокупность отходов, образующихся в результате производства текстильных изделий, а также текстильные изделия, утратившие свои потребительские качества вследствие физического или морального износа.

Вторичное текстильное сырьё (используемые отходы) – это отходы, образующиеся в процессе обработки и переработки сырья в текстильной промышленности, которые в настоящее время могут повторно использоваться для производства различных изделий.

Вторичное текстильное сырьё (неиспользуемые текстильные отходы) – часть текстильных отходов, для которых в настоящее время отсутствуют условия использования.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образующихся в технологическом процессе производства текстильных изделий и пригодные для повторного использования после соответствующей обработки.

Отходы потребления – текстильные изделия и материалы, утратившие свои потребительские качества вследствие физического или морального износа и пригодные для повторного использования после соответствующей обработки.

### **Волокнистые отходы хлопчатобумажной промышленности**

На предприятиях хлопчатобумажной промышленности образуются следующие виды отходов:

- Орешек и пух трепальный. Выделяется на разрыхлительных и трепальных машинах. Представляют собой волокнистую массу в виде крупных завитков с наличием органических примесей от переработки.
- Орешек и пух чесальный. Выделяется под приемным, главным и съёмным барабанами чесальных машин. Представляет собой массу волокон, за-

катанных в крупные завитки, с наличием мелких примесей органического происхождения от переработки.

- Очес кардный. Снимается с главных и съемных барабанов из волокноборников и со шляпок чесальных машин. Представляет собой разрыхленную волокнистую массу, неоднородную по длине с наличием мелких сорных примесей органического происхождения от переработки.

- Очес гребенной. Выделяется на гребнечесальных машинах. Представляет собой массу волокон со средней массодлиной до 17 мм. Они неоднородны по длине, характеризуются наличием незначительного количества органических примесей и пороков от переработки.

- Путанка. Концы чистой пряжи

- Рвань ровницы. Концы ровницы, получаемой на ровничных и прядильных машинах.

- Мычка. Пушистая однородная масса волокон с небольшими обрывками пряжи.

- Пух. Образуется на полках чесальных машин, волокноборниках ленточных, очистителях ровничных, прядильных, прядильно-крутильных машин и перемоточных автоматах.

- Подметь чистая. Образуется при подметании пола приготовительных цехов прядильного производства. Представляют собой смесь разных видов отходов пуха, суровых или окрашенных, очищенных от посторонних примесей.

- Подметь загрязненная. Образуется при подметании пола приготовительных и прядильных цехов. Представляет собой смесь разных видов отходов и пуха, суровых или окрашенных, загрязненных, очищенных от посторонних примесей.

### **Волокнистые отходы шерстяной промышленности**

На предприятиях шерстяной промышленности образуются следующие виды отходов:

- Выпады из-под трепальных и щипальных машин. Представляют собой волокнистые отходы, получаемые в виде клочков при трепании и расщипывании.

- Выпады из-под чесальных машин, смесовых машин и механизированных лабазов. Представляют собой волокнистые отходы, получаемые в виде клочков при чесании на чесальных машинах, смесовых машинах, расходных механизированных лабазах.

- Сдир представляет собой волокно, снимаемое в процессе ручной и вакуумной чистки с рабочих органов чесальных машин и аппаратов.

- Очес гребенной крупный. Представляет собой волокнистые отходы, получаемые из переднего бункера гребнечесальных машин прямолинейного действия, а также с грубых гребнечесальных машин.

- Очес гребенной мелкий. Представляет собой волокнистую мушковую массу, получаемую из заднего бункера гребнечесальных машин прямолинейного действия.
- Очес аппаратный. Представляет собой волокно, выпадающее под машину при чесании смесей в аппаратном производстве.
- Горошек (кардный), закатанная в горошины разной величины волокнистая засоренная масса, получаемая с отбойных и сороочистительных полочек чесальных машин, а также выпадает из-под предварительного прочесывателя.
- Концы ленты (нечесаной). Обрывки ленты с частичной параллелизацией волокон, получаемые с чесальных и ленточных машин до гребнечесания.
- Концы ленты (чесаной). Однородная масса чистого равномерного волокна в виде обрывков ленты, получаемая с ленточных машин после гребнечесания со всех переходов ровничного ассортимента.
- Подметь и пух. Смесь волокнистых отходов, получаемая при уборке машин и подметании пола производственных помещений.
- Концы пряжи (крутые). Обрывки пряжи разной длины, получаемые в прядильном, крутильном и ткацком производствах
  - Кноп ткацкий
  - Кноп стригальный
  - Срезки основы. Обрывки пряжи с кусками ткани, получаемые в ткацком производстве.

### **Волокнистые отходы льняной промышленности**

На предприятиях льняной промышленности образуются следующие виды отходов:

- Вытряски трясения. Смесь коротких волокон льна, костры, пуха и пыли, полученная из-под льночесальных машин. Содержание костры не должно превышать 15-20 %
- Гребенной очес. Смесь коротких льняных волокон, костры, пуха и пыли, полученная при гребнечесании ленты трепаного льна или короткого льняного волокна. Содержание костры составляет 8-12 %
- Рвань ровничная. Обрывки, спутанные концы, сукрутины ровницы, образующиеся при выработке ровницы на ровничных машинах. Содержание костры и посторонних примесей 1-2 %.
- Рвань сухопрядильная – обрывки, спутанные концы пряжи, мычка и небольшие концы пряжи, образующиеся на прядильных машинах сухого прядения.
- Рвань мокропрядильная - обрывки, спутанные концы пряжи, ровницы промывки, сушки. Образуется при выработке пряжи на прядильных машинах мокрого прядения из сурового, вареного или беленого льняного волокна в чистом виде или в смеси его с химическими волокнами.

### **Волокнистые отходы шелковой промышленности**

На предприятиях шелковой промышленности образуются следующие виды отходов:

- Пух подвальный трубный и с фильтров, волокнистые отходы, осаждающиеся в пыльных подвалах, каналах, на решетках фильтров и вентиляционных камер.
- Пух трепальный, волокнистые отходы с наличием склеек, выделяемые на трепальных машинах.
- Отходы из лабазов и смесовых машин, волокно, собранное во время чистки лабазов и смесовых машин.
- Пух из-под барабанов чесальных машин. Неоднородное по длине волокно с наличием значительного количества склеек, роговидных и грубых волокон.
- Очесы с главного и съёмного барабанов чесальных машин. Неоднородное по длине волокно, образующееся при прочесывании барабанов чесальных машин.
- Очесы шляпочные. Неоднородное по длине волокно, содержащее значительное количество склеек, грубых волокон и узелков.
- Рвань ровницы. Концы ровницы, получаемой на ровничных и прядильных машинах.
- Мычка. Пушистая однородная масса волокон с небольшими обрывками пряжи.
- Подметь. Пух, в разной степени засоренный и замасленный; собирается при обмахивании и чистке машин и при подметании пола в цехах.
- Путанка. Концы чистой пряжи.

### **Волокнистые отходы производства химических волокон**

Отходы производства химических волокон подразделяются на два вида: отходы штапельных цехов и отходы прядильных и крутильных цехов комбинатов химических волокон.

- Заправочная рвань состоит из коротких жгутов невытянутых волокон и образуется при выходе из фильер прядильных машин.
- Галетная рвань состоит из коротких жгутов вытянутых волокон.
- Путанка химических нитей образуется на различных стадиях производства и может быть невытянутой и крученой. Путанка состоит из перепутанных нитей разнообразной формы.
- Рвань с перемоточных машин состоит из перепутанных нитей разнообразной формы и образуется при перематывании из-за наличия пороков волокна в кручении или неправильной намотки нитей на бобины.

### **Волокнистые отходы производства искусственного меха**

- Возвратное волокно одного цвета. Образуется на приготовительном, вязальном участке
- Возвратное волокно разных цветов. Образуется на приготовительном, вязальном, отделочном участке.
- Волокно невозвратное, короткое, от стабилизации, стрижки и глажения. Образуется в основном на приготовительном участке (34% от используемого сырья)
- Подметь.

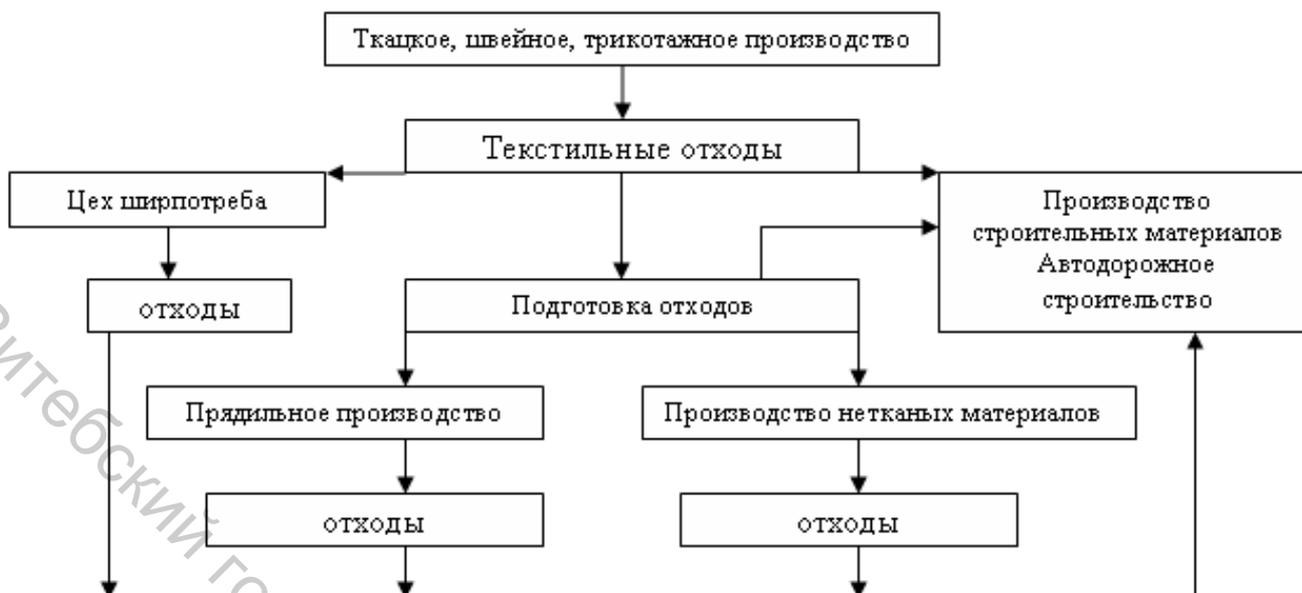
### **9.2. Основные направления использования текстильных отходов**

Обеспечение наиболее полной переработки текстильных отходов производства в материалы и изделия, пригодные для дальнейшего применения, следует считать главной задачей НТП в области использования вторичных ресурсов. В подотраслях текстильной промышленности в процессе изготовления продукции образуются отходы производства в виде волокнистого сырья, не полностью утратившего потребительскую ценность исходных волокон. Такие отходы после предварительной обработки могут быть использованы для изготовления пряжи, нетканых материалов в качестве волокнистого сырья или добавки к нему.

Отходы, образующиеся на предприятиях трикотажной и швейной промышленности в виде весового лоскута трикотажа и тканей, перерабатывают на специальном оборудовании в регенерированное волокно, которое используют в качестве волокнистого сырья или добавок к нему. Более полное использование отходов может быть достигнуто за счет увеличения их переработки в цехах ширпотреба, более широкого использования разволокнуемых регенерированных отходов, создания специализированного ассортимента изделий, вырабатываемых полностью из отходов или с их значительными добавками, изыскания новых направлений применения.

На рис. 9.2 представлена приблизительная схема основных направлений использования отходов.

В Республике Беларусь традиционными методами получения нетканых материалов являются: технологии получения нетканного полотна вязально-прошивным, иглопробивным способом и способом пропитки волокнистого холста связующим. Первым технологическим переходом в данных технологиях является создание холста.



**Рисунок 9.2. Направления использования отходов**

Целью холстообразования является образование из текстильных волокон волокнистого холста – слоя волокон с определенной их ориентацией. В большинстве случаев процесс холстообразования состоит из двух операций: расчесывания волокнистого сырья и формирования холста. Прочесывание волокон и формирования холста можно осуществлять многократно с целью получения холста более высокого качества. Этот процесс является основным и важным, так как он позволяет заложить требуемые свойства нетканого материала. В основном он предусматривает использование чесальных машин, механических и аэродинамических преобразователей прочеса.

### **9.3. Разработки в технологиях получения новых видов материалов с использованием коротковолокнистых отходов**

Коротковолокнистые отходы в силу своих особенностей (длина не более 10 мм) могут быть использованы в следующих технологиях.

#### **Технология получения композиционных материалов**

**Композиционными** (композитными) материалами являются материалы, состоящие из двух или более компонентов (отдельных волокон или других армирующих составляющих и связующей их матрицы) и обладающие специфическими свойствами, отличными от суммарных свойств их составляющих компонентов. Целью создания композиционного материала является объединение схожих или различных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами и характеристиками, отличными от свойств и характеристик исходных компонентов. Полимерные композиционные материалы имеют чрез-

вычайно важное значение для развития техники. Их существенными преимуществами являются технологичность, снижение материалоемкости, стоимости изделий, улучшение их эксплуатационных характеристик, повышение надежности по сравнению с традиционными материалами. Полимерные композиционные материалы разделяются на две основные группы. Это дисперсно-наполненные пластики, состоящие из полимерной матрицы и порошкообразного или коротковолокнистого наполнителя, вводимого для придания материалу определенных функциональных свойств или удешевления его без заметного изменения механических или других свойств; и армированные полимерные материалы, преимущественно волокнистые полимерные композиционные материалы, состоящие из армирующего волокнистого наполнителя и полимерной матрицы, основная роль армирования заключается в повышении механических свойств материала.

### **Композиционные строительные смеси**

На базе кафедры «ПНХВ» и кафедры химии спроектированы смеси, в которых короткие волокна выступают в роли пигментирующей декоративной добавки.

Вариант 1. В состав смеси входит связующее (акриловая пенокраска, широко используемая в строительстве) и декорирующая добавка (кноп стригальный меховой одного цвета, состоящий из синтетических волокон длиной 1-10 мм). Подготовленные компоненты помещают в емкость при соотношении примерно 50/50 по объёму и перемешивают до однородной массы. Полученная смесь наносится на любую основу, которая затем подвергается сушке при температуре 160-200 °С. В результате на поверхности основы образуется декоративный слой цвета волокнистого наполнителя с эффектом инея за счет свойств связующего.

Вариант 2. В состав смеси входит связующее (акриловая пенокраска, широко используемая в строительстве) и декорирующая добавка (кноп ткацкий ковровый яркой пестрой окраски, состоящий из коротких полушерстяных нитей). Подготовленные компоненты помещают в емкость при соотношении примерно 50/50 по объёму и перемешивают до однородной массы. Полученная смесь наносится на любую основу, которая затем подвергается сушке при температуре 160-200 °С. В результате на поверхности основы образуется декоративный слой с эффектом инея за счет свойств связующего.

Вариант 3. В состав смеси входит связующее (акриловая пенокраска, широко используемая в строительстве) и декорирующая добавка (ковровые нити длиной 10-40 мм яркой пестрой окраски, состоящие из натуральных и синтетических волокон). Подготовленные компоненты помещают в емкость при соотношении примерно 50/50 по объёму и перемешивают до однородной массы. Полученная смесь наносится на любую основу, которая затем подвергается сушке при температуре 160-200 °С. В результате на поверхности основы образуется декоративный слой с эффектом инея за счет свойств связующего.

Вариант 4. В состав смеси входит связующее (водорастворимый клей на основе карбоксометилцеллюлозы) и декоративный наполнитель (кноп ткацкий ковровый яркой пестрой окраски). Подготовленные компоненты помещают в ёмкость при соотношении 50/50 по объёму и перемешивают до однородной массы. Смесь наносится на поверхность валиком или шпателем и высыхает при комнатной температуре. В результате на поверхности образуется ровное разноцветное шерстообразное покрытие.

Благодаря использованию волокнистых наполнителей в композиционных строительных смесях расширяется ассортимент последних, улучшаются их эксплуатационные свойства. Использование разработанных видов смесей помогает скрывать мелкие недостатки и дефекты поверхностей, улучшить тепло- и звукоизоляцию помещений, получить неповторимый декоративный эффект и фактуру.

Примерами композиционных смесей являются её составы, представленные в табл. 9.1.

Таблица 9.1 – Составы смесей

	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Вариант1	Наполнитель-6% Связующее-94%	Наполнитель-9% Связующее-91%	Наполнитель-12% Связующее-88%
Вариант2	Наполнитель-6% Связующее-94%	Наполнитель-9% Связующее-91%	Наполнитель-12% Связующее-88%
Вариант3	Наполнитель-6% Связующее-94%	Наполнитель-9% Связующее-91%	Наполнитель-12% Связующее-88%
Вариант4	Наполнитель-12% Связующее-10% Отвердитель-1% Вода-77%	Наполнитель-15% Связующее-8% Отвердитель-3% Вода-74%	Наполнитель-18% Связующее-6% Отвердитель-5% Вода-71%

Свойства спроектированных смесей представлены в табл. 9.2.

Таблица 9.2 – Свойства смесей

Исследуемые параметры	Исследуемые составы					
	Вариант 1- 3			Вариант 4		
	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Расход связующего на 1кг смеси, г	940	910	880	10	7,5	5,5
Расход воды на 1кг смеси, г	--	--	--	750	750	750
Температура сушки °С	160	160	160	20	20	20
Время сушки	10 мин	10 мни	10 мин	7 дней	7 дней	7 дней
Сорбционная влажность, % (при Wв = 65%)	7	7,5	8	12	13	14
Прочность скрепления между волокном и связующим, сН	3,5	3,5	3,6	2,8	2,9	3,0
Кислородный индекс, %	22	22	22	24	24	24

**Комбинированными** материалами являются многослойные материалы, скомбинированные из слоев материалов различного типа (бумага, фольга, ткань и многое другое). Выбор состава комбинированного материала, установление порядка чередования слоев, обеспечение необходимого уровня адгезионного взаимодействия между слоями, выбор оптимальной технологии и оборудования для получения конкретного материала приводит к неограниченным возможностям комбинированных материалов.

#### **Аэродинамический способ получения текстильного ворсового покрытия**

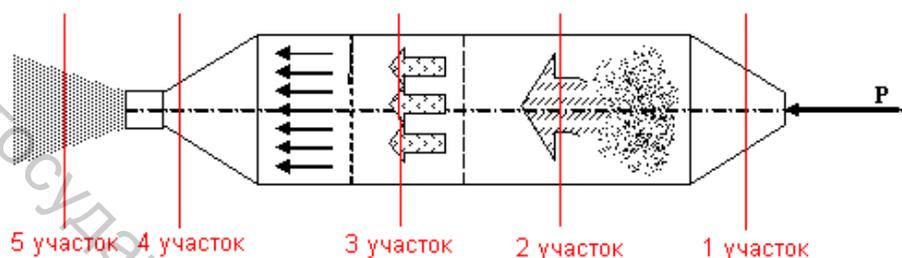
На кафедре «ПНХВ» УО ВГТУ разработан новый способ получения текстильного ворсового покрытия методом аэродинамического напыления. Способ включает в себя следующие операции: подготовку основы, заключающейся в обработке её клеевым составом, нанесение ворса аэродинамическим напылением, сушку материала.

В качестве основы можно использовать ткани, бумагу, флизелин, нетканые полотна; деревянные, гипсокартоновые, железобетонные плиты; стеклянные изделия.

В качестве клея можно использовать поливинилацетатные эмульсии, клея на основе поливинилового спирта, клеевые композиции на основе полиуретанов, каучуков и др.

Выбор клея зависит от вида основы и способа окончательной отделки материала.

В качестве напыляемого материала используются короткие волокна, которые, в свою очередь, являются коротковолокнистыми отходами текстильной промышленности длиной 1-2 мм. Способ осуществляется следующим образом: на основу наносится клеевой состав, затем, при подаче сжатого воздуха, комочки скогулированных коротких волокон, проходя через систему сит, разбиваются на элементарные частицы и на выходе из устройства фиксируются на подготовленной поверхности. Внешний вид устройства представлен на рис. 9.3.



**Рисунок 9.3. Внешний вид устройства**

По сравнению с существующими способами получения ворсовых покрытий разработанный способ отличается простотой исполнения, исключением сложного оборудования, мобильностью конструкции.

Использование разработанного способа обеспечивает следующие преимущества: позволяет расширить ассортимент текстильных, бумажных, строительных материалов; позволяет получить текстильное покрытие типа флок на любой основе; применение коротковолокнистых отходов текстильной промышленности в качестве распыляемого материала снижает себестоимость выпускаемой продукции.

Технологические параметры работы устройства и свойства получаемого материала представлены в таблицах 9.3-9.4.

Таблица 9.3 – Технологические параметры работы устройства

Давление, МПа	Длина частиц, мм	Линейная плотность частиц, текс	Массовый расход частиц, кг/с	Скорость воздушного потока, м/с
0,07-0,15 (до 0,4)	1-2	0.13-0,33	0,001-0,002	20-25 (до 30)

Таблица 9.4 – Технологические параметры работы устройства

Основные свойства	Ед.изм	Показатель
Высота ворса	мм	1-2
Стойкость к истиранию	циклов	7000
Поверхностная плотность	гр/м <sup>2</sup>	120-350
Светостойкость	баллы	6
Прочность закрепления	мН	70-75

Индийскими разработчиками определена возможность переработки отходов индийского шелка сырца с помощью иглопробивного и дополнительного термоскрепления в многослойные нетканые материалы декоративно-мебельного назначения. Отходы разматывания коконов подвергались обесклеиванию моющим раствором, обработке 0,01 % -ным раствором соляной кислоты, очистке, двухкратному рыхлению, резке на длину около 80 мм, смешиванию с полипропиленовыми связующими волокнами в соотношениях от 90:10 до 60:40, холстоформированию на чесальной машине и холстоукладчике, иглопрокалыванию и трехпроходному двухстороннему каландрированию при температуре 152-158°С до получения материалов поверхностной плотности 140-148 г/м<sup>2</sup>. Испытания физико-механических и текстильных характеристик показали потенциальную пригодность материалов с содержанием 30-40% полипропиленовых волокон для использования в качестве настенных покрытий и обивочных полотен, а с их меньшим содержанием – в качестве занавесей и драпировок.

Российскими учеными определена возможность переработки отходов производства нетканых материалов фильерным и комбинированным фильерно-раздувным способами в новые нетканые материалы способом раздува расплава. Сырьем служит первичная смола в смеси с регенерированными отходами (10-15 % по массе). Установлена возможность получения нетканых материалов из данного сырья, способом раздува расплава. Полученные материалы незначительно отличаются по физико-механическим свойствам от материалов из 100% первичного полимера.

Российскими учеными разработаны технология и оборудование, изначально ориентированные на переработку коротковолокнистых отходов в нетканые многослойные материалы. Технология включает процессы разволокнения, питания, холстоформирования и скрепления, осуществляемые в единой линии для производства высококачественных изоляционных прокладочных и других материалов. За счет максимального вовлечения в производство ранее неперерабатывающегося в чистом виде волокнистого сырья (коротковолокнистых отходов длиной 1-25 мм) достигается снижение себестоимости продукции до 50 %. Материалы и изделия содержат до 95 % указанных отходов, имеют поверхностную плотность 0,1-1,5 кг/м<sup>2</sup>, толщину 5-50 мм, объёмную плотность 30-200 кг/м<sup>3</sup>, степень упругого восстановления после многоцикловых нагрузок сжатия – 90%. Материалы, вследствие особого характера расположения структурных элементов и вида их скрепления между собой, обладают уникальными свойст-

вами по упругости и устойчивости к многократному сжатию. Степень упругого восстановления выработанных нетканых материалов толщиной 15-40 мм и объёмной плотностью 32-38 кг/м<sup>2</sup> составляет 73-89% и зависит от качественного состава волокнистой смеси. Разработанная технология является экологически чистой, поскольку обеспечивает почти 100% уработку в структуру материала волокон длиной 1-25 мм.

Широко используется технология получения многослойного нетканого полотна с использованием регенерированных волокон, позволяющая производить качественные термофиксированные полотна.

Известен способ изготовления войлока из очесов, получаемых после отделения древесины от волокон. Сначала производится мять очесов для образования волокнистой массы. Далее эта масса растирается в жидкой среде с последующей термообработкой, затем эта масса отливается в форму для образования войлока и подвергается сушке. Такой войлок применим для теплоизоляции и звукоизоляции, упаковки и других целей.

Известен также способ получения геотекстильных материалов, содержащих регенерированные волокна. Волокнистые отходы предварительно подвергаются разрыхлению, очистке и обеспыливанию. Для повышения эффективности процесса получения материала регенерированные волокна смешивают с волокнами, не подвергшимися подготовке. Это позволяет получать непрерывный прочес на чесальных машинах. Для повышения качества волокнистой смеси осуществляют смешивание регенерированных волокон с полипропиленовым волокном в пропорции 50% регенерированных волокон, полученных из отходов, и 50% полипропиленовых волокон.

Основными путями развития технологий текстильных материалов с коротковолокнистыми отходами в соответствии с перспективными тенденциями являются:

- привлечение научно-производственного потенциала к разработкам фирм-производителей;
- использование уже известных художественно-конструкторских решений, опыта и знаний сторонних предприятий - производителей многослойных текстильных материалов.

## **ЛЕКЦИЯ 10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **План лекции**

#### **Введение**

#### **1. Процесс получения волокнистого покрытия**

#### **2. Оборудование для дозирования продукта при подаче в распределяющее устройство.**

## Введение

Существуют три основных метода получения волокнистых холстов: аэродинамический, механический, гидродинамический (бумагоделательный).

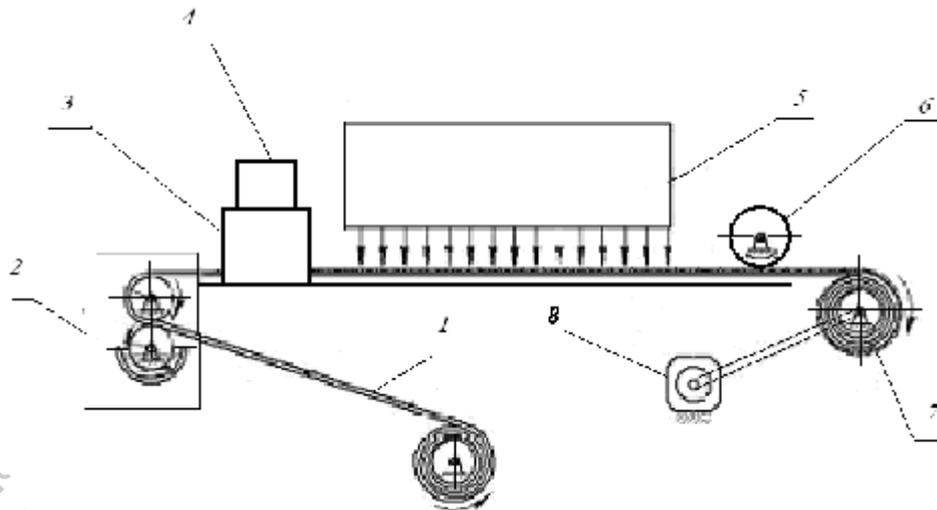
В отраслевой научно-исследовательской лаборатории кафедры «ПНХВ» УО «Витебский государственный технологический университет» разработан новый способ получения многослойных текстильных материалов механическим способом формирования. Нанесение может осуществляться на любой рулонный материал: ткань, бумагу, нетканый материал.

Схема технологического процесса изготовления многослойных текстильных рулонных материалов механическим способом формирования представлена на рис. 10.1.



**Рисунок 10.1. Схема технологического процесса изготовления многослойных рулонных материалов**

На рис. 10.2 показана принципиальная схема технологического процесса получения многослойных рулонных текстильных материалов.



**Рисунок 10. 2. Схема получения многослойных рулонных материалов в условиях лаборатории кафедры «ПНХВ» УО «ВГТУ»:**

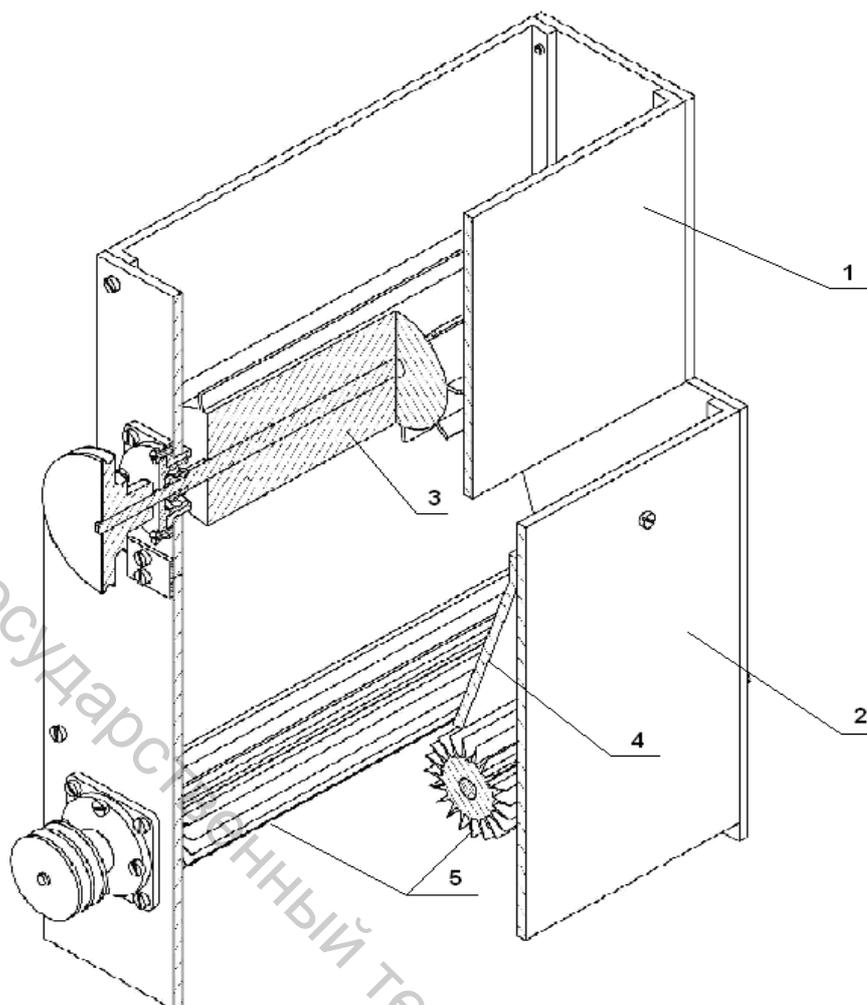
1 – полотно основы, 2 – узел нанесения клея, 3 – устройство для нанесения волокнистого материала, 4 – накопительный бункер, 5 – сушильная камера, 6 – прижимной валик, 7 – рулон готовой продукции, 8 – электродвигатель

Технологический процесс осуществляется следующим образом: полотно основы 1 сматывается с рулона, проходя узел нанесения клея 2, смачивается клеевым составом, затем полотно основы попадает в устройство нанесения волокнистого материала 3, состоящего из самого устройства и накопительного бункера 4, подающего волокнистую массу на распределительные валы. Устройство распределяет продукт по всей ширине полотна, образуя волокнистое покрытие. Затем полотно подается в сушильную камеру 5, где происходит фиксация материала на основе. После выхода из сушильной камеры покрытие уплотняется прижимным валиком 6. Далее полотно подвергается очистке от излишков волокнистого материала и сматывается в рулон 7, который вращается от электродвигателя 8.

### 10.1. Процесс получения волокнистого покрытия

Основной операцией в технологии получения многослойных полотен механическим способом формирования является нанесение волокнистой массы на подготовленную основу.

Устройство по нанесению волокнистого материала на основу состоит из накопительного бункера 1 и узла нанесения продукта 2 (рис. 10.3).



**Рисунок 10.3. Устройство для нанесения волокнистого материала на поверхность основы:**

1 - накопительный бункер, 2 - узел нанесения волокнистого материала, 3 - ротор, 4 - питающая шахта, 5 - распределяющие валики

### **10.2. Оборудование для дозирования продукта при подаче в распределяющее устройство**

Поскольку скорость нарезки волокнистого материала высокая - необходим бункер, с которого в определенный момент времени порциями подается масса продукта для нанесения его на основу.

Для накопления и объемного дозирования полученного волокнистого материала используется роторный дозатор.

Производительность дозатора, кг/с, определяется по формуле

$$P = 0.785 r y z n V, \quad (10.1)$$

где  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\psi$  – коэффициент разрыхления материала;  
 $z$  – число полостей в роторе;

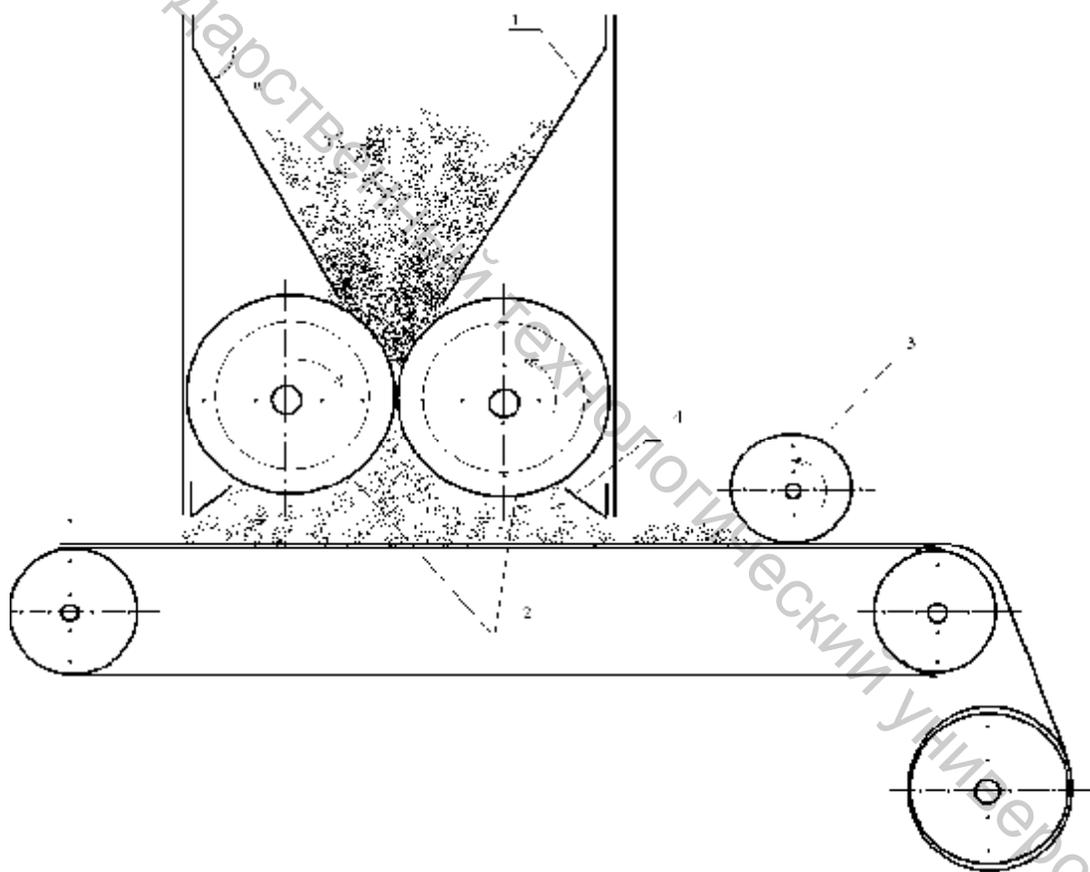
$V$  – объем полости,  $\text{м}^3$ ;

$n$  – частота вращения ротора,  $\text{сек}^{-1}$ .

Устройство для нанесения волокнистого материала на поверхность основы обеспечивает равномерное распределение материала, исключает зацепление частиц и накапливание их на валиках без создания дополнительных шумов.

Устройство для нанесения волокнистой массы состоит из загрузочной шахты 1, механизма нанесения материала на основу, включающего валики 2 и щетки 4 (рис.10.5), поверхность валиков выполнена в виде иголок.

Устройство работает следующим образом: волокнистый материал из загрузочной шахты по наклонным стенкам под силой тяжести попадает на питающие валики 2, которые разрыхляют и распределяют волокнистый материал на поверхности основы. Установленные на корпусе съемные щетки 4 исключают накапливание волокнистого материала на валиках. Материал, попадая на основу, уплотняется валиком 3 (при необходимости, в случае дополнительной отделки настенных покрытий).



**Рисунок 10.4. Схема устройства для нанесения волокнистого материала на основу:**

1 – загрузочная шахта, 2 – питающие валики, 3 – уплотняющий валик

Питающая шахта 1 выполнена в виде конуса, под углом к питающим валикам 2. Угол наклона стенок питающей шахты ( $\beta$ ) изменяется в зависимости от физико-механических свойств наносимого продукта и требуемой поверхностной плотности готового полотна, обеспечивая непрерывную подачу под действием силы тяжести нитей. Для непрерывной подачи материала необходимо выполнение условия:

$$\beta \geq \arctg f \quad (10.2)$$

где  $f$  – коэффициент трения материала о стальную поверхность.

Диаметры питающих валиков равны между собой. В устройстве предусмотрено регулирование расстояния между питающими валиками, что обеспечивает возможность дозирования подачи материала на основу.

Производительность устройства можно определить по формуле

$$П = Fng, \quad (10.3)$$

где  $F$  – площадь щели между валиками  $\text{м}^2$ ,

$v$  – скорость валиков,  $\text{м/мин}$ ,

$\gamma$  – плотность продукта, зажимаемого выпускными валиками,  $\text{кг/м}^3$ .

$$F = ab, \quad (10.4)$$

где  $a$  – длина щели между валиками,  $\text{м}$ ,

$b$  – ширина щели между валиками,  $\text{м}$ .

Для получения равномерного покрытия необходимо, чтобы на основу продукт поступал равными порциями в единицу времени. Т.е. необходимо изменять скорость его подачи в зависимости от требуемого поверхностного заполнения основы продуктом. В равные промежутки времени через питающие валики должно проходить одно и то же количество материала по объему, при этом работа валиков должна отвечать условию:

$$nhag = const, \quad (10.5)$$

где  $v$  – скорость питания, т.е. линейная скорость питающих валиков,  $\text{м/мин}$ ,

$\gamma$  – плотность слоя волокна,  $\text{кг/м}^3$ ,

$h$  – толщина подаваемого слоя,  $\text{м}$ ,

$a$  – ширина слоя,  $\text{м}$ .

## Литература

1. Замостоцкий, Е.Г. Теоретическое исследование интенсивности нагрузки и натяжения при баллонировании комбинированной нити / Е. Г. Замостоцкий, В. И. Ольшанский, А.Г. Коган // Вестник УО «ВГТУ». – 2008. – Вып. 15. – с.9-13
2. Катович, О. М. Разработка технологии получения комбинированной хлопко-химической пряжи малой линейной плотности / О. М. Катович, С. С. Медвецкий // Вестник УО «ВГТУ». – 2008. – Вып. 15. – с.22-27
3. Кулаженко Е. Л. Использование текстильных отходов при производстве многослойных материалов / Е. Л. Кулаженко, А. Г. Коган // Вестник УО «ВГТУ». – 2008. – Вып. 15. – с.45-52
4. Калиновская, И. Н. Создание льносодержащих текстильных настенных покрытий / И. Н. Калиновская, Н. Н. Ясинская // Вестник УО «ВГТУ». – 2005. – Вып. 7. – с.9-13
5. Чукасова-Ильющкина, Е. В. Технология получения строительных материалов с использованием отходов текстильного производства / Е.В. Чукасова-Ильющкина // Сборник статей молодых ученых «Молодежь и наука в XXI веке», выпуск 2 / Отдел по делам молодежи Витебского горисполкома, под общей ред. Г. И. Михасева. – Витебск, 2007. – С. 35–36.
- 10.
6. Рыклин Д.Б. Производство многокомпонентных праж и комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 210 с.
7. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства б учебное пособие для студентов спец. «Технология тканей, трикотажа и нетканых материалов», «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» вузов / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий ; УО «ВГТУ», под ред. А. Г. Когана. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
8. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Витебск б УО «ВГТУ», 1981. – 320 с.
9. Баранова, А. А. Современные техноогии в текстильной промышленности : учебное пособие / А. А. Баранова, А. Г. Коган, Ю. И. Аленицкая. – 2 издание, стереотипное. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 251 с.

Учебное издание

**Калиновская** Ирина Николаевна  
**Чукасова-Ильюшкина** Екатерина Васильевна  
**Коган** Александр Григорьевич

## **НОВОЕ В ТЕХНИКЕ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Конспект лекций**

Редактор *Ю.И. Аленицкая*  
Технический редактор *И.Н. Калиновская*  
Корректор *Е.М. Богачева*  
Компьютерная верстка *И.Н. Калиновская*

---

Подписано к печати 12.11.2009. Формат 60x84/1/16. Бумага офсетная №1.  
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов 6,125. Уч.-изд. листов 6,2.  
Тираж 79 экз. Заказ № 460-09.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».  
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.