

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса

И.А. ШЕРОМОВА

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА

Учебное пособие

*Рекомендовано Дальневосточным
региональным учебно-методическим
центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного
пособия для студентов специальностей
260901 «Технология швейных изделий»,
260902 «Конструирование швейных
изделий», 071501 «Художественное
проектирование костюма», 070601 «Дизайн»*

Владивосток
Издательство ВГУЭС
2006

Шеромова И.А.

Ш 49 ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 220 с.

Учебное пособие включает сведения о классификации, строении и свойствах исходных, промежуточных и готовых материалов: текстильных волокон и нитей, тканей, трикотажных и нетканых полотен. Рассмотрены основы прядильного, ткацкого, трикотажного, отделочного производств и производства нетканых материалов, а также особенности технологий получения нетрадиционных текстильных полотен. Пособие поможет студентам при изучении курса «Текстильное материаловедение», являющегося частью блока материаловедческих дисциплин, а также при разработке курсовых работ и дипломных проектов.

Предназначено для студентов дневной и заочной форм обучения по специальностям 260901, 260902, 071501, 070601. Может быть полезно для студентов специальности 351100.

ББК 37.24

Печатается по решению РИСО ВГУЭС

© Издательство Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство швейных изделий представляет собой сложную систему, одной из важнейших подсистем которой является выбор необходимых материалов для проектируемого изделия. Работа этой подсистемы в значительной мере определяет качество и конкурентоспособность швейных изделий.

Выбор оптимальных материалов для швейных изделий и их рациональное использование возможны только на основе знаний строения и свойств полотен, методов оценки их качества. Все перечисленные знания у будущих специалистов швейного производства формируются при изучении дисциплин, в общем случае называемых материаловедением.

Согласно учебным планам специальностей 260901; 260902; 071501 студенты ВГУЭС последовательно изучают ряд дисциплин материаловедческого направления, а именно «Текстильное материаловедение», «Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности», «Материалы для одежды и конфекционирование».

«Текстильное материаловедение» является первой из дисциплин материаловедческого цикла и посвящено изучению особенностей получения, строения и свойств различных текстильных материалов как исходных и промежуточных, так и готовых. Учебное пособие «Текстильные материалы: получение, строение, свойства» рассматривает основные вопросы, предусмотренные учебной программой и по своему содержанию соответствует темам, изучаемым в рамках данной дисциплины.

Таким образом, настоящее учебное пособие будет способствовать получению всех необходимых знаний и умений, а также приобретению практических навыков, предусмотренных учебной программой курса «Текстильное материаловедение».

ВВЕДЕНИЕ

Любая технология всегда начинается с решения материаловедческих задач, каковыми являются следующие:

- установление критериев выбора материалов с учетом назначения изделия и реальных условий его производства;
- определение допустимых параметров и режимов обработки материала.

В связи с этим знание свойств материалов позволяет обеспечивать качество выпускаемых изделий, снижение их трудоемкости и материалоемкости – главных экономических задач, решение которых позволяет повысить конкурентоспособность продукции.

При изготовлении швейных изделий знания свойств материалов необходимы для правильного выбора конструкции изделия, ее особенностей, средств формообразования и формозакрепления, технологических приемов и методов обработки различных деталей и узлов швейного изделия, а также для обеспечения сохранения качества изделий в процессе эксплуатации.

Свойства материалов зависят от видов волокон, сырья, способов производства и отделки, поэтому необходимо изучить строение, химический состав и свойства текстильных волокон, овладеть умением распознавать их. Следует тщательно изучить виды и свойства пряжи и нитей, основы технологии текстильного производства, влияние отделки на свойства и качество текстильных изделий, стойкость отделки к действию моющих средств и растворителей, применяемых для стирки и химической чистки. Необходимо изучить волокнистый состав, строение и свойства материалов, из которых непосредственно изготавливается одежда (тканей, трикотажа, нетканых полотен и т.п.)

Все материалы, используемые в швейных изделиях, принято в зависимости от целевого назначения подразделять на следующие группы:

- основные материалы, используемые в качестве верха изделия (ткани, трикотажные и нетканые полотна, натуральные и искусственные мех и кожа, дублированные, пленочные материалы);
- утепляющие материалы, применяемые в качестве теплоизоляционных прокладок (вата, ватин, поролон, натуральный и искусственный мех);
- материалы для скрепления деталей одежды (швейные нитки, пряжа, клеевые материалы);
- прокладочные и прикладные материалы, используемые в качестве подкладки и прокладок (подкладочная, бортовая, волосяная ткани, тесьма, ленты, нетканые материалы типа флизелина, прокламина, сунта, фильца и т.п.);

I.
Исходные
материалы

II.
Основные
промежу-
точные
материалы

III.
Готовые
текстильные
материалы
и изделия

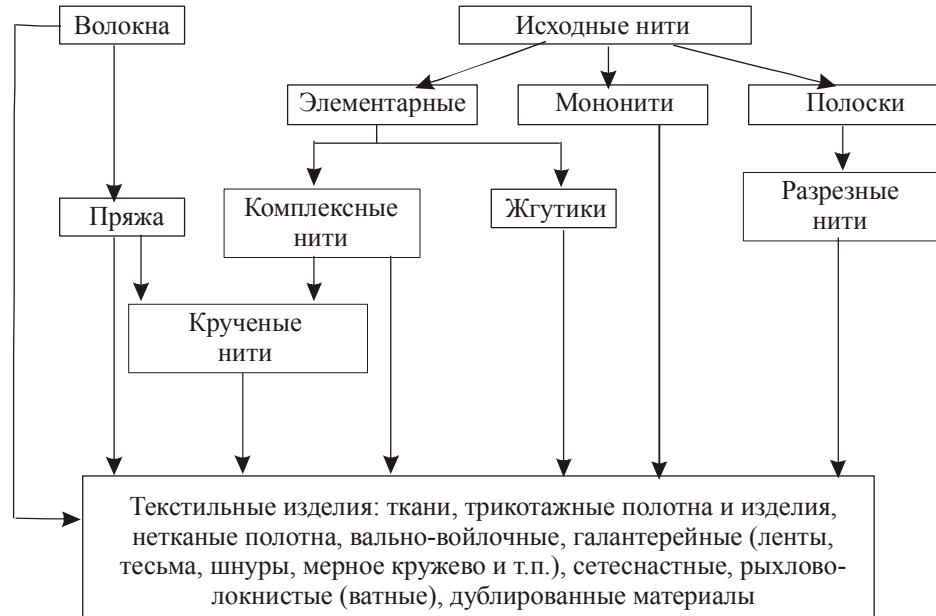


Рис. 1. Классификация текстильных материалов

- фурнитура – вспомогательные изделия, которые служат для застегивания (пуговицы, крючки и петли, застежка-молния, кнопки, пряжки);
- материалы для отделки и украшения (ленты, кружево, тесьма, шнуры).

Значительная часть ассортимента швейных изделий изготавливается из текстильных материалов: тканей, трикотажных и нетканых полотен с широким применением швейных ниток, пряжи, лент, ватина и ваты и других материалов. Таким образом, текстильные материалы являются наиболее распространенными в производстве швейных изделий. Все текстильные материалы можно разделить следующим образом: исходные материалы, основные промежуточные материалы, готовые текстильные материалы и изделия. Классификация текстильных материалов может быть представлена в виде схемы (рис. 1).

Строение и свойства текстильных материалов, а также изменение этих свойств в процессах производства и эксплуатации изделий изучает текстильное материаловедение. Материаловедение является одной из специальных научных дисциплин, необходимых для подготовки специалистов швейной промышленности.

Глубокие знания основ материаловедения, умелое использование этих знаний специалистами, работающими в области индустрии моды, – одно из условий обеспечения высокого уровня качества изделий и, как следствие, их конкурентоспособности.

Глава 1. ИСХОДНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ТЕКСТИЛЬНЫЕ ВОЛОКНА И ИСХОДНЫЕ НИТИ

Основными структурными элементами всех текстильных материалов являются текстильные волокна и нити. В настоящее время для изготовления текстильных материалов используют большое количество разнообразных видов волокон, отличающихся друг от друга по химическому составу, строению и свойствам. Вид текстильного волокна, его свойства – один из важнейших факторов, определяющих основные физико-механические свойства, внешний вид, износостойкость текстильных материалов и влияющих на параметры технологического процесса изготовления швейных изделий из этих материалов, на качество готовых изделий.

В данной теме рассматриваются вопросы, связанные с классификацией текстильных волокон, особенностями строения, получения и свойств различных видов натуральных и химических волокон, а также влиянием указанных факторов на свойства готовых текстильных материалов.

В соответствии с ГОСТом 13784 «Волокна и нити текстильные. Термины и определения» ниже приведены определения основных терминов.

Текстильное волокно – это протяжённое тело, характеризующееся гибкостью, тониной и пригодное для изготовления нитей и текстильных изделий.

Волокна принято подразделять на элементарные и технические (комплексные).

Элементарное волокно представляет собой единичное неделимое текстильное волокно (хлопок, шерсть).

Штапельное волокно – это элементарное волокно ограниченной длины. На практике штапельными волокнами называют, в основном, короткие отрезки синтетических и искусственных нитей, а натуральные просто волокнами.

Комплексные (технические) волокна состоят из продольно скрепленных элементарных волокон (лен, пенька, джут, рами).

Элементарная нить отличается от штапельного волокна практически неограниченной длиной, рассматриваемой как бесконечная.

Мононить – одиночная нить, которая не делится без разрушения в продольном направлении и пригодна для изготовления готовых текстильных изделий.

1.1. Классификация текстильных волокон

В основу классификации текстильных волокон положено их происхождение (способ получения) и химический состав.

В зависимости от происхождения все волокна делят на *натуральные* и *химические*.

Натуральные волокна образуются в природе без непосредственного участия человека, они могут быть растительного (целлюлозные), животного (белковые) и минерального происхождения.

Химические волокна – это волокна, создаваемые в заводских условиях путём формирования из природных или синтетических высокомолекулярных соединений (ВМС).

Искусственные волокна получают из природных ВМС, *синтетические* волокна – из синтетических ВМС, т.е. которые синтезируют в заводских условиях из природных низкомолекулярных соединений (НМС).

Синтетические волокна подразделяются на гетероцепные и карбоцепные. *Гетероцепные* волокна образуются из полимеров, в основной цепи макромолекул которых, кроме атомов углерода, содержатся атомы других химических элементов (кислорода, азота и т.п.). *Карбоцепные* волокна образуются из полимеров, в основной цепи макромолекул которых содержатся только атомы углерода.

Классификация текстильных волокон представлена в виде схемы на рис. 2.

Необходимо отметить, что благодаря постоянному развитию индустрии волокон разрабатываются и выпускаются волокна с новыми необычными свойствами. В связи с этим в настоящее время класс синтетических карбоцепных волокон пополнился новыми группами: из соединений фтора (политетрафторэтилена) – фторлон, тефлон; углеродные – с содержанием углерода 95–99% (углеродное) и с содержанием углерода более 99% (графитовые) и др.

1.2. Строение волокон. Основные волокнообразующие полимеры

Текстильные волокна имеют сложное физическое строение. Можно выделить два структурных уровня волокна: молекулярный и надмолекулярный. Особенности молекулярной и надмолекулярной структур определяют основные свойства волокон.

Как видно из классификации текстильных волокон, в основе большинства волокон (а именно всех, кроме минеральных) лежат высокомолекулярные соединения (ВМС). Макромолекулы ВМС состоят из многократно повторяющихся групп атомов, которые называют элементарными звеньями (-А-А-А-А-). Количество элементарных звеньев, составляющих макромолекулу, называют *степенью полимеризации*. Степень полимеризации для различных ВМС различна и колеблется от нескольких сот до нескольких десятков тысяч. ВМС, молекулы которых состоят из звеньев атомов одного вида, называют *полимерами*.

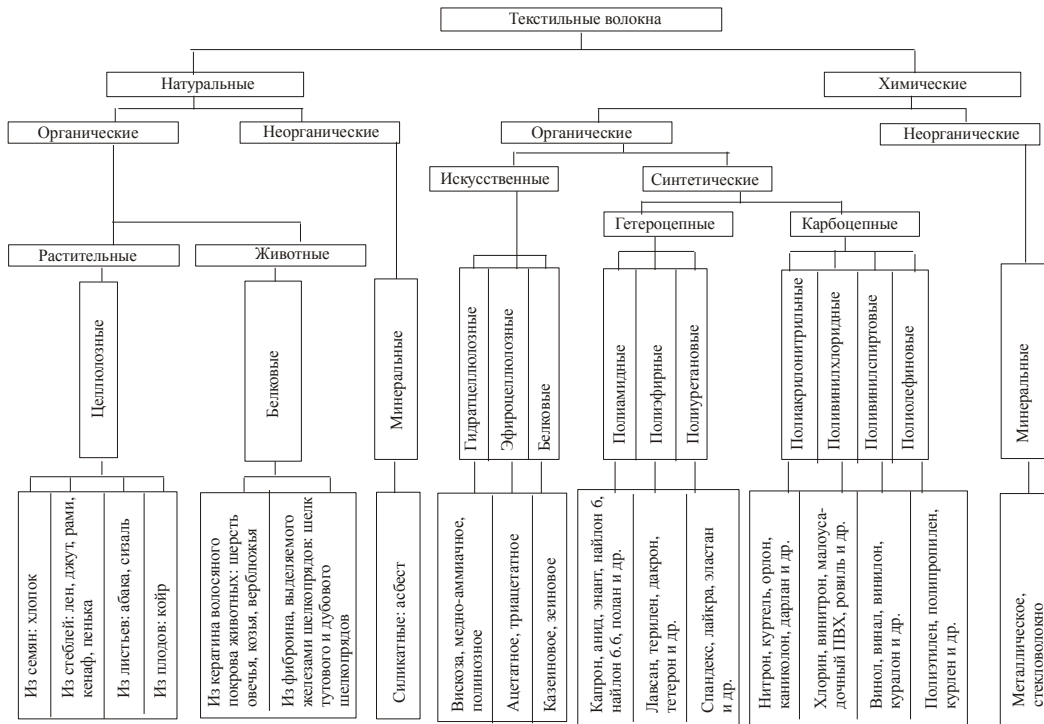


Рис. 2. Классификация текстильных волокон

Данные особенности строения *ВМС* определяют их *основные свойства*:

- ввиду большой молекулярной массы невозможен переход *ВМС* в газообразное состояние;
- растворы *ВМС* имеют высокую степень вязкости, что позволяет формировать из них волокна и нити. Они труднорастворимы, причем в ограниченном числе растворителей (растворимость *ВМС* избирательна);
- *ВМС* не имеют четко выраженной температуры плавления, так как их макромолекулы состоят из разного числа элементарных звеньев, т.е. обладают полидисперсностью;
- при длительном нагревании *ВМС* постепенно размягчаются (термопластичные полимеры), а в отдельных случаях распадаются на мономере еще до плавления (нетермопластичные полимеры).

Молекулярная структура волокна определяется строением самой макромолекулы волокнообразующего полимера. Структура макромолекулы может быть линейной, зигзагообразной, циклоцепной, разветвленной, сетчатой и др. (рис. 3). Макромолекулы большинства *ВМС*, образующих текстильные волокна, в основном имеют линейную структуру, а в шерсти – форму пространственной сетки.

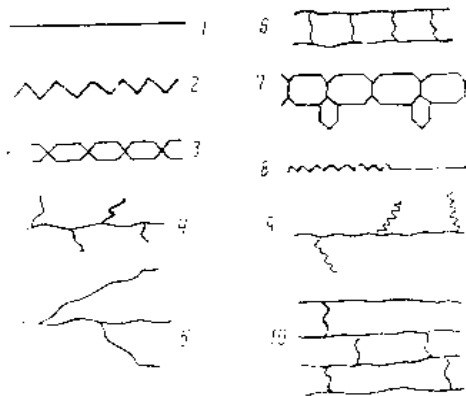


Рис. 3. Схемы структур макромолекул:

- 1–3 – линейная с прямой цепью (1), с зигзагообразной цепью (2), циклоцепная (3), 4–5 – разветвленная с короткими (4) и длинными (5) ответвлениями; 6 – лестничная; 7 – плоская; 8 – блочная линейная (блок – сополимер); 9 – разветвленная с привитыми блоками; 10 – сетчатая (трехмерное сшивание)

Чем длиннее макромолекулы, из которых состоит волокно, тем оно прочнее (т.е. с увеличением степени полимеризации полимера увеличивается прочность волокна).

Макромолекулы ВМС могут в различной степени быть ориентированы вдоль оси волокна. Чем выше их ориентация вдоль оси волокна, тем лучше его прочностные свойства. Наиболее прочными являются волокна с линейными макромолекулами, ориентированными вдоль оси волокна.

Надмолекулярная структура волокна определяется взаимным расположением макромолекул и их комплексов. Для текстильных волокон типична *фибриллярная структура*, т.е. макромолекулы объединяются в комплексы – микрофибриллы, а микрофибриллы – в фибриллы.

Микрофибриллы представляют собой ориентированные надмолекулярные образования – молекулярные комплексы с поперечным сечением менее 10 нм. Удерживаются микрофибриллы друг около друга за счет сил межмолекулярного взаимодействия и за счет перехода отдельных макромолекул из комплекса в комплекс. Длина микрофибрилл на порядок выше поперечника.

Фибриллы – это объединения микрофибрилл – ориентированных надмолекулярных соединений. Связь между фибриллами осуществляется, в основном, силами межмолекулярного взаимодействия, которые значительно слабее микрофибриллярных. Между фибриллами имеется большое число продольных полостей, пор, микротрещин. Поэтому разрушение волокон в процессах их переработки, при механических и химических воздействиях, происходит по фибриллам. Фибриллы располагаются в волокнах вдоль оси волокна или под сравнительно небольшим углом. Лишь в некоторых волокнах расположение фибрилл имеет случайный, неправильный характер, однако и в этом случае их общая ориентация в направлении оси сохраняется.

В структуре фибриллов по длине последовательно располагаются кристаллические (высокоупорядочные) и аморфные (неупорядоченные) области, характер чередования и размеры которых зависят от вида полимера, условий его получения. Чем выше количество кристаллических областей (степень кристалличности), тем прочнее волокно. Длинные цепные макромолекулы могут проходить через несколько кристаллических и аморфных областей. Такое строение волоконобразующих полимеров придает волокнам достаточную прочность, гибкость, эластичность.

Морфологическая структура, или микроструктура, текстильных волокон представляет собой более низкий структурный уровень и включает в себя внешнюю и внутреннюю структуры. К внешней структуре относятся толщина, длина, форма поперечного сечения, извитость, характер поверхности; к внутренней структуры – слоистость, пористость, наличие каналов и сердцевины, сочетание различных полимеров. Наиболее сложной морфологической структурой обладают природные

волокна, например шерсть. В последние годы среди химических волокон все чаще появляются волокна со сложной морфологической структурой (полые, слоистые, комбинированные).

В промежутках между фибриллами в волокнах природного происхождения располагаются вещества-спутники (пигменты, клеящие вещества, низкомолекулярные фракции целлюлозы, жировосковые вещества и др.).

Молекулярная и надмолекулярная, а также морфологическая структура волокна определяет свойства волокон и нитей, их прочность, способность к поглощению паров, газов, жидкостей, окрашиванию, упругость, растяжимость и другие.

Характеристика строения основных волокнообразующих полимеров представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристика строения волокнообразующих полимеров

Волокнообразующий полимер	Структурная формула	Конфигурация цепи (форма макромолекулы)	Степень полимеризации	Наименование волокна для которого полимер является волокнообразующим
1	2	3	4	5
α-целлюлоза	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3 - \right]_n$	Прямая линейная	5000-6000 25000-30000 300-350 400-450 500-550	Хлопок Лен Обычное вискозное волокно Вискозное высокомолекулярное (сиблон) Полинозное
Триацетат целлюлозы	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 \text{O} \text{COCH}_3 - \right]_n$	Прямая линейная	300-400	Триацетатное
Диацетат целлюлозы	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2\text{OH} \text{O} \text{COCH}_3 - \right]_n$	Прямая линейная	250-400	Ацетатное

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
Кератин		Пространственная сетка (сшитый полимер)	600–700	Шерсть
Фиброин	– // –	Линейная пологая спираль	2500–3000	Натуральный шелк
Полиэтилен	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \right]$	Линейная, вытянутая трансзигзаг	около 2000	Полиэтиленовое
Полипропилен		Линейная спираль	1900–5900	Полипропиленовое
Поливинилхлорид		Линейная-вытянутая	800–1000	Хлорин, малоусадочный ПВХ
Поливиниловый спирт		Линейная вытянутая трансзигзаг	1300–1800	Винол
Полиакрилонитрил		– // –	1000–2000	Нитрон
Полиамид	Участки метиленовых групп $\left[\text{CH}_2 - \right]$, соединенные амидными группами –CONH–	– // –	100–220	Капрон Анид Энант

1.3. Свойства текстильных волокон

Свойство продукции – это объективная особенность продукции, которая проявляется при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Свойства характеризуются качественными и количественными показателями.

Все свойства волокон можно разделить на геометрические (длина, толщина); механические (разрывная нагрузка, разрывное удлинение, полная деформация и ее составные части), физические (гигроскопические, тепловые свойства, светостойкость и др.), химические (устойчивость к действию кислот, щелочей, органических растворителей).

Геометрические свойства

Толщина волокон характеризуется прямыми (диаметр поперечного сечения $d_{\text{усл}}$ и d_p , мм и площадь поперечного сечения S , мм²) и косвенными характеристиками (линейная плотность, метрический номер).

Линейная плотность, T , [текс] – характеризуется массой, приходящейся на единицу длины волокна:

$$\dot{O} = \frac{m}{L}, \quad (1.1)$$

где m – масса, г

L – длина, км.

Чем больше T , тем толще волокно.

Метрический номер, N_m , [м/г] – величина, обратная линейной плотности. Чем выше N_m , тем тоньше волокно. Соотношение между линейной плотностью T и метрическим номером N_m устанавливается формулой

$$N_m \times T = 1000; \quad N_m = \frac{1000}{T}. \quad (1.2)$$

Соотношение между прямыми и косвенными характеристиками выражается следующими формулами:

$$d_{\text{овс}} = 0,0357 \sqrt{\frac{\dot{O}}{\gamma}}; \quad (1.3)$$

$$d_{\text{в}} = 0,0357 \sqrt{\frac{\dot{O}}{\delta}}, \quad (1.4)$$

где γ – плотность вещества волокна, мг/мм³

δ – объемная масса волокна, мг/мм³.

Длина волокон характеризуется длиной, высотой и протяженностью волокна.

Длина волокна, L , [мм] – расстояние между концами распрямленного волокна.

Высота волокна, H , [мм] – расстояние между концами нераспрямленного волокна.

Протяженность волокна (распряменность) – отношение высоты H к длине L волокна.

Геометрические свойства волокон определяют выбор системы пряжи, толщину и прочность получаемой пряжи.

Механические свойства

Механические свойства характеризуют способность волокон сопротивляться действию внешних сил.

При полном разрушении волокна определяют разрывную нагрузку и разрывное удлинение.

Разрывная нагрузка, P_r , [мН], [сН] – наибольшее усилие, которое выдерживает волокно при растяжении до разрыва.

Разрывное удлинение – приращение длины волокна к моменту разрыва. Различают абсолютное разрывное удлинение, l_r , [мм] и относительное разрывное удлинение, E_r , [%]:

$$l_r = L_k - L_0; \quad (1.5)$$

$$E_r = \frac{l_r}{L_0} \times 100, \quad (1.6)$$

где L_k – длина волокна к моменту разрыва;

L_0 – начальная длина волокна.

При приложении нагрузок меньше разрывных определяют полную деформацию и ее составные части.

Полная деформация:

$$E_{\text{ит}} = \frac{L_\epsilon - L_0}{L_0} \times 100, \quad (1.7)$$

где L_k – длина волокна к моменту разгрузки;

$E_{\text{пол}}$ – складывается из упругой, эластической и пластической деформаций.

Упругая деформация, E_y , % – мгновенно исчезающая (со скоростью звука – 1500–2500 м/с) после снятия нагрузки деформация.

Эластичная деформация, E_ϵ , % – постепенно исчезающая после снятия нагрузки деформация (за время отдыха).

Пластическая деформация, E_n , % – неисчезающая после снятия нагрузки деформация (даже после длительного отдыха):

$$E_{\text{пол}} = E_y + E_\epsilon + E_n. \quad (1.8)$$

Физические свойства

Физические свойства характеризуют способность волокон к поглощению водяных паров, газов, жидкостей, а также светостойкость, тепловые, электрические, акустические и другие свойства.

Важнейшими характеристиками способности волокон к поглощению водяных паров являются следующие.

Фактическая влажность, $W_{\text{ф}}$, % – показывает, какая часть массы волокна приходится на массу влаги, содержащейся в волокне, при данной фактической влажности воздуха.

Гигроскопичность, $W_{\text{г}}$, % (max влажность) – влажность волокна при относительной влажности воздуха ϕ , равной 100%, и температуре воздуха 20°C.

Нормальная влажность, $W_{\text{н}}$, % – влажность волокна при относительной влажности воздуха ϕ , равной 65%, и температуре воздуха 20°C.

Кондиционная влажность, $W_{\text{к}}$, % – условно установленная, постоянная для данного вида волокна влажность, близкая к нормальной.

Тепловые свойства волокон определяют их поведение в условиях пониженных или повышенных температур.

Морозостойкость характеризуется температурой, ниже которой наблюдается резкое ухудшение свойств волокон.

Теплостойкость – характеризуется максимальной температурой, выше которой наблюдается резкое ухудшение основных свойств волокон.

Термостойкость – характеризуется температурой, при которой происходит термическая деструкция полимера (разрушение).

В зависимости от изменений, происходящих с волокнами под действием высоких температур, различают термо- и нетермопластичные волокна.

По *огнестойкости* волокна резко отличаются. Асбестовые и стеклянные волокна не горят, а только плавятся при температуре выше 1000°C. Шерсть, шелк, ацетатные, капроновые, лавсановые и нитроновые волокна горят лишь в пламени. Хлопковые, льняные, вискозные и медно-аммиачные волокна сгорают очень быстро как в пламени, так и вне его.

Светостойкость волокон зависит от их химической природы. Все волокна (кроме минеральных) разрушаются под действием света, кислорода, влаги и т.д. вследствие фотохимического распада (деструкции) основного вещества. Минимальной светостойкостью обладают хлорин и натуральный шелк, максимальной светостойкостью – нитрон и ПВХ волокно.

Химические свойства

К химическим свойствам волокон относятся прежде всего водостойкость и хемостойкость.

Водостойкость волокон характеризуется их стойкостью к действию воды. Молекулы воды могут поглощаться поверхностью волокна, проникать в пространство между макромолекулами полимеров или химически связываться с ними. Вода в волокнах может быть сорбированная и химически связанная. Целлюлозные и белковые волокна набухают в воде, особенно вискозные и медноаммиачные. Хлопок и лен в мокром состоянии несколько упрочняются. Гидратцеллюлозные волокна, шерсть, натураль-

ный шелк, ацетатные, триацетатные, поливинилспиртовые волокна снижают прочность. Поливинилхлоридные, полиэфирные, полиолефиновые и полиуретановые волокна сохраняют свою прочность в мокром состоянии. Удлинение всех волокон при сильном увлажнении увеличивается.

Хемостойкость волокон характеризуется их стойкостью к действию различных химических реагентов: кислот, щелочей, окислителей, восстановителей и органических растворителей.

Кислоты оказывают разрушающее воздействие на все волокна. Более устойчивы к кислотам шерстяные волокна, наименее устойчивы – целлюлозные волокна. Слабые растворы кислот оказывают положительное воздействие на шерстяные волокна. Достаточно устойчивы к действию минеральных и органических кислот полиэфирные, поливинилхлоридные, полиакрилонитрильные, полиолефиновые волокна. Едкие щелочи наиболее сильное разрушающее воздействие оказывают на волокна животного происхождения. При низких температурах под действием концентрированных щелочей хлопок и лен набухают, приобретают шелковистый блеск и увеличивают прочность.

Окислители в большей степени разрушают целлюлозные и поливинилспиртовые волокна, наиболее устойчивы к ним – лавсан, нитрон, ПВХ. К действию восстановителей более устойчивы целлюлозные волокна.

К действию органических растворителей наиболее устойчивы натуральные волокна. Химические волокна по отношению к органическим растворителям ведут себя избирательно. Так, ацетатное волокно разрушается в ацетоне, капрон – в феноле при нормальных условиях, лавсан – в феноле при нагревании, нитрон – в диметилформамиде и т.д. Такое избирательное поведение химических волокон положено в основу химических методов их распознавания, а также используется при получении волокон.

Значения показателей свойств различных текстильных волокон приведены в табл. 1.2.

1.4. Натуральные волокна: получение, строение, свойства и применение

Как было сказано выше, натуральные волокна образуются в природе без участия человека и могут быть органическими (растительного и животного происхождения), и неорганическими, т.е. минеральными. Натуральные волокна растительного происхождения получают из семян (хлопок), а также из стеблей, листьев и плодов растений (лубяные волокна). Натуральные волокна животного происхождения получают из волосного покрова животных (шерсть овечья, верблюжья, козья), или они представляют собой выделения желез насекомых – гусениц тутового или дубового шелкопрядов (натуральный шелк). Неорганические минеральные волокна (асбест) залегают в горных породах в виде волокнистой массы, способной разделяться на отдельные волокна.

Таблица 1.2

Показатели характеристик свойств текстильных волокон

Волокно	Степень полимеризации	Плотность, г/см ³	Линейная плотность, текс	Удельная разрывная нагрузка для волокна	
				сухого, сН/текс	мокрого, % нагрузки для сухого
Хлопковое	5000–6000	1,52–1,56	0,12–0,2	19–36	110–120
Льняное: элементарное техническое	20000–30000 –	1,5 –	0,17–0,3 5–8	54–72 40–60	110–120 –
Шерстяное	600–700	1,3–1,32	0,3–1	10,8–13,5	65–75
Шелковое	3000	1,37	0,11–0,13	27–31,5	80–90
Вискозное	300–350	1,5–1,56	0,33–0,5	14,5–25	40–50
Полинозное	500–550	1,5–1,56	0,13–0,17	35–40	75–85
Ацетатное	300–400	1,32	0,2–0,5	10,8–13,5	55–60
Триацетатное	300–400	1,28–1,3	0,33–0,67	11–12	80–85
Казеиновое	–	–	0,3–0,6	–	–
Полиамидное (капрон, анид)	100–200	1,14	0,17–0,4	35–70	90–95
Полиэфирное (лавсан)	100–150	1,38–1,39	0,13–0,44	40–55	100
Поливинилхлоридное: хлорин винитрон	800–1000 –	1,6 1,6–1,75	0,17–0,3 0,17–0,3	18–25 16,2–22,5	100 100

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
Полиакрилонотрильное (нитрон)	1000–2000	1,16–1,18	0,12–0,3	32–39	100
Поливинилспиртовое (винол)	1000–2000	1,31-1,32	0,12–0,3	30–40	75–85
Полиэтиленовое	–	0,94-0,96	0,12–0,3	60–70	100
Полипропиленовое	1900–5900	0,91-0,92	0,12–0,3	25–45	100
Полиуретановое (спандекс, лайкра)	–	1,1-1,25	–	6–8	–

Волокно	Удлинение волокна		Кондици- онная влажность, %	Устойчи- вость к истира- нию, цик- лы	Устой- чивость к изгибу, циклы	Термостойкость, °С	
	сухого	мокрого				Темпера- тура экс- плуатации	Темпера- тура раз- рушения
1	2	3	4	5	6	7	8
Хлопковое	7–9	8–10	6	900	50 000	140–150	170–180
Льняное: элементарное техническое	2–2,5 3	2,5–3 4	11–12 11–12	– –	– –	140–150 140–150	170–180 170–180
Шерстяное	25–35	30–50	15–17	800	300 000	140–160	170–180
Шелковое	18–24	20–28	10–11	–	–	140–160	170–180
Вискозное	20–30	25–35	12–18	450	16 000	130–150	200–220

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Полинозное	11–13	12–15	12–13	–	6000	130–150	200–220
Ацетатное	22–30	28–35	6–8	409	10000	100–110	180
Триацетатное	25	28	3,2	160	17000	–	–
Казеиновое	До 50	До 60	10–11	–	–	150-160	200
Полиамидное (капрон, анид)	20–25	22–28	3,5–4	2200	5000	120-130	200
Полиэфирное (лавсан)	20-25	20–25	0,2–0,4	1360	30000	150	230–250
Поливинилхлоридное: хлорин винитрон	20–24 20–30	20–24 20–30	0–0,3 0-0,2	200 –	3600 300	До 70 –	80–90 –
Полиакрилонотрильное (нитрон)	18–22	18–22	0,1–0,9	135	36000	–	–
Поливинилспиртовое (винол)	30–35	35–43	3,5–5	7000	800000	–	220
Полиэтиленовое	10–12	10–12	0	–	–	–	127–132
Полипропиленовое	15–30	15–30	0	–	100000	До 80	–
Полиуретановое (спандекс, лайкра)	600–800	–	1,0–1,5	–	–	До 90	150–200

Примечание. Прочерк означает, что сведений нет.

Хлопок

Из истории хлопка и хлопководства. Хлопок – одно из древнейших прядильных волокон. Родиной хлопководства является Индия, где хлопок выращивали на обширных плантациях в долинах Инда и Ганга, на восточном побережье полуострова Индостан и плоскогорье Декан. Первые упоминания о хлопке относятся к XV веку до н.э.

Распространению хлопка на Запад способствовали завоевательные походы Александра Македонского. Однако он довольно медленно распространялся по миру. Сначала эта культура проникла в Китай, и там ее знали за 2,5 тыс. лет до н.э., но использовали в основном как декоративное растение. И лишь с XIII века, после завоевания Китая монголотатарами, хлопководство укрепило свои позиции. Известно, что по Великому шелковому пути возили не только шелковые, но и хлопчатобумажные ткани, а также хлопок, хлопчатобумажную пряжу и красители для тканей.

Важную роль в распространении хлопка в Европе в XI–XII веках сыграли крестовые походы западноевропейских феодалов на Ближний Восток. Технология производства хлопка получила распространение в Италии, а затем через Швейцарию пришла в Германию, далее в Саксонию, Францию и Англию. На Руси хлопок стал известен в середине XV века благодаря торговым связям с Бухарой, Самаркандом и другими городами Средней Азии. Во второй половине XVII века, при царе Алексее Михайловиче, была предпринята попытка разводить хлопок под Москвой, но она потерпела полный провал. Первым в России в 20-е годы XVIII века хлопчатобумажные ткани стал производить обрусевший голландец Аван Тамес. В конце XVIII века хлопчатобумажное (ситцевое) производство зарождается в центральных районах России – Ивановской, Тверской, Владимирской и Московской областях. В итоге ожесточенной конкуренции с исконно русским льном хлопчатобумажные ткани заняли лидирующие положение в производстве тканей из натуральных волокон.

Получение хлопка и первичная переработка. Хлопком называют волокна, растущие на поверхности семян растения хлопчатника, относящегося к семейству мальвовых. Различают следующие виды хлопчатника: коротковолокнистый, средневолокнистый (волосистый) и тонковолокнистый.

Коротковолокнистый хлопчатник даёт наиболее короткое волокно – менее 26 мм, которое в текстильной промышленности практически не используется. Промышленное значение имеют средневолокнистый и тонковолокнистый хлопчатник.

Средневолокнистый хлопчатник дает волокно со средней длиной 30–35 мм. Он созревает через 130–140 дней со дня посева и является

наиболее урожайным. *Тонковолокнистый хлопчатник* имеет более длительный период созревания и требует более благоприятных климатических условий, а также является менее урожайным по сравнению со средневолокнистым хлопчатником. Но он дает самое длинное, 35–45 мм и более тонкое и прочное волокно, которое применяется для выработки наиболее высококачественной пряжи и изделий из неё.

Основными поставщиками хлопка для Российских текстильных предприятий являются государства Средней Азии – бывшие союзные республики СССР: Узбекистан, Туркмения, Таджикистан и др. Однако климатические условия этих государств позволяют выращивать, в основном, средневолокнистый хлопчатник. На долю посевных площадей тонковолокнистого хлопчатника приходится лишь около 10%. Помимо названных стран хлопок выращивают в США, Индии, Китае, Пакистане, Египте, Турции, Мексике и других государствах, обладающих соответствующими климатическими условиями. Причем предпочтение здесь отдается тонковолокнистому хлопчатнику, что обеспечивает высокое качество производимых хлопчатобумажных материалов.

Хлопчатник высевают, когда температура почвы достигает 13–15°C. Через 60–70 дней на сформировавшемся кусте появляются первые цветы, которые живут всего один день. После опадания цветка начинается развитие из завязи плода – коробочки. Внутри развивающихся коробочек образуются семена, на поверхности которых появляются волокна, представляющие собой тонкостенные трубочки, наполненные протоплазмой. В течение 30–40 дней после цветения происходит интенсивный рост волокна в длину, сопровождающийся незначительным увеличением толщины их стенок. Далее рост волокон в длину прекращается и в последующие 20–30 дней осуществляется процесс постепенного послойного отложения целлюлозы на стенках волокна (процесс созревания волокна). При этом наружный диаметр волокон D остается неизменным, а диаметр канала d вследствие утолщения стенок уменьшается, и отношение D/d увеличивается. Полное созревание волокна происходит через 50–70 дней после цветения.

К моменту созревания большинства волокон стенки коробочек рассыпаются, сами коробочки раскрываются. Поскольку цветение куста, формирование и созревание коробочек происходит последовательно, начиная с нижних веток куста, *хлопок-сырец* (семена хлопчатника, покрытые волокнами) приходится собирать в несколько приемов. Сбор сырца – трудоемкая операция. Применяют ручной и машинный сбор. Ручной сбор является крайне трудоемким, однако волокно при нем меньше повреждается, а следовательно является более качественным. При машинном сборе значительно повышается производительность труда (в 50–70 раз), но волокно при этом более засорено растительными примесями и требует более интенсивной очистки. Кроме того, необхо-

димось применения значительного количества ядохимикатов (например, для удаления листьев с куста перед сбором) делает машинный сбор и само волокно менее экологичным.

Хлопок-сырец содержит 30–40% волокна (со средней длиной 20 мм и более), 3–5% пуха (волокон со средней длиной менее 5 мм). Масса очищенных семян составляет 55–65%.

Первичная обработка хлопка-сырца включает предварительную очистку и отделение семян. Предварительная очистка предусматривает удаление из волокнистой массы частиц стеблей, коробочек, камней, почвы, кусков металла и т.п. и осуществляется на специальных машинах – камнеуловителях (удаление тяжелых примесей), а затем на очистителях с колковыми барабанами (удаление мелких сорных примесей). Отделение волокон от семян осуществляется на машине, называемой волокнуотделителем (или джином). После процесса джинирования волокно хлопка прессуют в кипы, в виде которых хлопок поступает на дальнейшую обработку на хлопкопрядильные фабрики.

Строение хлопка и химический состав. Строение хлопкового волокна зависит от степени его зрелости и характеризуется следующими особенностями. Имеется первичная стенка волокна толщиной около 1 мкм, которая расположена снаружи и содержит около 50% целлюлозы. На наружной поверхности первичной стенки сосредоточены жировосковые вещества, чем и объясняется плохая смачиваемость хлопкового волокна водой и другими жидкостями. За первичной следует основная многослойная вторичная стенка толщиной около 6–8 мкм, состоящая из суточных отложений целлюлозы, образуемых путем фотосинтеза из протоплазмы. Внутри волокна находится канал. Незрелое волокно заполнено протоплазмой, а в зрелом находятся лишь ее остатки.

Исследования с помощью электронного микроскопа показали, что отдельные слои целлюлозы образованы из фибрилл, представляющих собой сложный комплекс микрофибрилл, состоящий из десятков и сотен больших цепных молекул целлюлозы. Отдельные молекулы в микрофибриллах и микрофибриллы в фибриллах прилегают друг к другу неплотно и удерживаются силами межмолекулярного взаимодействия, а также благодаря тому, что длинные цепные молекулы входят своими отдельными частями (звеньями) в разные микрофибриллы и фибриллы. Следовательно, как и в отдельных суточных слоях, так и между слоями имеются неплотности, поры, микрощели, которые оказывают существенное влияние на поведение целлюлозных волокон, в частности хлопка, при различных химических процессах обработки, например при крашении.

Микрофибриллы и фибриллы располагаются в отдельных слоях целлюлозы спирально, под углом 20–40° к оси волокна, поэтому волокна закручиваются спирально относительно своей оси. При этом угол

наклона от периферии к центру волокна постепенно уменьшается. По мере созревания волокна остатки протоплазмы в канале засыхают, и волокно сплющивается. При рассмотрении в световом микроскопе можно видеть, что волокна имеют вид скрученных ленточек со стенками определенной толщины и каналом, ширина которых зависит от зрелости (рис. 4). Число извитков на 1 мм длины волокна средневолокнистого хлопка составляет 8–9, а тонковолокнистого – 10–12.

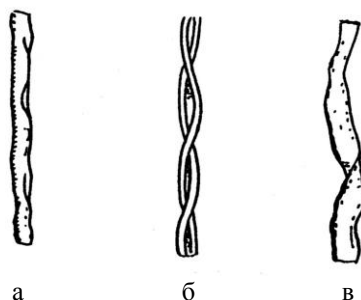


Рис. 4. Строение хлопкового волокна различных степеней зрелости:
а – перезревшее; б – зрелое; в – незревшее

Зрелость является специфическим свойством хлопкового волокна и учитывается при оценке его качества (определении сорта волокна). По степени зрелости волокна делят на одиннадцать групп. Совершенно незрелые волокна с отношением $D/d = 1,05$ оцениваются коэффициентом зрелости $Z=0$ (рис. 4, в), а предельно зрелые, когда $D/d=5$ – коэффициентом зрелости 5 (рис. 4, а). На последних извитость уже исчезает. Волокна, находящиеся между этими крайними группами, обозначаются промежуточными коэффициентами зрелости. Разница в коэффициенте зрелости двух соседних групп составляет 0,5.

Ввиду трудности измерения размеров наружного диаметра D и диаметра канала d сплюснутых волокон зрелость определяют путем сравнения рассматриваемых волокон с фотографиями волокон, соответствующих разным коэффициентам зрелости, и другими методами. Обычно определяют средний коэффициент зрелости для 250 волокон, так как в массе содержатся волокна разной зрелости. Наиболее пригодны для текстильной переработки волокна со степенью зрелости 2,5–3,5. С увеличением степени зрелости повышается прочность волокон, их упругость, крашиваемость, улучшаются сорбционные свойства и др.

Появление, рост в длину и созревание всех волокон на семени происходит не одновременно, в связи с чем даже на одном семени волокна неодинаковы как по длине и зрелости, так и другим свойствам. Поэтому

при испытаниях волокон обычно определяют среднюю длину, средний коэффициент зрелости, среднюю разрывную нагрузку и т.п.

Основным волокнообразующим полимером волокна является α -целлюлоза со степенью полимеризации 5–6 тысяч, на долю которой в зрелых волокнах приходится 95–97% (в совершенно незрелых волокнах – только 80%). Остальные 3–5% приходятся на низкомолекулярные фракции целлюлозы (гемицеллюлозу) – до 1,5%; жировосковые вещества – до 1%; белковые и зольные (минеральные) вещества – до 1,5%. α -целлюлоза хлопка имеет аморфно-кристаллическое строение со степенью кристалличности около 70%.

Свойства хлопкового волокна. Длина и толщина волокон зависят от сорта хлопчатника. Коротковолокнистый хлопок имеет длину до 26 мм, средневолокнистый 28–34 мм, тонковолокнистый 35–50 мм. Средний диаметр поперечного сечения волокон 15–25 мкм.

Тонковолокнистый хлопок перерабатывается в тонкую и гладкую гребенную пряжу для изготовления наиболее тонких и высококачественных тканей – батиста, маркизета, гребенного сатина. Средневолокнистый хлопок идет на среднюю по толщине и пушистости пряжу для изготовления ситца, бязи, кардного сатина. Из коротковолокнистого хлопка вырабатывается толстая и пушистая пряжа для байки, фланели и бумазеи. Наиболее короткие (до 20 мм) волокна – хлопковый подпушек – используется для получения холстов нетканых полотен и в качестве сырья для производства искусственных волокон.

Прочность и удлинение волокон зависят от степени их зрелости, так как по мере вызревания хлопка происходит спиральное отложение молекул целлюлозы на стенках волокна, и зрелые волокна приобретают спиральную извитость. Доля пластической деформации в полном удлинении составляет 50%, поэтому хлопчатобумажные ткани сильно сминаются.

Гигроскопичность хлопка с увеличением влажности увеличивается и при 100%-й относительной влажности воздуха составляет около 20%. Хлопок обладает способностью быстро впитывать влагу и быстро ее испарять, т.е. быстро высыхает. При погружении в воду волокна набухают и их прочность увеличивается на 10–20%.

Химические свойства. Хлопок устойчив к действию щелочей, но разрушается даже разбавленными кислотами. При длительном действии кислот волокна полностью теряют прочность. Концентрированная серная кислота обугливает волокна.

На способности хлопка набухать в холодных едких щелочах и повышать при этом прочность, окрашиваемость и приобретать шелковистость и блеск основано проведение специальной операции отделки – мерсеризации. Горячие едкие щелочи при действии на хлопок вызывают

окисление и деструкцию целлюлозы, поэтому волокна теряют прочность.

На способности хлопка растворяться в медно-аммиачном реактиве (растворе гидроксида меди в нашатырном спирте) основано получение медно-аммиачного волокна.

Хлопок достаточно устойчив к действию восстановителей, применяемых при крашении и отбеливании (гидросульфит, ронгалит). Под действием окислителей, используемых для отбеливания (перекись водорода, персульфаты, пербораты и др.), происходит деструкция, окисление целлюлозы и снижение прочности волокна на 20–25%. Органические растворители, применяемые при химической чистке, не влияют на свойства волокон.

Светостойкость. Под действием светопогоды хлопок, как и все органические волокна, теряет прочность. Инсоляция (солнечное облучение) в течение 940 ч снижает прочность волокон на 50%.

Тепло- и термостойкость. При температуре более 150°C сухие волокна теряют прочность, появляется легкая желтизна, затем волокна буреют и при температуре 250°C обугливаются. Волокна хлопка горят желтым пламенем, образуя серый пепел, ощущается запах жженой бумаги.

Благодаря наличию канала, открытого с одной стороны, и относительно тонким стенкам хлопок хорошо окрашивается.

Лубяные волокна. Лен

Лубяными называют волокна, залегающие в стеблях, листьях или оболочках плодов различных растений. К стеблевым относят лён, рами, пеньку, джут, кенаф; к листовым – манильскую пеньку, сизаль, генекен и др., из оболочек плодов кокосового ореха получают койр. Благодаря высокой прочности, гибкости и хорошим сорбционным свойствам наиболее ценным из всех лубяных волокон является волокно льна, которое используют для выработки бытовых и технических тканей, трикотажа, а также кручёных изделий. Остальные лубяные волокна являются более прочными, но одновременно и более жёсткими и грубыми; используют их главным образом для изготовления изделий технического назначения: тарных тканей, канатов, верёвок, шпагатов и т.п. Пеньку иногда используют для изготовления прочных тканей типа парусины и брезента. В мировом производстве лубяных волокон на долю льняного волокна приходится около 12%, джута – 65%, пеньки – 5% и жёстких листовых волокон – 18%.

Из истории производства льняных волокон и тканей. Лен был известен уже в каменном веке. Его остатки обнаружены при раскопках древнейших свайных построек в озерных районах Швейцарии. Остатки

льняных тканей находили и в других местах. Так, лоскут льняной ткани, который был найден в поселке Чатал Хюйтюк на территории Турции, датируется 6500 г. до н.э. Природные условия долины Нила способствовали разведению льна в Египте. Мастерство ткачей в этой стране достигло невероятного совершенства. Египетские мастера умели не только ткать тончайшие полотняные ткани, но и знали способ предохранения их от тления. Им был известен секрет лака, который позволял сохранять яркость и свежесть красок в течение многих веков.

Одежду из льна делали не только египтяне, но и сирийцы. Именно эти страны поставляли лен в Древнюю Грецию вплоть до IV века. Белые, отделанные пурпуром одежды из льна, очень высоко ценились у греков. Римская империя была знакома с производством льна со II в. до н.э. Лен исключительно высокого качества выращивали в Древней Колхиде, откуда тонкие льняные ткани поступали в Рим и во все страны Древнего Востока.

В средние века норманы и фризы (народы нынешних Нидерландов и Германии) ставили на корабли паруса из льняного полотна. Славились льняные ткани из Италии, Испании, Франции и Фландрии, а с XVII в. лидирующее положение по производству тканей из льна заняла Англия.

Нашим предкам славянам лен был хорошо известен с древних времен. Тонкие льняные полотна, которые производили на Руси, называли русским шелком. В X–XIII вв. граница возделывания льна дошла до 60° северной широты: это значительно севернее Пскова, Новгорода и даже Вологды. Лен получил всеобщее признание.

В XIII в. с русскими льняными тканями познакомились за границей, и с того времени лен, пенька и полотна из них стали предметом русского экспорта. XVIII в. был ознаменован указом Петра I. Было создано предприятие Казенный Хамовный двор (1700 г.) по выпуску парусины для флота, а затем (1706 г.) – Полотняный завод для производства полотен, скатертей и салфеток, для которого были специально приглашены мастера из Амстердама и привезены специальные станы.

Окончательную отмену ограничений в льноторговле можно отнести к царствованию Екатерины II. Благодаря этому экспорт продуктов льнопроизводства стал заметно развиваться, и Россия в этом плане оказалась впереди других государств, в том числе и Англии, охотно покупавшей русский лен.

Получение льна и первичная обработка. Льняные волокна получают из лубяной части стебля однолетнего травянистого растения – льна, которое требует для своего произрастания умеренного климата и достаточной влажности. Основными странами, выращивающими лён, являются Россия, Украина, Белоруссия, Германия, Франция, Польша, Румыния, Чехия, Словакия, Бельгия, Голландия и др. В России основными районами льноводства являются Псковская, Смоленская, Воло-

годская, Костромская, Ярославская, Брянская и другие области. Существуют различные разновидности льна культурного: лён-долгунец, лён-кудряш, лён-межеумок и лён стелющийся. В Российской Федерации возделывают лён-долгунец и лён-кудряш. Для получения длинного, прочного волокна наиболее пригоден лён-долгунец, который имеет прямой неветвистый стебель высотой 80–90 см и диаметром 0,8–1,4 мм с небольшим количеством (10–12) семенных коробочек (рис. 5,а). На его долю приходится 90% посевных площадей льна. Лён-кудряш (рис. 5,б) высевают для получения масличных семян. Он имеет короткий ветвистый стебель, дающий большое количество семенных головок. Короткие и грубые волокна из стебля льна-кудряша используются в основном для изготовления грубых тарных и технических тканей.

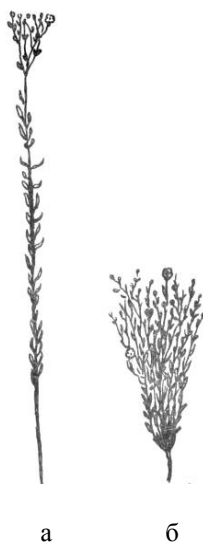


Рис. 5. Стебель льна-долгунца (а) и льна-кудряша (б)

Лён высеивают весной, когда почва прогревается до 7–8 °С. Через 5–6 недель начинается цветение льна, сопровождающееся усиленным ростом стеблей и образованием в их коре пучков волокон, плотно прилегающих друг к другу (что придает им гранёную 4–5-угольную форму) и прочно склеенных пектиновыми (клеящими) веществами. Через 12 недель после посева образование пучков волокон в стебле заканчивается, а сами стебли приобретают светло-желтую окраску (стадия ранней желтой спелости). Уборка льна именно в этой стадии позволяет получить наиболее высокий урожай хорошего по качеству волокна и пригодные для посева семена. При более ранней уборке волокно получается

тоньше, но менее прочное, а при более поздней уборке (через 13 недель после посева) получают огрубевшее волокно (вследствие накопления в нём лигнина).

Уборку, или теребление, льна осуществляют путём выдёргивания стеблей из почвы с помощью льнотеребилков. Затем стебли связывают в снопы и сушат в поле, устанавливая их шатрами, или в специальных сушилках. Далее отделяют семенные головки и получают продукт, называемый льняной соломой, которую отправляют на заводы для первичной обработки или выполняют её на месте.

Первичная обработка льна включает мочку льняной соломы для ослабления связей между отдельными слоями стебля льна, получение льняной тресты (солома после мочки и сушки), её мятьё (размельчение и частичное удаление древесины стеблей) и трепание (удаление примесей и выделение технического волокна льна). Продуктом первичной переработки является трёпанный лён. Это грубое техническое волокно, которое называется льном-сырцом. Лён-сырец поступает в прядильное производство в виде плотно спрессованных кип.

Выделанные волокна льна-сырца подвергают гребнечесанию, в результате чего получают пряди длинных очищенных технических волокон чесаного льна и короткие волокна-очесы. Из чесаного льна получают гребенную высококачественную пряжу, а очесы вместе с короткими волокнами, полученными от отходов трепания, используют либо для получения оческовой пряжи, либо для получения *катонина* – хлопкоподобного льняного волокна. Суть *катонизации* заключается в уменьшении длины пучков очеса и разделении их до уровня элементарных волокон одним из четырех способов: химическим, механическим, механохимическим или биологическим. При химическом способе разделение происходит путем разрушения лигнина и пектина химическими реагентами, при механическом – путем разрезания или разрыва волокнистой массы, при биологическом – за счет расщепления пектиновых веществ ферментами.

Строение стебля и волокна льна, химический состав волокна.

Стебель льна, как и других лубяных растений, состоит из различных по своему назначению и строению тканей (рис. 6), основными из которых являются: покровная ткань 1, состоящая из одного ряда плотно сомкнутых клеток, покрытых снаружи тонкой плёнкой – кутикулой; коровая паренхима 2, состоящая из тонкостенных, равновеликих и неодревесневших клеток, которые содержат запасы питательных веществ в стеблях и служат ложем для волокон льна 3; тонкий слой камбия 4, состоящего из клеток, жизнедеятельность которых обеспечивает рост льна; мощный слой древесины 5, являющийся остовом всего стебля; сердцевина 6, состоящая из рыхлых тонкостенных клеток, в результате отмирания которых образуется полость 7 стебля. Волокна льна образуются в

паренхиме коры и представляют собой компактные пучки, состоящие из отдельных элементарных волокон, представляющих собой прозенхимные клетки, которые равномерно распределены по окружности стебля. В среднем в стебле льна содержится от 350 до 650 элементарных волокон, образующих 20–30 пучков с числом элементарных волокон (в каждом из них от 15 до 24). Волокна склеены в пучки пектиновыми веществами.

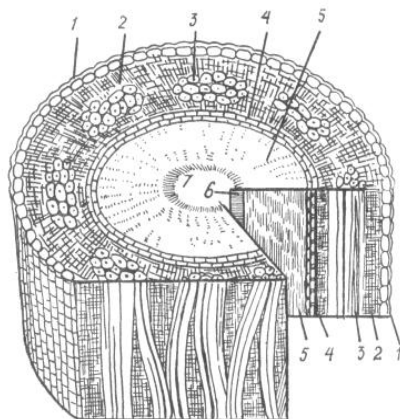


Рис. 6. Поперечный разрез стебля льна

Элементарные волокна (средняя длина 10–24 мм, поперечник 12–20 мкм) имеют сильно вытянутую веретенообразную форму с закрытыми заострёнными концами (рис. 7). Каждое волокно имеет посередине узкий канал. Пучки связаны с окружающими их клетками коровой паренхимы также посредством срединных пластинок, но с меньшим содержанием лигнина, т.е. менее одревесневших и легче разрушающихся при определенных воздействиях на стебли льна. На различиях химического состава срединных пластинок пучков и коровой паренхимы основаны процессы отделения пучков волокон от окружающих тканей стебля. Благодаря последовательному вклиниванию тонких заострённых кончиков одних элементарных волокон в промежутки между другими, технические волокна, выделяемые из стеблей льна, имеют длину 40–125 см.

Элементарные волокна льна, так же как и хлопка, имеют слоистое строение. Пучки фибрилл первичной и вторичной стенок расположены спирально под меньшим ($8-12^{\circ}$), чем в хлопковом волокне, углом.

В процессе образования и роста элементарных волокон в стебле, а также при обработках, применяемых для выделения волокон, механические воздействия вызывают деформацию изгиба или сжатия. Следствием этого является продольное расщепление волокон или образование

поперечных сдвигов, представляющих собой хорошо видимые под микроскопом узловатые коленообразные утолщения (рис. 7).

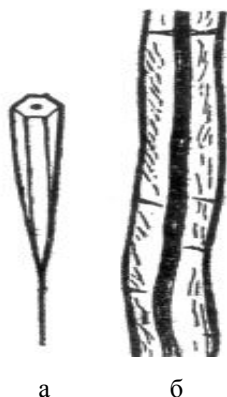


Рис. 7. Элементарное волокно льна под микроскопом:
а – внешний вид и поперечное сечение; б – продольное сечение

В поперечном сечении элементарные волокна имеют неправильную форму, чаще пятиугольную. Слоистая структура стенок волокна является следствием постепенного (с перерывами) отложения целлюлозы на стенках волокна.

Значительно большая ориентация структурных элементов относительно оси в льняном волокне по сравнению с хлопковым, у которого угол наклона пучков фибрилл составляет $20-23^{\circ}$, в среднем частично объясняет более высокую прочность льна и меньшую способность удлиняться при растяжении.

Наличие канала, закрытого с двух концов, затрудняет крашение льняных тканей.

Как и у хлопка основным волокнообразующим полимером льняного волокна является α -целлюлоза. Однако в данном случае степень ее полимеризации выше и составляет 20–30 тысяч. α -целлюлоза льняного волокна имеет аморфно-кристаллическое строение со степенью кристалличности 70%. На долю α -целлюлозы приходится 80% от массовой доли волокна, 20% – на различные примеси, в том числе 5,2% – на лигнин (продукт одревеснения клетки, повышающий жесткость волокна), 2,7% – на жировосковые вещества, 3,2% – на белковые и зольные вещества и т.п. Более высокая степень полимеризации α -целлюлозы льна, наряду с большей степенью ориентацией ее макромолекул и фибрилл, обеспечивает большую прочность волокна по сравнению с хлопком. Наличие большого количества сопутствующих веществ, особенно лиг-

нина, обеспечивает большую жесткость льна по сравнению с хлопком, а также осложняет процесс отделки и крашения льняных материалов.

Свойства льняного волокна. Физико-химические свойства льна и хлопка достаточно близки. Гигроскопичность льна выше, чем у хлопка. Лен быстро впитывает и отдает влагу. В мокром состоянии прочность элементарных волокон увеличивается, а технических уменьшается, так как размягчаются пектиновые вещества и ослабляется связь между отдельными пучками волокон. Особенностью льна является его высокая теплопроводность, поэтому на ощупь волокна всегда холодные.

Кислоты, щелочи, окислители и восстановители действуют на лен так же, как и на хлопок. Волокна льна труднее отбеливаются и окрашиваются, так как имеют более интенсивную природную окраску, толстые стенки и узкий замкнутый канал.

При кипячении в растворах СМС волокна становятся светлее и мягче, так как происходит вымывание пектиновых веществ. Органические растворители, применяемые при химической чистке, на лен не действуют.

При нагревании сухие волокна льна выдерживают более высокие температуры, чем хлопок, так как имеют большую гигроскопичность.

Светостойкость льна также несколько выше: потеря прочности на 50% происходит после инсоляции в течение 990 ч. Горит лен так же, как хлопок.

Шерсть

Из истории шерстяного волокна. Шерсть издавна известна людям. В IX–X тысячелетии до н.э. люди уже разводили овец на территории современной Европы и Азии и производили из их шерсти ткани. Наиболее древнее изображение овцы датируется приблизительно 3500 г. до н.э. В отличие от других волокон, история производства которых была связана с конкретной страной или местом, история шерсти принадлежит всему миру.

Овцеводство было широко развито в Древнем Египте – там из шерстяной ткани изготавливали свободные белые плащи, которые носили поверх льняной одежды. Шерсть также применяли для нанесения узоров на ткани из льна, а шерстяные нити использовали в качестве утка при производстве тканей из других волокон. В Индии, наравне с хлопчатобумажной одеждой, были распространены изделия из шерсти, а в Китае на высоком уровне шерстоткачество было развито уже в III в. до н.э., и некоторые ткани по прочности превосходили современные синтетические материалы. Кроме овечьей использовалась и шерсть других животных. Так, в Америке это были кролики, ламы, бизоны, опоссумы, в Азии – верблюды и козы.

В Древней Греции также преобладала одежда из шерсти и льна. Особым умением изготавливать великолепные шерстяные ткани славилась византийские ткачи, которые создавали ткани различной фактуры. Британцам шерстоткачество было известно задолго до новой эры, но римляне, завоевав остров, принесли с собой более совершенные приемы мастерства.

Для улучшения качества тканей велись работы по улучшению состава шерсти. Известно, что во II в. до н.э. римляне вывели новую тонкорунную породу овец – так называемую тарентайскую, от которой методом скрещивания была получена испанская порода мериносов, распространившаяся по всей Европе и Америке, которая давала длинное тонкое белое руно.

Главными центрами средневекового суконного производства в Европе были итальянские города Флоренция и Брюгге. Главным центром по продаже тканей из шерсти были ярмарки в Шампани. Кроме того, итальянское сукно шло в порты Египта, Сирии, Малой Азии, Крыма, далее в Персию, на Кавказ, на Волгу, в Среднюю Азию и далее в Китай.

Во второй половине XVIII в., после появления совершенных кардочесальных ровничных и прядильных машин, начало развиваться машинное производство шерстяных тканей. На Руси кустарное производство тканей из шерсти существовало издавна, так, в Киеве и Новгороде оно было уже в X в. Грубые шерстяные ткани ткали дома, но уже с XI в. их производили мастера шерстоткачества в монастырях при княжеских дворах. Тонкие сукна поступали из-за границы, они стоили очень дорого и доставались в основном князьям в виде награды.

Первая мануфактура была создана в Москве в 1630 г., однако, не выдержав конкуренции с привозными товарами, быстро закрылась. При поддержке Петра I в 1698 г. была создана первая фабрика армейского сукна, а в 20-х гг. XVIII в. в России насчитывалось уже около десятка шерстоткацких предприятий. Однако производство камвольных шерстяных тканей было налажено только во второй половине XIX в.

Получение и первичная обработка шерсти. Шерсть – это волокно, получаемое из волосяного покрова различных животных: овец, коз, верблюдов и др. Промышленность в основном перерабатывает овечью натуральную шерсть. В смеси с ней в небольшом количестве используют восстановленную шерсть, получаемую путем переработки шерстяного тряпья и лоскута, а также заводскую, снимаемую со шкур убитых животных при производстве кож. Натуральная овечья шерсть составляет до 98% общего количества. Остальное приходится на долю верблюжьей и козьей шерсти, козьего пуха и др.

К основным овцеводческим странам относятся Австралия, Новая Зеландия, Аргентина, Англия, Китай, бывшие союзные республики: Казахстан, Киргизстан, Узбекистан, Украина и др. В России основными

овцеводческими районами являются: Северный Кавказ, Западная Сибирь, Поволжье. В настоящее время большая часть сырья для шерстеперерабатывающей промышленности России импортируется из государств Средней Азии и других ведущих овцеводческих стран. Особое место в импорте сырья уделяется тонкой шерсти, позволяющей получать наиболее тонкие и легкие материалы.

Овечью шерсть получают от овец различных пород: тонкорунных, полутонкорунных, помесных, грубошерстных и других.

Овец тонкорунных, полутонкорунных и помесных пород, дающих однородную шерсть, стригут один раз в год – весной, при этом получают руно, которое представляет собой связный шерстяной покров, состоящий из отдельных пучков (штапелей) волокон. Эти пучки удерживаются в руне благодаря тому, что перепутаны и связаны липким жиропотом.

Грубошерстных и помесных овец с неоднородной шерстью стригут два раза в год – весной и осенью. При осенней стрижке получают в два раза меньше шерсти в виде отдельных клочков.

Основную массу шерсти, перерабатываемой в текстильной промышленности, составляет шерсть весенней стрижки, которая по сравнению с шерстью осенней стрижки имеет большую длину, но более загрязнена сорными примесями.

Волокно в отдельных частях одного и того же руна неодинаково по свойствам. Наиболее тонкая шерсть находится на лопатках, несколько более грубая – на боках и спине, еще более грубая – на ляжках и в области крестца.

Первичная обработка шерсти включает:

- сортировку (подбор на глаз одинаковых по толщине частей различных рун в отдельные партии);
- перекатку (контрольная проверка правильности сортировки всей рассортированной шерсти);
- разрыхление и трепание (разделение крупных клочков волокон на более мелкие и очистка от сорных примесей, пыли, грязи);
- мойку (очистка шерсти от жира, пота и оставшейся пыли, грязи и т.п. в мочных аппаратах);
- сушку;
- упаковку в кипы (уплотнение волокнистой массы для удобства транспортировки).

Строение шерстяного волокна и его химический состав. Шерстяное волокно состоит в общем случае из трех слоев: чешуйчатого, коркового и сердцевинного. Чешуйчатый слой выполняет защитную функцию, корковый слой обеспечивает прочность волокна, сердцевинный слой увеличивает толщину и ломкость волокна, снижает его прочность.

В зависимости от толщины и строения (наличия и развитости сердцевидного слоя) различают следующие 4 основных типа волокон овечьей шерсти: пух, переходный волос, ость, мертвый волос (рис. 8).

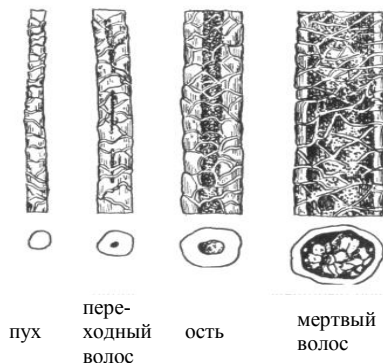


Рис. 8. Продольный и поперечный вид основных типов шерстяных волокон

Пух – наиболее тонкое извитое волокно, поперечник которого составляет 14–30 мкм, а поперечное сечение имеет близкую к круглой форму. Снаружи волокно покрыто кольцеобразными чешуйками с неровными краями, а внутри заполнено корковым слоем. Последний состоит (рис. 9) из веретенообразных клеток фибриллярной структуры длиной 80–90 мкм и поперечником 4–6 мкм. Клетки расположены вдоль оси волокон и склеены межклеточным веществом, которое при химических воздействиях на шерстяное волокно распадается раньше, чем кератин веретенообразных клеток.



Рис. 9. Схема расположения веретенообразных клеток в корковом слое пухового волокна

Установлено, что в корковом слое (кортексе) встречаются веретенообразные клетки двух видов, имеющие различные химические и физические свойства: ортокортес, характеризующийся повышенной набухаемостью в щелочах и большей выбираемостью красителя, и паракортес, отличающийся большим содержанием цистина и большей стойкостью к действию щелочей. Соотношение между этими двумя компонентами кератина шерсти разных животных различно.

Ость значительно толще и грубее пуха, почти не имеет извитости, поперечник составляет 40–60 мкм. Помимо пластинчатых чешуек, покрывающих ость снаружи, и коркового слоя здесь имеется еще по всей длине сердцевинный слой, который состоит из рыхлых тонкостенных клеток, заполненных пузырьками воздуха. Сердцевидный слой, не повышая прочности, способствует лишь повышению толщины волокна, т.е. ухудшению его качества.

Переходный волос занимает по толщине промежуточное положение между пухом и остью и имеет прерывистый сердцевинный слой.

Мертвый волос – наиболее грубое неизвитое волокно с поперечником 80 мкм и больше. Волокно это покрыто крупными пластинчатыми чешуйками и имеет узкое кольцо коркового слоя и очень большую сердцевину. Форма поперечного сечения чаще всего сплюснутая, неправильная. Мертвый волос – жесткое, ломкое волокно с малой прочностью и плохой способностью окрашиваться.

Шерсть, состоящая преимущественно из волокон одного вида (пуха или переходного волоса), называется *однородной*, а содержащая волокна всех перечисленных видов – *неоднородной*. Чем больше в неоднородной шерсти пуха и меньше мертвого волоса, тем лучше ее качество. В зависимости от толщины волокон и однородности шерсть делится на тонкую, полутонкую, полугрубую и грубую. Однородная шерсть может быть тонкой, полутонкой и полугрубой.

Тонкая шерсть состоит только из пуховых волокон, равномерных по толщине, длине, извитых, с поперечным размером 14–25 мкм. Основными породами овец, дающими тонкую шерсть, являются: советский, асканийский, азербайджанский мериносы, прекосовые (казахская тонкорунная и др.) и помесные породы.

Полутонкая и полугрубая шерсть состоит из переходных и пуховых волокон. Средний поперечный размер полутонкой шерсти 25–31 мкм, полугрубой 31–40 мкм. Длина полутонкой и полугрубой шерсти несколько больше, чем тонкой шерсти. Основные породы овец, дающие эти виды шерсти, следующие: цыгайская, горьковская, куйбышевская, грузинская и др.

Неоднородная шерсть состоит из смеси пуха, переходного волоса, ости и мертвого волоса, она неоднородна по длине и толщине. В зависимости от средней толщины эту шерсть делят на полугрубую и гру-

бую. Средний поперечный размер *неоднородной полугрубой шерсти* 24–38 мкм, а *грубой* 38,1–45 мкм и выше. Неоднородную шерсть дают тушинская, гиссарская, волошская, задонская, каракульская, сокольская и другие породы овец.

Основным волокнообразующим полимером шерстяного волокна является белковое вещество – кератин, на долю которого приходится около 90% массовой доли волокна. Кератин в большом количестве содержит остатки аспарагиновой, глутаминовой кислот, цистина, серина, лейцина и других аминокислот, соединенных в макромолекулы (имеющие форму пространственной решетки) пептидными связями. Оставшиеся 10% приходятся на жиры, воски, пигментные, минеральные и межклеточные вещества.

Свойства шерстяного волокна. Прочность шерсти в значительной степени зависит от ее строения. Относительная разрывная нагрузка и износостойкость тонкой шерсти выше, чем грубой, так как грубые волокна (ость, мертвый волос) имеют сердцевинный слой, заполненный воздухом.

Удлинение волокон включает значительную долю упругой и высокоэластической деформации, благодаря которой шерстяные ткани мало сминаются.

Шерсть тонкорунных овец обычно белая или слегка кремоватая, а грубошерстных и помесных – цветная (серая, рыжая или черная).

Блеск шерсти определяется формой и размером покрывающих ее чешуек: крупные плоские чешуйки придают шерсти максимальный блеск; мелкие, сильно отстающие чешуйки делают ее матовой.

Свойлачиваемость, т.е. способность шерсти в процессе валки образовывать войлокообразный застил, зависит от ее толщины, строения и извитости. Наибольшую свойлачиваемость имеет тонкая сильно извитая шерсть.

Гигроскопичность шерсти превосходит все волокна. Она медленно впитывает и испаряет влагу и поэтому не охлаждается. Под действием влаги и тепла кератин размягчается, и удлинение шерсти возрастает до 60% и более. На способности шерсти менять свою растяжимость и усадку при влажно-тепловой обработке основано проведение ряда операций: сутноживание, оттягивание и декатировка. При высыхании шерсть дает максимальную усадку, поэтому изделия из нее рекомендуется подвергать химической чистке.

Химические свойства. Шерсть устойчива к действию всех органических растворителей, применяемых для химической чистки. При чистке уайт-спиртом максимально сохраняется жир волокна и, следовательно, его блеск, упругость и эластичность.

Шерсть вступает во взаимодействие как с кислотами, так и со щелочами, т.е. обладает амфотерными свойствами. Разбавленные щелочи

растворяют шерсть, а разбавленные кислоты упрочняют. Шерсть растворяется при кипячении уже в 2%-м растворе едкого натра. Концентрированные кислоты разрушают волокна: азотная вызывает пожелтение, серная – обугливание. Восстановители и окислители снижают прочность шерсти. При температуре 130°C и более сухие волокна теряют прочность. По светостойкости шерсть превосходит все натуральные волокна: потеря прочности на 50% происходит после инсоляции в течение 1120 ч.

В пламени волокна шерсти спекаются, но при вынесении из пламени не горят, образуя на конце волокон спекшийся черный шарик, который легко растирается, при этом ощущается запах жженого пера.

Натуральный шелк

Из истории шелка. Искусство производить шелк родилось в Китае примерно 3 тысячи лет до н.э. В течение многих лет китайцы хранили секрет получения шелка, и тайна его изготовления очень долго оставалась неразгаданной. Корейцы познакомились с шелководством только во II в. н.э., а от них о шелке узнали японцы, индийцы и другие соседние народы. Однако, несмотря на распространение шелководства по миру, Китай еще долгое время безраздельно владел монополией на торговлю шелком, а многочисленные китайские караваны бороздили Малую и Среднюю Азию, снабжая прекрасными тканями повелителей многих стран.

Первыми европейцами, которые познакомились с продукцией шелководства, были воины Александра Македонского. Однако долгое время европейцы не имели абсолютно никакого понятия о производстве шелка. Многие ученые пытались открыть тайну шелка: некоторые приближались вплотную к ее разгадке, другие глубоко заблуждались.

Римляне стали носить шелковую одежду со времени возвращения из Китая римского консула Помпея: в 75 г. до н.э. Сначала это были ткани из бомбицины – нитей, полученных от дикого шелкового червя. Они уступали по качеству нитям из коконов тутового шелкопряда и постепенно были вытеснены натуральными шелками, доставляемыми по Великому шелковому пути (в I в. н.э.). Римляне научились из плотных китайских тканей получать тончайший шелк путем деления их на тонкие нити и повторного изготовления из них тканей. Цена шелковой ткани в те времена была равна весу золота.

Тайна производства шелка была раскрыта лишь в 532 г. н.э., после распада Великой Китайской Империи. Искусство разведения шелкопряда было перенято арабами, а от них вместе с исламом распространилось на Северную Африку, Сицилию, в Испанию и Португалию. С XII в. шелковые ткани начинают производить в Италии. Попытки француз-

ских королей развить собственное шелководство были безрезультатны вплоть до правления Генриха Наваррского. Но из привозного сырья шелкоткачество развилось во Франции в начале XV в., а у его истоков стояли ткачи итальянцы. В Англии шелковые ткани вошли в употребление в 1251 г., однако первые попытки шелководства, как и во Франции, были неудачными. Позже с помощью итальянцев англичане потеснили Францию на европейском рынке производства шелка, а затем и опередили ее.

На Руси издавна знали шелковые ткани, но своего производства шелка не было, его привозили в основном из Византии. В XI–XII вв. происходит интенсивный обмен русских мехов на шелковые ткани. В XVI в. в Москву привозились восточные ткани из Средней Азии и Ирака. В том же XVI в. в Москве возникает и первое русское производство парчи. А в 1593 г., была открыта первая мастерская, где ткали шелк, парчу, бархат, ленты и шторы. В XVIII в. в период с 1714 по 1726 г. было открыто 10 шелкоткацких фабрик, а к 1818 г. их число достигло уже 220. Особенностью шелкоткацкой промышленности царской России было размещение фабрик в основном в Московской, Владимирской губерниях и отчасти в Петербурге, оторванность от сырьевой базы и работа на привозном сырье. В СССР были построены крупные шелковичные совхозы, заводы, базы первичной переработки коконов, шелкомотальные фабрики, организованы тутовые питомники. Шелководство было развито в южных районах России, в некоторых районах Украины, Молдавии, на Северном Кавказе, в Средней Азии, Азербайджане и Грузии.

Получение, строение и химический состав шелка. Шелком называют тонкие непрерывные нити, выпускаемые гусеницами шелкопрядов: тутового и дубового, при завивке кокона перед окукливанием. Промышленное значение имеет шелк одомашненного тутового шелкопряда, гусениц которого выкармливают листьями тутового дерева (шелковицей). Основными шелководческими странами являются государства Средней Азии и Закавказья, Япония, Китай, Корея, Италия, Индия и другие.

Тутовый шелкопряд в своем развитии проходит четыре стадии: яички (грена), гусеница, куколка и бабочка.

Каждая бабочка тутового шелкопряда откладывает грены в количестве 400–600 шт. На гренажных заводах грены собирают, промывают, сушат и хранят сначала (осенью) при нормальной температуре, а затем (зимой) в специальных холодильниках при температуре 2–4⁰С.

Недели за две до появления почек на шелковицах грены передают в специальные шелководческие хозяйства для оживления. Для этого грены переносят в специальные помещения – инкубатории, где при постепенном повышении температуры до 20–24⁰С через 15–17 дней начи-

нается оживление грены, из которой появляются мелкие гусеницы. Выход гусениц продолжается 3–4 дня.

Гусениц выкармливают в шелководческих хозяйствах или передают шелководам на выкормку. Первое время гусениц кормят нежными мелкорублеными почками, а затем, по мере вырастания, листьями шелковицы. Выкормка гусениц – трудоемкая операция, так как кормление проводится 9–10 раз в сутки, в том числе 2–3 раза ночью. Корм должен быть свежим, помещение хорошо проветриваемым. Выкормка длится 32–35 дней в обычных условиях, а иногда ускоренно – в течение 19–22 дней. К концу этого периода в шелкоотделительной железе, находящейся в теле гусеницы, накапливается жидкое вещество натурального шелка – фиброин и шелкового клея – серицин.

К концу этого периода выкормки гусеницы (рис. 10, а) переползают на специально подготовленные коконники (пучки соломы, травы) и начинают завивать кокон (рис. 10, б), выдавливая через два шелкоотделительных протока две тонкие шелковины, которые на воздухе застывают и склеиваются серицином. Так формируется коконная нить (рис. 10, в). Отдельные шелковины коконной нити неравномерны, а в поперечном сечении имеют овальную или треугольную форму с округленными гранями. Склеивающий их клей – серицин – распределяется неравномерно и образует на отдельных участках по длине застывшие наплывы и сгустки.

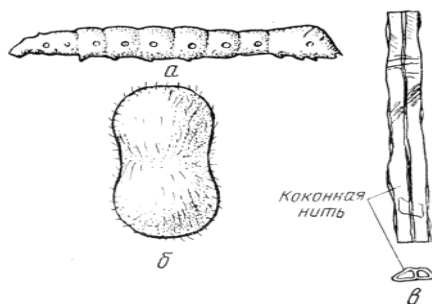


Рис.10. Гусеница тутового шелкопряда (а), типичный кокон (б) и продольный вид коконной нити (в)

Коконная нить имеет длину от 500 до 1500 м. Она укладывается гусеницей слоями, формируемыми из мелких петелек в виде восьмерок (число слоев до четырех). В результате образуется плотная, замкнутая, склеенная клеем оболочка с четко выраженной мелкозернистой поверхностью, внутри которой оставшаяся гусеница через 3–4 дня превращается в куколку. Через 15–17 дней от начала завивки кокона у куколки отрастают крылья и она превращается в бабочку.

Бабочка, смачивая с одного конца кокон щелочной жидкостью, растворяет серицин и, раздвигая лапками переплетенные коконные нити, образует в оболочке кокона отверстие и выходит из него. Кокон, из которого вышли бабочки (их называют гренажными коконами) непригодные для размотки. Поэтому только на гренажных заводах, чтобы получить грену как племенной материал для обеспечения урожая коконов в будущем году, около 5% лучших коконов оставляют до выхода бабочек. Остальные передают на заготовительные пункты или базы первичной обработки коконов.

Бабочек собирают и спаривают, помещая отдельно каждую пару в бумажные пакетики, где бабочка откладывает грену и погибает.

Гусеницы шелкопряда подвержены ряду заболеваний, которые могут передаваться следующему поколению. Поэтому, прежде чем передать грену на хранение, каждую бабочку обследуют под микроскопом; при обнаружении следов наследственной болезни пакетик вместе с греной и бабочкой сжигают. Если бабочка здорова, грену промывают, высушивают и хранят в холодильниках до весны. Весной цикл начинается сначала.

В нормальных условиях здоровые гусеницы завивают коконы правильной формы, присущей для данной породы шелкопряда с пористой мелкозернистой поверхностью.

Кокон, полученные в шелководческих хозяйствах и предназначенные для получения шелка, не позже чем через 8–9 дней от начала завивки собирают и передают на заготовительные пункты для первичной обработки. Вначале осуществляют предварительную сортировку, заключающуюся в отборе коконного брака. К нему относятся пятнистые коконы, недовитые (с очень тонкой оболочкой), неправильной формы, двойники и др.

Цель *первичной обработки* – умерщвление куколки и сушка коконов для предотвращения вылета бабочек и заплесневения при длительном хранении. Куколку умерщвляют обработкой паром и последующей сушкой или сушкой горячим воздухом. Лучшим является второй способ, осуществляемый на сушильных машинах с сетчатыми транспортерами, в начальных секциях температура сушки составляет около 95⁰С, а в последних 65⁰С, за счет чего не происходит пересушивание наружной оболочки коконов. При отсутствии машин сушку производят в естественных условиях, однако она длится очень долго (до 3 месяцев), коконы пылятся и повреждаются грызунами. Существуют и другие способы замаривания: воздействие токами высокой частоты, облучение радиоактивными изотопами и др. Однако широкого применения они еще не получили.

Будучи очень тонкой, коконная нить имеет небольшую разрывную нагрузку (8–10 сН) и не выдерживает нагрузки, возникающие при пере-

работке ее в изделия, да и сами изделия были бы очень тонкими. Поэтому впоследствии при размотке коконов соединяют несколько коконных нитей вместе (обычно от 4 до 9) в зависимости от желаемой толщины нити. В результате получается прочная комплексная нить, называемая шелком-сырцом.

Перед размоткой коконы обеспыливают, очищают от пушистого верхнего запутанного слоя – ваты, калибруют, т.е. разделяют на крупные, средние и мелкие, и вновь сортируют. Сортировка включает отбор коконного брака и разделение коконов на сорта. Коконны каждого сорта разматывают отдельно.

Прежде всего, коконы запаривают. Запаривание проводят для размягчения серицина и нахождения конца коконных нитей. Для этого коконы обрабатывают горячей водой при температуре 95–98⁰С в течение 1,5–2 мин, затем путем растряски снимают верхний запутанный слой (коконный сдир), являющийся отходом шелкомотания, и находят концы коконных нитей. Последние операции при практикуемом теперь централизованном запаривании автоматизированы. Коконны с найденными концами передаются для размотки на кокономотальный автомат.

Основным волокнообразующим полимером натуральной шелка является белковое вещество – фиброин. Также в состав входит сирицин – клеящее белковое вещество, соединяющее шелковины между собой. На долю фиброина приходится 75%, а сирицина – 25% от массовой доли волокна. Фибриллы фиброина располагаются ориентированно вдоль оси волокна. Поры и пустоты занимают 10–15% от объема волокна.

Свойства натурального шелка. Линейная плотность коконной нити колеблется от 0,5 до 0,18 текс. Поперечник одной шелковины в среднем 16 мкм, а коконной нити – 32 мкм. Шелк-сырец выпускается линейной плотностью 1,56 и 2,33 текс.

Длина коконной нити до 1500 м, а размотанной нити – 600–900 м. Относительная разрывная нагрузка коконной нити несколько меньше, чем хлопка, разрывное удлинение в 2–2,5 раза больше. Доля упругой деформации в полном удлинении составляет 60%, поэтому ткани из натурального шелка мало сминаются. Цвет отваренных коконных нитей слегка кремоватый. Натуральный шелк химически более стоек, чем шерсть; он растворяется только в концентрированных щелочах при кипячении. Разбавленные щелочи и кислоты, органические растворители, применяемые при химической чистке, на натуральный шелк не действуют. При кипячении в мыльно-содовых растворах серицин растворяется, а фиброин остается. При длительном действии воды и при повторных стирках на окрашенных волокнах возникает белесый налет, который портит внешний вид изделий. Некоторое оживление окраски и повышение блеска может быть достигнуто полосканием в разбавленном растворе уксусной кислоты.

Прочность натурального шелка в мокром состоянии снижается на 5–15%. Для увеличения драпирующей способности тканей при меньшей затрате сырья производится утяжеление натурального шелка (до 40%). Утяжеление основано на способности натурального шелка поглощать и удерживать различные вещества. Применяется несколько способов утяжеления: пропитывание солями металлов или растительными дубителями, сохранение серицина, обработка суспензией бетанитовой глины и др.

Нагревание сухих волокон до температуры, превышающей 110°C, приводит к потере прочности.

По светостойкости натуральный шелк уступает всем прочим натуральным волокнам. Инсоляция в течение 200 ч снижает прочность волокон на 50%. Горение волокна происходит аналогично горению шерсти.

Коконы дубового шелкопряда завиты из более жесткой нити с интенсивным кремовым оттенком, они практически не поддаются размотке и поэтому используются для получения пряжи.

1.5. Общие принципы получения химических волокон. Модификация текстильных волокон

История и перспективы развития производства химических волокон. Прототипом получения химических волокон послужил процесс образования шелкопрядом нити при завивке кокона.

Впервые мысль о возможности получения искусственного волокна была высказана еще в XVII веке англичанином Р. Гуком, но в промышленности оно было получено только в конце XIX века. Первым был получен в 1890 г. нитратный шелк. Однако его производство было чрезвычайно опасным, а получаемое волокно имело низкие эксплуатационные качества. Поэтому нитратный шелк не нашел широкого применения. Позже были получены медноамиачное и вискозные волокна, а в конце первой мировой войны – ацетатный шелк. Первое синтетическое волокно было получено в 30–х годах XX века. С этого момента началась эпоха создания волокон с заданными свойствами. С тех пор производство химических волокон непрерывно растет. По прогнозам на ближайшие годы ожидается повышение доли химических волокон и нитей до 62% от общего выпуска всех волокон.

В настоящее время применение химических волокон превосходит применение натуральных волокон, что объясняется практически неограниченной сырьевой базой для их получения, а также возможностью получения волокон и нитей с заданными свойствами.

В классе химических волокон объем производства и темпы развития их групп различны (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Мировое производство основных видов химических волокон

Волокна	1996		1998		2000	
	Объем	Удельный вес	Объем	Удельный вес	Объем	Удельный вес
	<i>Полиэфирные:</i> нити волокна	6,7 5,6	28,4 23,7	10,3 7,6	34,7 25,6	10,8 8,1
<i>Полиамидные:</i> нити штапельные волокна	3,2 0,6	13,6 2,5	3,4 0,5	11,4 1,7	3,6 0,5	11,5 1,6
<i>Полипропиленовые</i> (нити и штапельные волокна)	2,0	8,5	2,7	9,1	2,8	9,0
<i>Полиакриловые</i>	2,4	10,2	2,4	8,1	2,5	8,0
<i>Целлюлозные</i>	3,0	12,7	2,6	8,8	2,7	8,6
<i>Прочие</i> (эластомерные, арамидные, углеродные и др.)	0,1	0,4	0,2	0,7	0,2	0,6
Всего	23,6		29,7		31,2	

Удельный вес выпуска искусственных и синтетических волокон существенно изменился в сторону увеличения синтетической группы (91,4%), что связано с преимуществами синтетических волокон и нитей по сравнению с искусственными (более дешевое и доступное сырье; разнообразные ценные свойства). Среди всех видов текстильных волокон лидируют полиэфирные: их выпуск к 2000 г. достиг более 60% объема выпуска всех химических волокон и почти 32% всего количества волокон (натуральных и химических).

Темпы роста полиамидных волокон (некогда самого популярного и исторически первого вида синтетических волокон) значительно ниже по

сравнению с полиэфирными волокнами, причем прирост идет в основном за счет выпуска нитей различных структур, например текстильных, мультифиламентных и др. Практически на одном уровне остается производство полиакрилонитрильных волокон. К числу быстро развивающихся относится производство полипропиленовых волокон и нитей в силу малой энергоемкости и стоимости сырья. Они используются в основном для технических целей, однако делаются попытки расширить их применение и в производстве бытовых текстильных материалов.

Производство целлюлозных волокон в отличие от синтетических не имеет заметной динамики роста, несмотря на явные преимущества (возобновляемая база сырья, высокие гигиенические свойства). Важнейший недостаток современных технологий их производства – проблемы, связанные с защитой окружающей среды, для решения которых требуются дополнительные расходы.

По прогнозам на ближайшее десятилетие расширение ассортимента и увеличение производства текстильных волокон будут происходить по нескольким направлениям:

– совершенствование свойств волокон для широкой области применения за счет их модификации – повышения комфортности и механических свойств;

– создание суперволокон со специальными свойствами более узкого назначения (сверхпрочные, сверхэластичные, ультратонкие и т.п.);

– создание интерактивных волокон, активно «откликающихся» на изменение внешних условий (тепло, освещение, механическое воздействие и т.д.);

– разработка новых технологий получения синтетических волокон из воспроизводимого (природного) сырья, чтобы уменьшить зависимость от снижения запасов нефти и газа;

– использование биотехнологий для синтеза новых видов волокнообразующих полимеров и улучшения качества натуральных волокон.

Основные этапы получения химических волокон и нитей. Современные способы формования нитей заключаются в продавливании исходных растворов или расплавов полимеров через тончайшие отверстия фильер. Несмотря на некоторые различия в получении химических волокон и нитей различных видов, общая схема их производства состоит из пяти основных этапов:

- 1) получение и предварительная обработка сырья;
- 2) приготовление прядильного раствора или расплава;
- 3) формование нитей;
- 4) отделка;
- 5) текстильная переработка.

1 этап. При получении химических волокон используется разнообразное сырье. Сырьем для производства искусственных волокон служит древесная целлюлоза, отходы хлопка, стекло, металлы и др. Предварительная обработка сырья для получения искусственных волокон состоит в его очистке или химическом превращении в новые полимерные соединения.

Исходным сырьем для получения сырья при производстве синтетических волокон являются природный газ, продукты нефтепереработки и переработки каменного угля.

В основе искусственных волокон лежат природные полимеры того же или измененного химического состава, что и у исходного сырья.

Волокнообразующие полимеры синтетических волокон получают из исходного сырья в результате реакции синтеза (полимеризации или поликонденсации). Таких полимеров в природе в готовом виде не существует.

Целью *второго этапа* является придание макромолекулам подвижности для того, чтобы переориентировать их при формовании волокна. Для этого твердый полимер переводят в жидкое (растворение) или размягченное состояние (расплавление).

Из растворов получают искусственные волокна и некоторые синтетические – ПАН, ПВС, ПВХ, ПУ.

Из расплавов получают синтетические гетероцепные (ПА, ПЭ) и карбоцепные (полиолефиновые) волокна.

Приготовление прядильного раствора или расплава проходит в несколько стадий:

- растворение или расплавление полимера с целью получения растворов (расплавов) нужной вязкости и концентрации;
- смешивание полимеров из различных партий для получения однородных полимеров;
- фильтрация с целью удаления механических примесей или нерастворенных частиц полимера;
- обезвоздушивание с целью удаления пузырьков воздуха, способных оборвать нить при прохождении раствора (расплава) через отверстия фильер.

На *третьем этапе* при формовании нитей прядильный раствор или расплав продавливается через мельчайшие отверстия особых колпачков – фильер, которые являются рабочими органами, непосредственно осуществляющими процесс формования волокна на прядильных машинах.

Форма отверстий фильер может быть различна и определяет форму поперечного сечения волокна (рис. 11). Образующиеся при продавливании раствора или расплава струйки затвердевают и образуют нити. Затвердевание может происходить в сухой или мокрой среде. В зависимости от этого различают три способа формования:

- из расплава;
- из раствора сухим способом;
- из раствора мокрым способом.

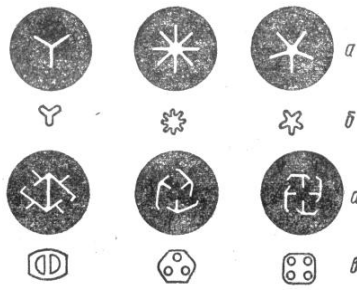


Рис. 11. Формы поперечного среза: а – профилированных отверстий фильер; б – профилированных волокон; в – полых волокон

При формировании из расплава (рис. 12) струйки нитей, вытекающие из фильер, охлаждаются в обдувочной шахте струей воздуха или инертного газа.

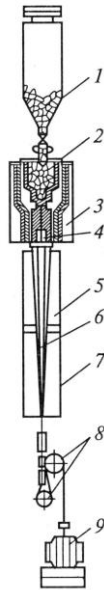


Рис. 12. Формование волокна из расплава: 1 – бункер с измельченным полимером; 2 – плавильная камера; 3 – прядильная головка; 4 – фильера; 5 – обдувочная шахта; 6 – нить; 7 – прядильная шахта; 8 – прядильные диски; 9 – приемная бобина

При формировании из раствора сухим способом (рис. 13) струйки полимера обрабатываются струей горячего воздуха, в результате чего растворитель испаряется и полимер затвердевает.

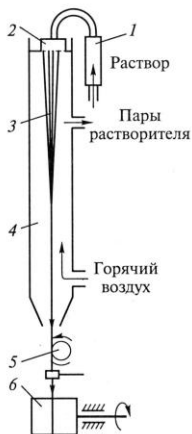


Рис. 13. Формование волокна из раствора сухим способом:
 1 – фильтр; 2 – фильера; 3 – нити; 4 – обдувочная шахта;
 5 – замасливающий ролик; 6 – приемная бобина

При формировании из раствора мокрым способом (рис. 14) струйки нитей из фильеры поступают в раствор осадительной ванны, где происходят физико-химические процессы выделения полимера из раствора, а иногда химические процессы изменения состава исходного полимера.

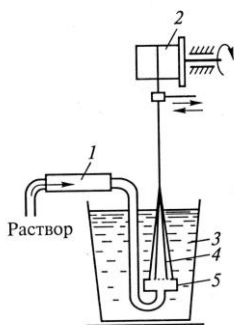


Рис. 14. Формование волокна из раствора мокрым способом:
 1 – фильтр; 2 – приемная бобина; 3 – осадительная ванна; 4 – нити;
 5 – фильера

Этап формирования нитей является очень важным. На этом этапе формируется первичная надмолекулярная структура волокна – из макромолекул образуются фибриллы и микрофибриллы. Они слабо ориентированы, поэтому необходима последующая перестройка первичной структуры волокна.

При формировании химические волокна получают в виде комплексных нитей и в виде штапельных волокон.

Для получения комплексных нитей используют фильеры с небольшим числом отверстий – 12–100. Сформированные из одной фильеры нити соединяют в общую комплексную нить и наматывают на отдельную бобину. При получении штапельных волокон применяют фильеры с большим числом отверстий – 1200–5000, иногда, в частности при мокром способе формирования, 12000–15000. Из каждой фильеры получают жгут волокон. Жгуты соединяют в ленту, которая после отжима и сушки режется на волокна любой заданной длины – штапельные волокна. Штапельные волокна перерабатываются в пряжу как в чистом виде, так и в смеси с натуральными волокнами. В последнем случае их длина должна соответствовать длине натурального волокна.

Следующим этапом в получении химических волокон и нитей является *их отделка*. Отделка волокон включает ряд операций.

1. *Удаление примесей и загрязнений*. Данная операция проводится только для волокон, формируемых мокрым способом. При этом готовые волокна и нити промывают в воде или специальных растворах.

2. *Беление*. Проводят операцию с целью придания волокнам и нитям необходимой степени белизны. Ее осуществляют только для волокон, которые будут окрашиваться в светлые тона.

3. *Вытягивание и термообработка*. Проводят данную операцию с целью перестройки первичной структуры волокна. При вытягивании макромолекулы выпрямляются, происходит их ориентация вдоль оси волокна, следовательно, увеличивается прочность волокон, но уменьшается их растяжимость. Термическая обработка снимает напряженное состояние нити, происходит ее усадка, макромолекулы приобретают изогнутую форму при сохранении их ориентации вдоль оси волокна.

4. *Поверхностная обработка* (аппретирование, замасливание и т.п.) придает нитям способность к последующим текстильным переработкам, например снижает электризуемость.

5. *Сушка* осуществляется после мокрого формирования в специальных сушилках.

Кроме того, отделка нитей проводится с целью придания им некоторых свойств (мягкости, шелковистости, матовости и т.п.). После отделки нити перематываются в паковки и сортируются.

Модификация текстильных волокон. Расширение и улучшение ассортимента волокон может осуществляться не только за счет разработки

новых волокнообразующих полимеров, но и путем модификации (изменения) существующих химических волокон. Модификация может быть:

- физической или структурной;
- химической.

При физической модификации проводят направленное изменение строения и надмолекулярной структуры волокон: изменение формы, ориентации, расположения макромолекул, их длины, введение между макромолекулами дополнительных веществ (без образования химических связей) и т.п. Наиболее распространены следующие виды физической модификации: ориентация и вытягивание; введение добавок (НМВ) в раствор или расплав; формование из смеси полимеров; получение бикомпонентных волокон, профилирование волокон. В результате физической модификации волокна меняют прочность, растяжимость, блеск, матовость, белизну, бактерицидные, огнеупорные свойства, приобретают сочетание свойств двух волокнообразующих полимеров, устойчивую извитость и т.д.

Ориентацию и вытягивание проводят на стадии формования и отделки волокна для увеличения прочности и устойчивости к многократным деформациям.

При введении добавок в раствор или расплав добавляют небольшое количество НМ реагентов, которые, не вступая в химическое взаимодействие с полимером, располагаются между макромолекулами. Такой вид модификации повышает стойкость к термической, термоокислительной, фотохимической деструкции, позволяет изменить блеск, придать матовость, увеличить степень белизны, придать бактерицидные, огнеупорные свойства.

Формование волокон из смеси полимеров предполагает добавление в раствор другого волокнообразующего полимера, растворимого в тех же растворителях. Оба полимера участвуют в формировании надмолекулярной структуры, придавая волокну определенные свойства.

Профилирование волокон достигается применением при их формировании фильер, имеющих отверстия различной формы: треугольника, многолучевой звездочки, трилистника, двойного ромба, щелевидные разной конфигурации и т.д. Этим способом модификации поверхности волокон придается шероховатость, повышенная цепкость, что повышает объемность и пористость текстильных нитей и материалов из таких волокон, а также обеспечивает им лустровый блеск, шелковистость и другие ценные свойства.

Получение бикомпонентных волокон заключается в том, что через фильеру специальной конструкции формируется волокно из растворов или расплавов двух полимеров, которые соединяются между собой на поверхности раздела. Бикомпонентные волокна могут быть:

– сегментной структуры, когда полимеры по сечению волокна располагаются в виде сегментов;

– матрично-фибриллярной структуры, при которой полимеры могут быть расположены концентрически в виде ядра и оболочки или в виде более или менее длинных фибрилл одного полимера, размещенных внутри волокна из другого полимера.

Примером физически модифицированных волокон могут служить модифицированные вискозные волокна – полинозное и сиблон, которые по своим свойствам приближаются к хлопку благодаря измененной надмолекулярной структуре по отношению к обычному вискозному волокну.

В последнее десятилетие разработаны новые способы структурной модификации, применение которых позволяет придать химическим волокнам ценные, но не свойственные для них качества.

Благодаря созданию *полых синтетических волокон*, имеющих один или несколько каналов или объемные полости, значительно повысили показатели гигроскопичности и теплозащитных свойств. Образование полых каналов происходит на стадии формования за счет использования фильер специального профиля и конструкции.

В США и Японии разработаны методы получения *многослойных волокон* (до 1000 пленочных слоев). Такие волокна способны изменить блеск, цветовые оттенки и насыщенность при смене освещения или угла зрения и даже обладают голографическим эффектом.

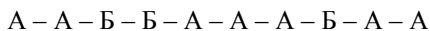
Одним из основных направлений совершенствования и улучшения качества химических волокон было *создание сверхтонких волокон*, так называемой микрофибры (от англ. microfibrer). Для этого произвели существенные изменения на всех этапах производства: уменьшили вязкость растворов и расплавов, разработали и создали более качественные фильеры, изменили условия формования, охлаждения и отделки волокон. Традиционная технология позволяет получать волокна линейной плотностью до 0,01 текс, а по современной технологии – до 0,00001 текс. Другим способом получения сверхтонких волокон является формирование бикомпонентной нити, состоящей из растворимой матрицы с расположенными в ней по всей длине тонкими нитями. После удаления матрицы получают сверхтонкие нити (подробнее см. «Волокна нового поколения»).

Более тонкие образования, размеры которых того же порядка, что и фибриллы текстильных волокон, получают путем расщепления высокоориентированной пленки, предварительно подвергнутой перфорации в виде проколов или продольных надрезов, или в прядильный раствор которой вводятся частицы вещества, несовместимые с основным полимером (например мел). При последующей вытяжке пленка расслаивается на фибриллы. При другом способе формируют бикомпонентные нити матрично-фибриллярной структуры из несовместимых полимеров. При последующем растяжении такие нити распадаются на фибриллы. При

гидродинамическом методе волокнистые частицы (фибриды) получают из раствора полимера мокрым способом в осадительной ванне, где создается вихревое движение жидкости, которое разбивает полимерную струю на тончайшие волоконца. Волокнистую массу в виде фибрилл и фибридов используют в производстве нетканых полотен, искусственной кожи и синтетической бумаги.

Химическая модификация волокон заключается в частичном направленном изменении химического состава волокнообразующего полимера, в результате получают волокна с новыми свойствами. Наиболее распространенными видами химической модификации являются следующие методы.

Синтез волокнообразующих сополимеров. Его проводят на стадии приготовления прядильного раствора и формования. В результате синтеза нарушается регулярность строения макромолекулы, в их структуру вводится блок-сополимер с новыми реакционно-способными группами. В результате повышается окрашиваемость, эластичность, гигроскопичность и т.п. Структура блок-сополимера может быть представлена следующей схемой:

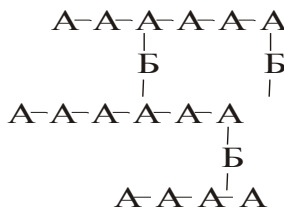


Синтез привитых сополимеров состоит в прививке к боковым реакционноспособным группам основного полимера звеньев сополимера. Привитый сополимер может быть представлен схемой:



Данный способ используется для модификации как химических, так и натуральных волокон.

«*Сшивание*» – образование между макромолекулами или элементами надмолекулярной структуры поперечных химических связей в результате обработки волокон би – или полифункциональными соединениями. Сшитый полимер может быть представлен как



Сшивание используется для модификации готовых волокон или готовых текстильных материалов (специальные виды отделки) и позволяет придавать термостойкость, хемостойкость, увеличивать стойкость к многократным деформациям, уменьшать набухание и растворимость.

При химическом превращении полимера готовое волокно обрабатывается реагентами, вследствие чего происходит частичное изменение химического состава, замещение реакционноспособных групп основного полимера, и волокно приобретает новые свойства (термостойкость и т.д.).

1.6. Особенности получения, строения и свойств основных видов химических волокон

Химические волокна крайне разнообразны по видам применяемого сырья, способам формования, отделки, вследствие чего отличаются по структуре и свойствам. Особенности получения, строения и свойств наиболее широко применяемых видов химических волокон представлены в табл. 1.4.

Продольные виды и поперечные срезы различных искусственных и синтетических волокон представлены на рис. 15.

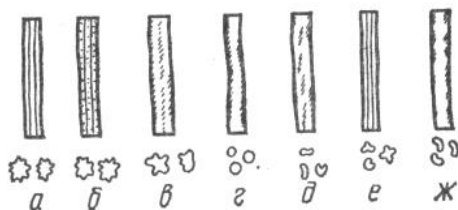


Рис. 15. Химические волокна под микроскопом: а – вискозное глянцековое; б – вискозное матированное; в – ацетатное и триацетатное; г – полинозное, полиамидное, полиэфирное; д – нитрон; е – хлорин, ПВХ; ж – вилол

Таблица 1.4

Особенности получения, строения и свойств химических волокон

Наименование волокон	Сырье, предварительная обработка сырья	Способ формования	Свойства (достоинства и недостатки)
1	2	3	4
Искусственные волокна			
Вискозные волокна	<p>Сырье: природная целлюлоза с содержанием α-целлюлозы 90–92% – древесина ели, пихты, сосны, бука</p> <p>Предварительная обработка:</p> <p>1) Мерсеризация (обработка 18–20% раствором NaOH при температуре 40–45⁰С)</p> <p>2) Предсозревание – окислительная деструкция щелочной целлюлозы (для укорочения макромолекул)</p> <p>3) Ксантогенирование – обработка сероуглеродом.</p> <p>В качестве сырья для формования используют ксантогенат целлюлозы.</p>	<p>Формование из раствора мокрым способом: из щелочного раствора ксантогената целлюлозы в осадительную ванну, содержащую H₂SO₄ (серную кислоту). При этом происходит химическая реакция превращения ксантогената целлюлозы в α-целлюлозу, которая является волокнообразующим полимером вискозного волокна</p>	<p>Обычные вискозные волокна обладают:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокой гигроскопичностью; – светостойкостью; – мягкостью; – растяжимостью; – удовлетворительной устойчивостью к истиранию <p>Отрицательные свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокая набухаемость, а следовательно, усадка и потеря прочности во влажном состоянии; – невысокая упругость, следовательно ткани из вискозных волокон и нитей сильно сминаются <p>Для улучшения свойств проводят модификацию: физическую и химическую. В результате физической (структурной) модификации получают вискозные высокомолекулярные волокна (сиблон) и полинозное волокно, которые по свойствам близки к хлопковым волокнам.</p> <p>Мтилон – химически модифицированное шерстоподобное волокно (заменитель шерсти в ковровом производстве)</p>

Продолжение табл. 1.4

1	2	3	4
Ацетатные и триацетатные волокна	Исходным сырьем служат отходы хлопка. Целлюлоза обрабатывается смесью уксусного ангидрида, уксусной и серной кислот, получают триацетат целлюлозы – сырье для получения триацетатных волокон и их волокнообразующий полимер. Омылением (обработкой NaOH) триацетата получают диацетат целлюлозы – сырье для получения ацетатных волокон и их волокнообразующий полимер	Формованием из раствора сухим способом	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокая упругость; – устойчиво сохраняет форму; – триацетатные волокна не усаживаются при ВТО; – высокая устойчивость к действию микроорганизмов; – светостойкость; – хорошие диэлектрические свойства <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – низкая гигроскопичность (особенно у триацетатных волокон); – невысокая прочность (у ацетатных ниже, чем у триацетатных); – невысокая стойкость к истиранию. <p>Ацетатные волокна разрушаются в ацетоне, триацетатные более стойки к ацетону</p>
Синтетические гетероцепные волокна			
Полиамидные (капрон, анид, энант)	Исходное сырье: капролактam, получаемый из бензола, фенола и др. Реакцией поликонденсации получают поликапролактam или нейлон-6 – сырье для формования капрона и его волокнообразующий полимер; сырье и волокнообразующий полимер анидa – полигексаметиленадикамид, или нейлон-6,6; сырье и волокнообразующий полимер энанта – полиэнантамид, или нейлон-7	Формование из расплава с последующим вытягиванием и термообработкой	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокая прочность, практически не теряет прочность во влажном состоянии; – высокая растяжимость и эластичность; – устойчиво к многократному изгибу; – самая высокая стойкость к истиранию (выше чем у хлопка в 10 раз, шерсти – в 20 раз, вискозы 50 раз). <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – низкая гигроскопичность; – малая теплостойкость; – низкая светостойкость; – чрезмерная гладкость (поэтому плохо смешиваются с другими волокнами, трикотаж легко распускается, ткани легко осыпаются и раздвигаются). <p>Для уменьшения гладкости выпускают профилированные волокна</p>

Продолжение табл. 1.4

1	2	3	4
Полиэфирные волокна (лавсан)	Исходное сырье: диметилтерефталат и этиленгликоль. Реакцией поликонденсации получают полиэтилентерефталат – сырье для получения волокна и волокнообразующий полимер	Формование из расплава со значительным вытягиванием	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокая прочность (выше чем у капрона); – высокая эластичность, а следовательно малая сминаемость материалов; – высокая стойкость к истиранию (выше только у капрона); – устойчивость к действию светопогоды, химических реагентов; – высокая термостойкость <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – очень низкая гигроскопичность (не выше 1%); – разрушается в горячих щелочных растворах
Полиуретановые волокна (спандекс)	Сырье и волокнообразующий полимер – сегментированный полиуретан	Формование из расплавов и растворов сухим способом	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – полимер при обычной температуре находится в высокоэластическом состоянии, благодаря чему волокно имеет очень высокую эластичность: разрывное удлинение около 800%, доля обратимой деформации 92–98%; – высокая эластичность, определяющая применение: предметы женского туалета, спортивная одежда, чулочно-носочные изделия; – устойчивость к светопогоде и действию химических реактивов; – устойчивость к истиранию <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – невысокая прочность; – низкие теплостойкость и гигроскопичность

1	2	3	4
Синтетические карбоцепные волокна			
Полиакрилонитрильные (нитрон)	Сырье и волокнообразующий полимер: полиакрилонитрил или сополимеры акрилонитрила с другими виниловыми компонентами	Формование из раствора сухим или мокрым способом	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – достаточно высокая прочность; – сравнительно большая растяжимость; – максимальная теплостойкость; – высокая термостойкость; – невысокая теплопроводность, близкая к шерсти; – шерстоподобный внешний вид. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – невысокая стойкость к истиранию; – низкая гигроскопичность; – высокая жесткость; – невысокая стойкость к истиранию
Поливинилхлоридные (хлорин, малоусадочный ПВХ)	Сырье для хлорина – перхлорвинил, для ПВХ малоусадочного – поливинилхлорид	Формование из раствора сухим или мокрым способом	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – устойчиво к действию химических реагентов; – может накапливать отрицательный заряд статического электричества (применяется при изготовлении лечебного белья); – высокие теплозащитные свойства <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – низкая термостойкость; – невысокие прочность, упругость, стойкость к истиранию, гигроскопичность, светостойкость

Окончание табл. 1.4

1	2	3	4
Поливинилспиртовые волокна (винол, мтилан)	Исходное сырье: винилацетат, из которого реакцией поликонденсации получают поливинилвый спирт – сырье и волокнообразующий полимер волокна	Формование из раствора мокрым способом. Для получения водонерастворимого полимера – химическая модификация («сшивание» полимера)	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – высокие прочность, гигроскопичность (в отличие от других синтетических волокон), термостойкость, стойкость к истиранию, светопогоде, химическим реагентам, многократным деформациям; – достаточно эластичны <p>Выпускаются водорастворимые и водонерастворимые волокна. Водорастворимая разновидность используется для получения ажурных изделий, гипюра, в медицине – для временного скрепления хирургических швов. Для придания специфических свойств (огнестойкость, ионообменность и т.д.) проводят химическую модификацию</p>
Полиолефиновые волокна (полиэтиленовое и полипропиленовое)	Исходное сырье: этилен и пропилен, из которых реакцией полимеризации получают полиэтилен, Сырье и волокнообразующий полимер полиэтиленового волокна, и полипропилен – сырье и волокнообразующий полимер полипропиленового волокна	Формирование из расплава	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – значительная прочность и удлинение при растяжении; – значительная доля обратимой деформации (98% и 95% при растяжении на 5% и 10% соответственно); – высокая химостойкость; – низкая плотность (изделия из них не тонут в воде); – устойчивость к истиранию удовлетворительная, но ниже чем у капрона <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – гигроскопичность практически равна нулю; – низкая термостойкость; – очень высокая электростатичность

1.7. Химические волокна нового поколения

В целях расширения ассортимента и области применения химических волокнистых материалов (волокон и нитей) в различных областях техники созданы высокопрочные, высокомодульные (малорастяжимые), высокоэластичные, термостойкие, негорючие, светостойкие и другие виды волокон со специальными свойствами, которые могут быть названы химическими волокнами нового поколения. Особое место среди таких волокон занимают так называемые «high-tech» (высокотехнологичные) волокна, отличающиеся уникальными свойствами.

В производстве *высокопрочных и высокомодульных волокон* или «супер-волокон» можно выделить четыре новых технологии их получения. Первая технология заключается в прядении высокомолекулярного полиэтилена (полиэтилена высокого давления с молекулярной массой порядка 10^6) из геля с последующей значительной вытяжкой волокна (до 30 раз). Полученные по такой технологии волокна имеют большую относительную прочность и более высокий модуль, чем любые другие органические волокна, производимые в коммерческих масштабах. Однако из-за низкой точки плавления эти волокна ограничены в использовании. По данной технологии в США получены высокопрочные волокна *Спектр 900* и *Спектр 100*, используемые для производства технических изделий широкого назначения: шлемов, канатов и тросов, чемоданов и др., а также волокно *Dyneema SK60*, отличающееся от других высокопрочных волокон самой высокой износостойкостью, значительной химической устойчивостью, малым весом. Эти волокна имеют точку плавления $145\text{--}155^\circ\text{C}$, при этом сохраняют свои механические свойства в течение короткого промежутка времени даже при температурах, близких к точке плавления. Волокно *Dyneema SK71* – в десять раз прочнее стали. Его разрывная длина 428 км, а в воде из-за низкой плотности полиэтилена (менее 1) – бесконечна. Материалы из этого волокна обладают высокой разрывной нагрузкой, высокой стойкостью к действию непогоды и хорошими гидрофобными свойствами, вследствие чего применяются при производстве пуленепробиваемой одежды, защитных изделий, фильтров, одежды моряков, парашютов, строительных материалов и др. В Японии компанией Mitsubishi разработано полиэтиленовое волокно высшего качества *Tekmilon*, которое используется для изготовления теннисных ракеток, лыж, игр, тетивы спортивных луков и др.

Вторая технология получения высокопрочных и высокомодульных волокон – это процесс прядения из жидких кристаллов, который предполагает прядение жидкокристаллического раствора твердых полимеров в полусухом и полувлажном состоянии с высокой степенью ориентации макромолекул при кристаллизации твердых полимеров. В качестве растворителя при этом используется концентрированная серная ки-

слота. По данной технологии получают волокна из ароматических полиамидов, в частности из полипропилентерефталатамида (ППТА), которые по решению торгового комитета США были названы *арамидными*. Позже этот термин был одобрен Международной организацией по стандартизации (ИСО). Отличительной особенностью получения арамидных волокон из жидких кристаллов является отсутствие вытяжки волокна после формования, т.е. необходимая степень ориентации макромолекул и надмолекулярных образований достигается непосредственно при формовании волокна. *Арамидные волокна* имеют высокую прочность и большую термостойкость. Компанией Du Pont (США) разработаны ароматические полиамидные смолы двух типов: связанный зигзагообразный meta-тип, называемый *Nomex*, и линейный para-тип под названием *Kevlar*. Волокно *Nomex* хорошо сопротивляется действию открытого пламени, дыму и высокой радиации, поэтому применяется при изготовлении огнезащитной одежды, спецодежды рабочих металлургических и нефтеперерабатывающих заводов. *Kevlar* отличается высокой прочностью, высоким модулем Юнга, а также высокой термостойкостью. Именно при его получении используется прядение из «жидких кристаллов». Область применения волокна *Kevlar* очень широка. Это волокно используется для производства тросов специального назначения, кабелей для оптических волокон, шлемов безопасности при спортивных состязаниях, деталей мотоциклов и других износостойких материалов, применяемых для спорта и досуга, защитной рабочей одежды и перчаток и т.п. Оно находит применение в космической, автомобильной промышленности, авиастроении, строительстве, электронике и других отраслях индустрии. Физические свойства волокна *Kevlar* позволяют применять его при производстве одежды: специальной типа пуленепробиваемых жилетов, жилетов безопасности, защитных перчаток и т.п. Компания Goldwin, изготовитель спортивной одежды, использует *Kevlar* в смеси с шерстью или хлопком при производстве брюк для альпинизма и анораксов.

Новым волокном, при производстве которого используется прядение из «жидких кристаллов», является полипарафенилонбисоксазолоновое волокно (ППО волокно), превышающее *Kevlar* по прочности и величине модуля Юнга в два раза. При диаметре поперечного сечения 1 мм оно может выдержать вес 400 кг. При этом ППО волокно значительно гибче большинства высокомодульных волокон, недостатком которых является повышенная ломкость, а также имеет высокую огнестойкость. Данное волокно может найти применение для напряженных участков оптического кабеля и тросов, сложных кабелей для лопастей турбин, для облегченных конструкций, испытывающих напряжение, изготовления сосудов, находящихся под давлением, и т.п.

Третья технология получения «супер-волокон» предполагает преобразование твердой пара-арамидной молекулярной структуры в полусухую и полувлажную системы путем растворения в органическом растворителе. Хотя вещество на стадии прядения находится в аморфном состоянии, эта новая технология позволяет добиться высокой степени ориентации макромолекул благодаря вытягиванию при высокой температуре. При данной технологии используется органический растворитель вместо высококонцентрированной серной кислоты. Получаемое волокно имеет более высокую прочность, чем арамидные волокна, полученные прядением из «жидких кристаллов», но его модуль Юнга ограничен.

Четвертая технология позволяет получать волокна с супервысокой прочностью путем прядения полутвердых полимеров при высокой температуре. Эта технология пригодна для ароматических полиэстеров, в ней не используется растворитель. Примером волокон, получаемых по данной технологии, является *Vectran*. Перечисленные выше технологии позволяют достичь модуля, близкого к теоретическому значению (приблизительно 70–80% от такового), но по увеличению относительной прочности волокна их возможность ограничены. Достигнутая с их помощью относительная прочность составляет лишь десятую часть от ее теоретического значения. Но даже при таком уровне прочности можно утверждать, что волокна, полученные по описанным технологиям, отличаются сверхвысоким модулем и сверхвысокой прочностью. В бывшем Советском Союзе на основе полимеров ароматического строения разработаны уникальные термостойкие особопрочные арамидные волокна типа *фенилон*, *внивлон*, *сульфон Т*, *оксолон* и др.

Современные «high-tech» технологии позволяют получать волокна, сочетающие в себе целый ряд уникальных свойств, обеспечивающих их широкое применение в различных областях. Например, углеродное волокно *Витлан* применяется в восстановительной хирургии. Его способность при прохождении электрического тока выделять тепло используется при создании костюмов с электроподогревом, применяемых в космической промышленности. Оно успешно применяется в фильтрах для очистки лекарств и донорской крови, для защиты органов дыхания. Волокно сочетает в себе огнестойкость и морозостойкость при температурах, близких к температуре жидкого азота, и при этом сохраняет прочность и эластичность при длительном радиационном и ультрафиолетовом облучении. Такой уникальный набор достоинств дает сверхстойкому волокну право занять одно из ведущих мест в наиболее перспективных областях науки.

Разработанные *сверхпроводящие синтетические волокна* успешно заменяют хрупкие стеклянные световоды в волоконной оптике, с которой связано будущее кибернетических машин.

Новые химические волокна обладают многими особенностями свойств, которые отсутствуют не только у натуральных, но и у традиционных химических волокон. К таким свойствам относятся: одновременная способность к поглощению влаги и водоупорность, электропроводимость, антибактериальные и аромопрофилактические свойства; устойчивость к действию ультрафиолетовых излучений, антимикробные свойства, ионообменность, очень малый вес, фотохромность и термохромность (способность изменять цвет под действием света или температуры соответственно), радужная (переливающаяся) поверхность и другие.

Волокна нового поколения широко используются в медицине в качестве ниток, которые не требуют удаления после заживания швов; для создания искусственных органов: легких, почек, сосудов и т.п., а также при диагностике различных вирусных заболеваний, в том числе для выделения вирусов СПИДа и гепатита. Некоторые высокомолекулярные соединения можно «наполнить» лекарственными веществами. Материалы, выработанные из таких волокон (*биолан, иодин, летулан*), способны защищать живой организм от болезнетворных микробов. Одежда медиков, в частности хирургов, изготавливается из специальных антимикробных полотен, выработанных из волокон с ионообменными свойствами. В перспективе – создание лечебных видов текстильных материалов, содержащих лекарственные вещества, которые смогут оказывать целительное действие на определенные участки кожи человека или на весь организм в целом.

Значительные изменения претерпели и технологии получения различных волокон бытового назначения. Основными направлениями совершенствования их производства являются следующие: улучшение потребительских свойств волокон из традиционных волокнообразующих полимеров за счет применения инновационных технологических методов, а также повышение экологичности и экономичности технологических процессов получения ранее разработанных искусственных и синтетических волокон.

Наиболее известным и исторически первым гидратцеллюлозным волокном является вискоза. Данное волокно по своим физическим свойствам наиболее близко к натуральным волокнам, в частности к хлопку. Однако оно имеет ряд существенных недостатков, к каковым, в том числе, относится высокая степень загрязнения окружающей среды отходами производства (диоксидом серы, сульфидом водорода, сульфидом углерода и другими вредными химическими реагентами). В настоящее время разработаны новые технологии, позволяющие сделать производство вискозного волокна экологически чистым. Так, исследования компании Atomic Energy (Канада) доказали, что обработка целлюлозы электронами высокой энергии (радиацией) позволяет умень-

шить содержание гидроксида натрия с 19 до 16%, этап предсозревания может быть полностью устранен, а концентрация дисульфида углерода уменьшена с 30–36% до 16–26%. Кроме того, исключается необходимость фильтрации раствора с целью удаления непрореагировавшей целлюлозы. Все это позволяет в значительной степени уменьшить загрязнение окружающей среды за счет уменьшения концентрации вредных веществ, а также обеспечивает существенную экономию химических реагентов и, как следствие, снижает производственные затраты. Компания Лензинг (Австрия) разработала технологию производства вискозы без использования хлора и с минимальным загрязнением в ходе процесса производства. Основными составляющими экологически чистого процесса производства вискозы являются, в том числе замкнутый процесс при формовании и вытягивании; высокопродуктивное восстановление сульфата натрия; восстановление серы и сульфида углерода на специальных заводах; производство серной кислоты из водородных, богатых сульфидом газов; отбеливание волокна без хлора; биологический распад; биологическая обработка сточных вод и др. Все перечисленное позволило свести к минимуму все вредные выбросы в окружающую среду. Например, количество сточных вод после внедрения названных мероприятий сокращается столь значительно, что их объем составляет менее 1% от первоначального.

Альтернативой традиционным гидратцеллюлозным волокнам являются целлюлозные волокна типа лайоцель (*Lyocell*, *Tencell*, *Newcell*), которые получают непосредственно из раствора α -целлюлозы, без ее химического превращения. Используемый при этом растворитель не вступает в химическое взаимодействие с α -целлюлозой и после фильтрации может использоваться вновь, что позволяет создать замкнутый технологический цикл производства и обеспечить его экологическую чистоту.

Термин «*Lyocell*» первоначально применялся для обозначения группы химических целлюлозных волокон, получаемых непосредственно из раствора древесной целлюлозы в аминоксиде. В настоящее время *Lyocell* называют короткие штапельные волокна этой группы, производимые компанией Лензинг (Австрия). *Tencell* – первое промышленное (штапельное) волокно из группы *Lyocell*, производимое компанией Коуртаулдс (Великобритания). Нити, производимые из волокон группы *Lyocell* компаниями Коуртаулдс (Великобритания) и Акзо Нобель, получили название *Newcell*. Таким образом, *Tencell*, *Lyocell*, *Newcell* являются торговыми марками волокон одной группы (*Lyocell*), выпускаемых в виде штапельного волокна либо в виде комплексных нитей. Наиболее широкое распространение в настоящее время имеет волокно *Tencell*.

Волокна группы *Lyocell* отличаются высокой прочностью, соизмеримой с прочностью полиэфирных волокон, которая, в отличие от тра-

диционных гидратцеллюлозных волокон, изменяется во влажном состоянии не более чем на 15%. При этом они имеют высокую гигроскопичность, аналогичную гигроскопичности хлопка. Достоинством этих волокон является также небольшая усадка, мягкий гриф и блеск. В табл. 1.5 приведена сравнительная характеристика свойств волокна *Tencell* со свойствами некоторых других волокон.

Таблица 1.5

Сравнительная характеристика свойств волокна Tencell

Наименование показателей	Волокно				
	Tencell	Вискозное модифицированное	Вискоза	Хлопок	Высокопрочный полиэстер
Толщина, дТекс	1,5	1,7	1,7	–	1,7
Относительная прочность, сН/текс	40–42	34–36	22–26	20–24	55–60
Удлинение, %	14–16	13–15	20–25	7–9	25–30
Относительная прочность во влажном состоянии, сН/текс	34–38	19–21	10–15	26–30	54–58
Удлинение во влажном состоянии, %	16–18	13–15	25–30	12–14	25–30
Нормальная влажность, %	11,2	12,5	13,0	8,0	0,5
Влагопоглощение, %	65	75	90	50	3

Nutu Tencell отличаются повышенной объемностью и подвижностью в структуре ткани. Одна из их особенностей – способность к фибриллированию во время влажной обработки, что способствует формированию мягкой поверхности ткани. Волокно *Tencell A100* не обладает этим свойством, так как подвергается «сшиванию» в сухом состоянии.

Анализ направлений развития ассортимента химических волокон и нитей, по данным выставки Exprofil (Париж), показывает, что в настоящее время актуально использование супермягких волокон с упругим грифом, имитирующих «лебяжий пух» или «кашмирскую шерсть». С целью создания супермягкого грифа пряжи ФГУП «ЦНИИЛКА» разработана технология производства пряжи и трикотажных изделий с использованием силиконизированных полиэфирных профилированных волокон, имитирующих «лебяжий пух», выпускаемых ОАО «Курскхимволокно» (Россия) и РУП МПО «Могилевхимволокно» (Беларусь). ОАО «Курскхимволокно» производит *полиэфирные волокна типа «лебяжий пух»* линейной плотностью 0,33; 0,72; 0,84; 2 текс. Для силиконовой обработки волокна используются специальные препараты марки МЗ 7713 или МЗ 7716, производимые фирмой «Бема» (Германия). Волокна с линейной плотностью 0,33 текс используются при выработке пряжи трикотажного назначения, а волокна 0,72–2 текс используются, как правило, в производстве нетканых материалов и в качестве наполнителя для швейных изделий: курток, одеял, подушек и др. Такие изделия отличаются супермягкостью на ощупь, объемом, легко стираются, имеют небольшую усадку, несминаемы, формоустойчивы, являются конкурентоспособными по цене и по качеству. Зарубежным аналогом данного волокна является полиэфирное полое спирально закрученное волокно с силиконовой обработкой типа «Комфорель», производимое фирмой Du Pont (США).

Полиамидные волокна, утратившие несколько свои позиции среди синтетических волокон, получили новую жизнь благодаря разработке фирмой Du Pont уникального и универсального нейлонового (полиамидного) волокна *Тактель (Taktel®)*. Волокно Тактель выпускается в виде комплексных, в том числе мультифиламентных нитей и придает мягкость, чувственность, утонченность и красоту современным тканям и одежде. Нить Тактель на 30% легче хлопчатобумажной или полиэфирной, при этом обладает значительной относительной прочностью, водопроницаемостью, способностью «дышать», практичностью в уходе, сочетающимися с привлекательным внешним видом. Материалы из волокна Тактель прекрасно окрашиваются в яркие цвета и могут подвергаться различным отделкам. В настоящее время выпускается целая серия нитей Тактель, пригодных для различных областей применения: от прочной верхней одежды повседневного назначения до мягких, изысканных чулочных изделий и нижнего белья. Тактель применяется как в чистом виде, так и в смеси с другими химическими волокнами для производства широкого ассортимента трикотажных полотен и тканей. Кроме обычного волокна Тактель производится волокно «*Тактель Микро*», которое в 60 раз тоньше человеческого волоса, при этом в 6 раз прочнее натурального шелка. *Тактель-Микро* применяется при выработке чулочных изделий; в сочетании с волокнами лайкра (Lycra®) обеспечивает

облегаемость, легкость, изысканность. Кроме того, применение Тактель-Микро целесообразно при производстве нижнего белья и других видов одежды.

В настоящее время разработаны технологии получения и применения *микроволокон или микрофибры* (от англ. microfiber), под которыми понимают сверхтонкие волокна, имеющие толщину менее 0,3 дТекс. Ультратонкие волокна имеют скачок в области качества материалов и широко используются при производстве изделий бытового назначения (искусственная замша, платьенно-костюмные и пальтовые ткани, бельевого трикотажа и др.), а также технических материалов (обтирочные ткани и т.п.).

Микроволокна берут свое начало от бикомпонентных волокон матрично-фибрильной структуры различных типов. Существует четыре способа производства ультратонких волокон (рис. 16). Прямое прядение основано на совершенствовании обычного процесса прядения и позволяет получать волокна с толщиной до 0,01 денье. Применение бикомпонентных волокон типа «острова в море» обеспечивает получение ультратонких волокон с толщиной 0,0001 денье. Разделительный тип бикомпонентного волокна позволяет получать ультратонкие волокна с поперечным сечением в виде многогранника, а многослойный тип – волокна с плоским поперечным сечением различной толщины. Тонкие волокна, производимые по описанной технологии, позволяют получить ткань, подобную коже персика, состоящую из ультратонких волокон с поперечным сечением в виде трилистника в основе, поперечный разрез которой представлен на рис. 17. На рис. 18 показана крученая пряжа, состоящая из сердечника, образованного из волокон обычной толщины, и оплетки (наружного слоя), состоящей из ультратонких волокон.

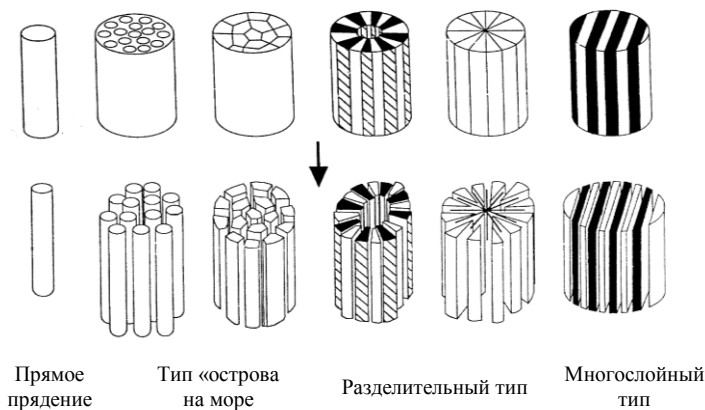


Рис. 16. Методы производства ультратонких волокон

Микрофибра отличается малая масса (она почти в 1,5 раза легче натуральных волокон и в 1,2 раза – самого легкого из синтетических волокон – полиэфирного), высокая эластичность (в 1,5–2 раза выше, чем у натуральных волокон), высокое влагопоглощение (в 5–10 раз выше, чем у обычных полиамидных, полиэфирных и акриловых волокон) и несминаемость (у нее самый большой угол восстановления складки по сравнению с другими синтетическими и натуральными волокнами).

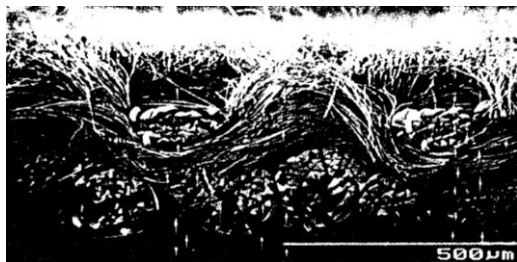


Рис. 17. Ткань из различных ультратонких волокон



Рис. 18. Пряжа, состоящая из волокнистого сердечника и оболочки (оплетки) из тонких волокон

Микрофибра придает одежде особую мягкость и способность к облеганию, эластичность «второй кожи», идеально повторяющей линии тела, ощущение натурального волокна, прохладного в жару и согревающего в холод. К этому семейству относится широкая гамма текстурированных и гладких нитей, крученых и некрученых, с разной степенью блеска. Разработаны нити для кругловязаного и основовязаного трикотажа, чулочно-носочного ассортимента и ткачества. Наиболее известными являются мультифиламентные нити (состоящие из большого количества ультратонких волокон) торговых марок «Микрофибра Нильстар», «Мерил» фирмы Нильстар (Италия) и «Тактель Микро» фирмы Du Pont.

Марка «*Микрофибра Нильстар*» присвоена нитям, состоящим из полиамидных волокон (нейлон 6.6), имеющих диаметр менее 10 микрон

(тогда как толщина самого тонкого из натуральных волокон – шелка – 12 микрон).

Торговая марка *Мерил (Meril)* присваивается продуктам высшего качества, к которым относятся нити из полиамида-6.6 и полиамида-6, отличающиеся, например, особой конфигурацией сечения волокна или степенью матирования. Особенности структуры и свойств нитей «Тактель Микро» рассмотрены выше.

Развитием производства микроволокон является создание материала *Shin gozen (Шин-гозен)*, который может быть определен как одежный материал, отвечающий различным вкусам и назначению благодаря сочетанию свойств синтетических и натуральных волокон. Разработка данного материала – это результат применения целого ряда новых комбинированных и других технологий, направленных на создание материалов, способных удовлетворить различные эстетические требования. Материал *Shin-gozen* нельзя отнести к ранее известным химическим материалам, таким как нейлон и полиэстер. Эта новая категория волокнистого материала, в основе производства которого лежат как уже известные технологии, так и вновь разработанные. Наиболее широко при производстве данного материала применяется смешанное прядение (прядение из двух и более видов полимеров) в сочетании с поверхностной обработкой. Смешанное прядение волокон с различными уровнями усадки придает материалам объемность. Применение ложной крутки в сочетании с использованием прядения филаментных нитей с различными уровнями удлинения обеспечивает получение шерстоподобной поверхности материала. Такие материалы отличаются высоким качеством, хорошей драпируемостью, большим разнообразием, которые не могут быть достигнуты в материалах из обычных волокон и нитей. Технология получения материала *Shin-gosen* позволяет получать материалы с различными туше.

Современные текстильные материалы довольно часто вырабатываются с использованием высокоэластичных нитей, содержащих в своем составе полиуретановые волокна, волокна, известные под торговыми названиями *лайкра, спандекс, ликра, вайрин, эспа, неолан, фуджибо, спанцель и др.*

Сырьем для получения нитей типа спандекс являются полиуретаны, общая формула которых может быть представлена в виде: $\left[\text{A} - \text{OCHN} - \text{A}' - \text{NHCC} - \right]_n$, где A' – остаток диизоционата, а A – углеродородный остаток. Полиуретановые волокна, полученные в результате реакции поликонденсации полиизоционатов с полигидроксильными соединениями (например касторовое масло, полиэфир полиолов и др.), относятся к эластомерам и обладают высокой эластичностью, легкостью, мягкостью, устойчивостью к действию света и стирки. Основными недостатками их являются низкая гигроскопичность, невысокая прочность и низкая теплостойкость.

Высокая растяжимость и восстанавливаемость эластановой нити обусловлена содержанием в ее составе сегментированного полиуретана, на долю которого приходится не менее 85%. Формование нити осуществляется в виде блок-сополимера, состоящего из длинных гибких сегментов, соединенных друг с другом участками «жестко» упакованных макромолекул, которые образуют сетчатую структуру (рис. 19).

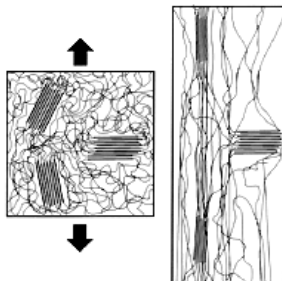


Рис. 19. Структура сегментированного полиуретана:
а – в свободном состоянии; б – в растянутом состоянии

В начале 90-х годов фирма Du Pont (США) разработала эластановые нити нового класса, известные как «мягкая» Lycra[®], которые более полно восстанавливают первоначальную длину после деформации, имеют более пологую кривую «нагрузка – деформация», чем обычные эластаны (рис. 20).

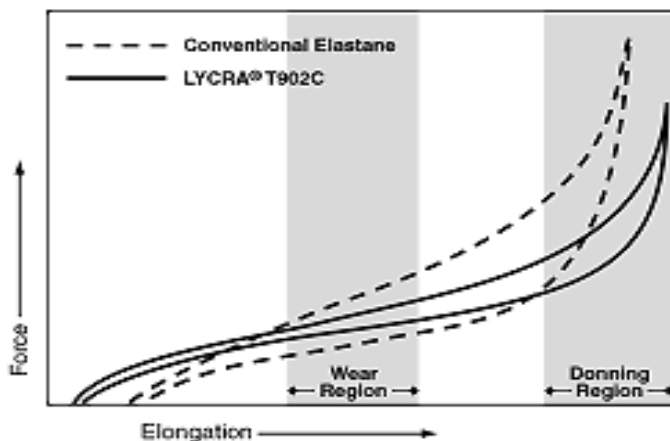


Рис. 20. Кривая «нагрузка – деформация» волокна Lycra[®]

Внешне Лусга® имеет вид одиночной монопилы, в действительности же структура волокна образована соединением в один комплекс нескольких микрофиламентных волокон.

Полиуретановые волокна получают различными способами: формированием из расплава, из раствора мокрым способом и из раствора сухим способом. В настоящее время около 90% объема выпуска составляют эластановые волокна сухого способа формирования, позволяющие получить нити с низкой линейной плотностью – до 8 дециТекс. Линейная плотность волокна Лусга® колеблется в очень широких пределах, в среднем от 11 до 1880 дециТекс. Растяжимость волокна составляет 500–700%, а при удлинении 300% доля обратимой деформации равна 93–98%. Основным недостатком Лусга® является низкая теплостойкость: при 120⁰С, особенно в растянутом состоянии, происходит значительная потеря прочности полиуретановых волокон. В связи с этим температура технологической обработки и эксплуатации изделий с вложением Лусга® должна быть не выше 90⁰С. Лусга® применяется в комбинации с различными видами волокон, как натуральных, так и химических. При этом процент содержания полиуретановых волокон определяется видом текстильного изделия и его назначением. Вложение 2–5% Лусга® обеспечивает необходимую степень облегания и высокую формоустойчивость одежды, кроме того, присутствие полиуретановых волокон в структуре ткани обеспечивает значительное увеличение ее драпируемости. В купальных костюмах, нижнем белье и спортивной одежде может содержаться от 10 до 40% Лусга®.

При производстве волокон в настоящее время широко используются биотехнологии. На основе биотехнологии ученые разработали несколько способов получения химических волокон, которые по своим свойствам мало отличаются от натуральных. К свойствам натуральной шерсти вплотную приблизилось *биоПАН* волокно. В процессе производства это синтетическое полиакрилонитрильное волокно обрабатывается специальной биомассой из особых микроорганизмов. Проведя разрушительно-созидательную работу, бактерии выдают почти готовый к употреблению продукт, заменяющий шерсть.

Приверженцы бионики пытаются скопировать природные «технологии» получения многих веществ, засекреченных бесконечно долгой эволюцией развития органической жизни. Обычная паутина обладает необыкновенно высокой прочностью и эластичностью и состоит из протеинов. Биологи нашли гены, ответственные за процесс протеинового синтеза у насекомых. Они пытаются привить их клеткам дрожжевых микроорганизмов методами генетической инженерии. Кроме пауков, «плести» волокна могут микроскопические грибки плесени. Размножаясь на отходах хлопкового производства, они начинают синтезировать ферменты, расщепляющие целлюлозу. С помощью генетических ухищ-

рений биотехнологии отходы хлопка смогут превратиться в ткани в недалеком будущем.

Вышеописанные достижения текстильной промышленности в области производства химических волокон дают представление об уровне его развития, однако составляют лишь небольшую часть современных разработок в данной отрасли.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение следующим терминам: «текстильное волокно», «элементарное волокно», «комплексное волокно», «штапельное волокно».

2. Какие принципы заложены в классификацию текстильных волокон? Приведите примеры натуральных, искусственных, синтетических волокон.

3. Каким образом молекулярная, надмолекулярная и морфологическая структура волокон влияет на их свойства?

4. Дайте сравнительную характеристику свойств натуральных волокон в соответствии с особенностями их структуры и химического состава.

5. Перечислите основные направления совершенствования и расширения ассортимента текстильных волокон. Приведите примеры.

6. Что является сырьем для получения химических волокон и какова общая схема их производства?

7. В чем заключаются особенности производства и свойств основных химических волокон?

Глава 2. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ТЕКСТИЛЬНЫЕ НИТИ

В производстве материалов, используемых при изготовлении одежды, применяются различные виды текстильных нитей. К классическим текстильным нитям относятся пряжа, комплексные нити и монопнити. В настоящее время их ассортимент значительно расширился и включает в себя помимо уже названных комбинированные, пленочные нити и нитеподобные вязаные, тканые и плетеные текстильные изделия (цепочки, шнуры, ленты, тесьма и т.п.).

Текстильная нить (согласно определению, данному в ГОСТе 13784-94) – это текстильный продукт неограниченной длины и относительно малого поперечного сечения, состоящий из текстильных волокон и (или) филаментов (элементарных нитей).

Структурные элементы текстильных нитей могут соединяться склеиванием, круткой либо, в случае использования филаментных нитей, без крутки.

Первыми текстильными нитями, используемыми человеком, были пряжа из натуральных волокон (хлопка, шерсти, льна) и комплексные нити из натурального шелка. Современная текстильная технология использует значительно более разнообразное сырье и различные способы получения текстильных нитей, которые отличаются по своей структуре и свойствам и могут придавать получаемым из них готовым текстильным материалам необходимые внешние эффекты и отличительные особенности.

2.1. Пряжа. Получение, строение и свойства пряжи различных систем прядения

Согласно определению ГОСТа 13784-94 *пряжа* – это текстильная нить, изготовленная из штапельных волокон обычно скручиванием (под штапельным волокном в данном случае понимают любые волокна, имеющие определенную ограниченную длину).

Пряжа образуется из волокнистой массы в процессе прядения. *Прядение* – это совокупность технологических процессов, в результате которой из волокнистой массы получается пряжа. Получаемая нить должна иметь определенную (заданную) толщину, прочность на разрыв и ровноту. В пряже связь между отдельными волокнами осуществляется силами трения, которые возникают при уплотнении волокон посредством скручивания. Волокна, используемые для прядения, называют *прядильными*. К ним относятся хлопок, лен, шерсть, отходы шелкомотания

или натуральный шелк – волокно, получаемое при разрыхлении коконов, различные химические, штапельные волокна.

Из истории прядения. Исторические исследования показали, что прядение было известно за много тысяч лет до нашей эры, о чем свидетельствуют образцы текстильных изделий, найденные при раскопках древних городов и поселений.

При своем возникновении прядение осуществлялось вручную самым примитивным способом. Позднее появилось ручное веретено в виде деревянного или каменного стержня. При этом пряжа левой рукой вытягивала волокна из пучка, закрепленного на доске или палке, а правой скручивала их в нить, периодически вращая веретено, подвешенное на этой нити. Затем нить наматывали на веретено.

Появление ручной прялки (с ручным приводом), а позднее прялки с ножным приводом было большим достижением, так, как частота вращения веретена, а значит производительность труда значительно увеличилась. Кроме того, при использовании прялки с ножным приводом высвобождались руки прядильщицы для выполнения других операций. Однако способ прядения на прялке все еще оставался периодическим, как и при ручном прядении: нить сначала нарабатывалась до определенной длины, а затем наматывалась на веретено.

Большое значение имело изобретение рогулечного веретена, которое позволило сделать процесс прядения непрерывным. Поэтому прялка с рогулечным веретеном стала называться самопрялкой.

Одна из первых попыток усовершенствовать самопрялку была сделана в Англии Люисом Полем в 1738 г., который первый применил вытяжные валики. Однако его изобретение не имело успеха, и построенная им небольшая прядильная фабрика просуществовала недолго.

В 1760 г. в России Глинков изобрел первую 30-веретенную прядильную машину. Независимо от него в 1764 г. в Англии Гаргривс также построил прядильную машину, однако она имела всего восемь веретен. Лишь спустя некоторое время число веретен было увеличено до 20, 30, а затем и до 120. В 1769 г. Рихарду Аркрайту был выдан патент на изобретение прядильной машины, хотя ничего нового в предложенной конструкции не было, он лишь умело использовал чужие изобретения.

Применение прядильных машин с большим количеством веретен позволило увеличить производительность труда в 5 и более раз. Современные прядильные машины используют несколько сотен веретен, частота вращения которых 5000 до 12000 об./мин.

Сушность процесса прядения. Волокнистое сырье поступает на прядильные предприятия в виде плотно спрессованных кип. Волокна в волокнистой массе расположены хаотично, малораспрямлены и плотно прилегают друг к другу. В связи с этим, для того чтобы исходное сырье превратить в пряжу, то есть достаточно упорядоченную структуру с

ориентированным в той или иной степени расположением волокон вдоль оси нити, необходимо уменьшить плотность волокнистой массы, разделив ее на отдельные волокна, удалить примеси, придать волокнам необходимую степень ориентации и прочно соединить их между собой.

Таким образом, общей задачей прядильного производства является постепенное утонение волокнистой массы и преобразование ее в пряжу, которая должна обладать определенными механическими свойствами при заданной толщине.

Процесс прядения осуществляется в три этапа:

- подготовка волокнистой массы к прядению;
- прядение;
- собственно прядение (скручивание и наматывание пряжи).

Подготовка волокнистой массы к прядению (**первый этап прядения**) включает в себя следующие операции (процессы): рыхление, трепание, смешивание, чесание.

Разрыхление проводят, чтобы разделить волокнистый материал на более мелкие клочки, что приводит к уменьшению плотности материала, смешать его для получения однородной массы, очистить от сорных примесей и волокнистых пороков. Сущность процесса состоит в том, что на специальных машинах спрессованная масса расщипывается (растаскивается) при помощи колковых поверхностей (заостренные зубья, иглы) на более мелкие клочки. Чем больше разрыхлена волокнистая масса, тем легче удалить из нее сорные примеси и волокнистые пороки, тем лучше могут быть перемешаны волокна для получения однородной смеси.

Смешивание. Целью процесса смешивания является создание однородной по своему составу (длине, толщине, прочности) волокнистой массы. Сущность процесса смешивания состоит в том, чтобы из различных компонентов, взятых в определенном процентном соотношении, получить однородную волокнистую массу, в любом объеме которой сохранялась бы принятое процентное соотношение смешиваемых компонентов. Осуществляется данная операция либо одновременно с процессами разрыхления и трепания, либо после них, а также при последующих процессах обработки волокон.

Трепание представляет собой ударное воздействие на волокнистый материал, находящийся в зажатом или свободном состоянии рабочими органами машины. Цель данной технологической операции – дальнейшее разрыхление волокнистого материала для очистки его от сорных примесей и волокнистых пороков. На данной операции волокнистая масса интенсивно очищается от примесей.

Чесание – разъединение мелких клочков или пучков на отдельные волокна. Чесание производится для окончательного удаления примесей из волокнистой массы и ее разделения на отдельные волокна, а также

для придания волокнам ориентации. В результате процесса чесания из тонкого слоя прочесанных волокон формируется лента или ровница.

Различают чесание кардное и гребенное (кардочесание и гребнечесание).

Процесс *кардочесания* заключается в разделении волокон игольчатой или пильчатой гарнитурой чесальной машины. Сущность процесса при этом состоит в разъединении волокон, частичном распределении их и выделении из волокон пороков. В расчесывании пучков волокон обычно принимают участие две поверхности, рабочими органами которых могут быть игольчатые ленты, пильчатые ленты или одна из поверхностей может быть в виде игольчатой ленты, а другая – в виде пильчатой ленты. При чесании рабочие поверхности могут двигаться как в противоположных, так и в одном и том же направлениях (рис. 21, 22).

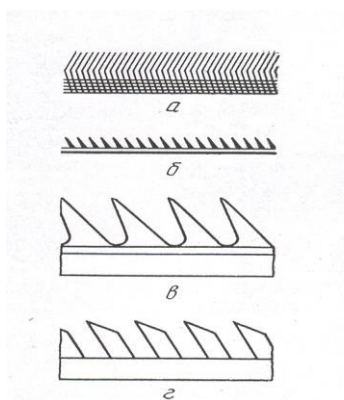


Рис. 21. Виды кардной гарнитуры: а – игольчатая; б – пильчатая цельнометаллическая; в – пильчатая грубая; г – полужесткая игольчатая

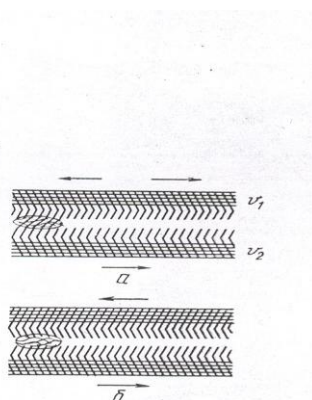


Рис. 22. Схема взаимного расположения игольчатых поверхностей: а – параллельное; б – перекрестное

Гребнечесание проводят для извлечения из обрабатываемых продуктов коротких волокон, наиболее цепких сорных примесей и пороков, распрямления и параллельного расположения волокон в обрабатываемом продукте. Извлечение коротких волокон приводит к созданию однородной волокнистой массы по длине, что благоприятно сказывается на процессах вытягивания. Сущность гребнечесания заключается в поперечном прочесывании бороздки волокна, у которой сначала зажимается один конец, а другой (свободный) прочесывается, затем зажимается свободный (только что прочесанный) конец, а зажатый освобождается и

прочесывается. Гребнечесание осуществляется только при гребенной системе прядения хлопка, шерсти, льна и шелковых отходов. Однако при прядении хлопка и шерсти гребнечесание применяется для получения качественной пряжи высоких номеров (меньшей толщины). В льнопрядении и прядении шелковых отходов гребнечесание является основным процессом чесания этих систем прядения.

Основным продуктом (полуфабрикатом) процесса чесания является *лента* или *ровница* (для аппаратной системы прядения). Схемы получения из ватки прочеса ленты и ровницы представлены на рис. 23.

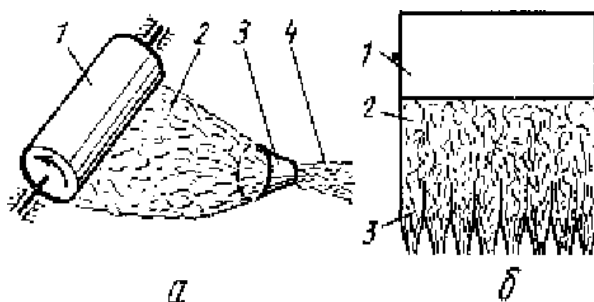


Рис. 23. Схема получения из ватки прочеса ленты (а) и ровницы (б)

Второй этап – *предпрядение* включает в себя следующие операции (процессы): сложение (выравнивание) и вытягивание лент; предпрядение.

Сложение – соединение продуктов одного вида для их совместной обработки с целью улучшения ровноты продуктов по толщине, что приводит к улучшению ровноты пряжи. Кроме того, в результате сложения волокна в продуктах перемешиваются, и выравнивается их состав. При сложении толщина полученной ленты увеличивается и требуется ее утонение. Утонение ленты после сложение производится путем ее *вытягивания*. В процессе вытягивания происходит сдвиг (смещение) волокон в ленте в направлении ее длины, в результате чего поперечное сечение продукта уменьшается, а длина – увеличивается. Волокна при этом распрямляются и парализуются. Схема вытяжного прибора представлена на рис. 24.

Предпрядение – это процесс приготовления из ленты более тонкого продукта – ровницы, предназначенной для прядения. Ровница образуется путем вытягивания, крутки или ссучивания на ровничных машинах, при этом волокна распрямляются и парализуются. Осуществляется данная операция на ровничных машинах.

Третий этап – *собственно прядение* происходит на прядильных машинах и включает в себя окончательное вытягивание ровницы,

скручивание ее в пряжу и наматывание пряжи. Существует несколько способов прядения.

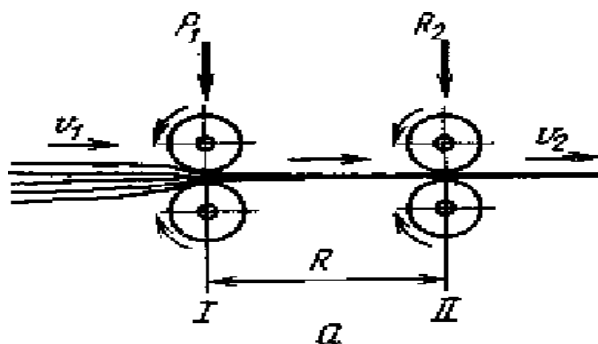


Рис. 24. Схема двухцилиндрового вытяжного прибора

Традиционным способом прядения является веретенный способ, осуществляемый на кольцепрядильных машинах, где скручивание ровницы и превращение ее в пряжу выполняется крутильным механизмом, состоящим из веретена, кольца и бегунка (рис. 25). Скрученная пряжа наматывается при этом на шпулю.

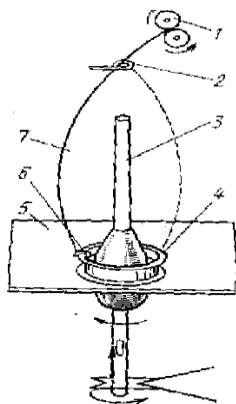


Рис. 25. Схема крутильно-мотального механизма кольцевой прядильной машины: 1 – выпускная пара; 2 – нитепроводник; 3 – веретено; 4 – кольцо; 5 – планка; 6 – бегунок

В настоящее время разработаны и применяются безверетенные (нетрадиционные) способы прядения: пневмомеханический, роторный и др. В России наиболее распространен пневматический способ, осуществ-

вляемый в специальных прядильных камерах под действием сжатого воздуха и центробежных механических сил (рис. 26). Безверетенные способы прядения позволяют увеличить производительность труда примерно в два раза, а также получать пряжу более равномерную по толщине и прочности.

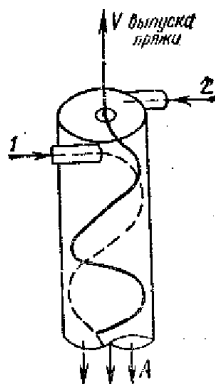


Рис. 26. Схема прядильной камеры безверетенной прядильной машины

Различают также сухое и мокрое прядение. Мокрый способ прядения применяется только при прядении льна для получения более плотной и тонкой льняной пряжи. При этом ровницу пропускают через ванны с горячей водой, размягчающей пектиновые вещества, что позволяет сместить элементарные волокна в техническом волокне льна друг относительно друга и сделать его тоньше.

Несмотря на кажущуюся простоту процессов прядильного производства, для осуществления их применяются сложные машины, которые часто бывают значительно сложнее машин, применяемых в других отраслях промышленности.

Системы прядения и особенности получаемой пряжи. Количество операций, входящих в процесс прядения, зависит от системы прядения.

Системой прядения называется совокупность процессов и машин (последовательность переходов прядильного производства), с помощью которых волокнистая масса перерабатывается в пряжу.

Существует три основных системы прядения: кардная, гребенная, аппаратная. Эти системы отличаются друг от друга в основном способами осуществления двух основных процессов: чесания волокнистой массы и утонения продукта.

В схеме (рис. 27) приведены перечни основных операций, через которые проходят волокна при различных системах прядения и промежуточные и конечные продукты, получаемые после различных операций, внешний вид которых представлен на рис. 28.

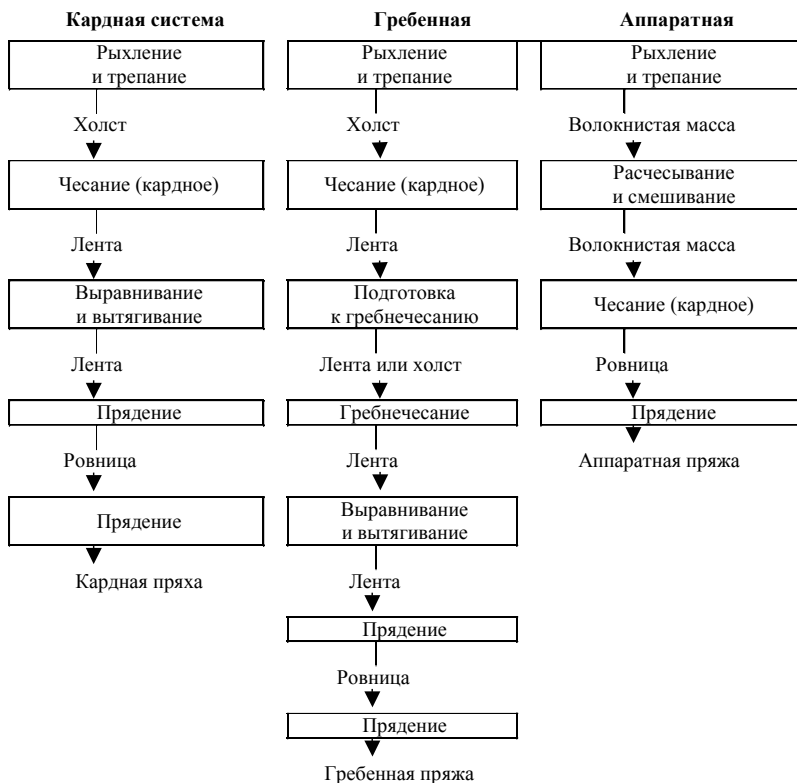


Рис. 27. Перечень операций и продуктов при различных системах прядения

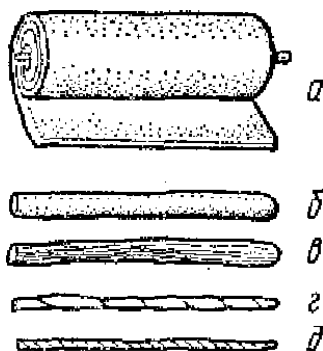


Рис. 28. Продукты основных процессов прядения: а – холст; б – неоднородная лента; в – равномерная лента; г – ровница, д – пряжа

Как видно из схемы, наиболее простой, короткой и экономичной является *аппаратная система прядения*. При данной системе ватка-прочес после процесса кардочесания не формируется в ленту, а разделяется на узкие полоски, которые после уплотнения ссучиванием превращаются в ровницу, то есть отсутствуют операции вытягивания и выравнивания, а также предпрядение. Получаемая при этом аппаратная пряжа рыхлая, ворсистая, пушистая, волокна в ней мало распрямлены и ориентированы вдоль нити (рис. 29, а), вследствие чего пряжа имеет более низкую прочность. Благодаря высокой объемности и пористости аппаратная пряжа придает изделиям высокие теплозащитные свойства.

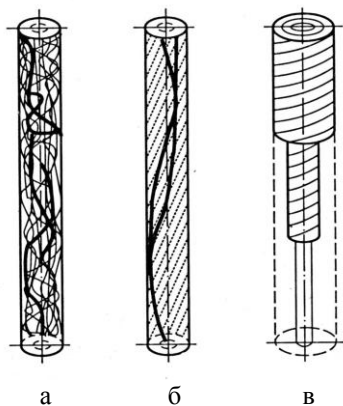


Рис. 29. Строение пряжи: а – аппаратной; б – кардной; в – пневмомеханической

По аппаратной системе перерабатываются хлопок низких сортов и отходы кардного и гребенного прядения хлопка, а также основная масса шерстяных волокон как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами (хлопком, химическими волокнами, отходами гребнечесания, восстановленной шерстью).

Наиболее сложной и наиболее экономичной является *гребенная система* прядения (в очесы попадает 20% от общей массы волокна). Данная система предусматривает дополнительную операцию чесания – гребнечесание. В результате из ленты удаляются короткие волокна, а длинные волокна получают дополнительную ориентацию и распрямление. Получаемая при этом гребенная пряжа прочная, гладкая, чистая и токая. Волокна в ней равномерно распределены по длине и поперечному сечению пряжи.

По гребенной системе перерабатывают тонковолокнистый хлопок, тонкую и грубую длинную шерсть, льняные волокна.

Кардная система прядения является самой распространенной. По ней получают пряжу с линейной плотностью 15–84 текс из средневолокнистого хлопка, химических волокон и коротких льняных волокон.

При кардной системе пряжа образуется либо на кольцепрядильных машинах, либо безверетненным способом, чаще всего пневмомеханическим на машинах БД (рис. 29, б).

Пряжа с кольцепрядильных машин имеет неуравновешенную структуру из-за различного напряжения в волокнах на различных участках, вследствие чего пряжа скрутиться и петляет. Кроме того, пряжа не всегда равномерна по толщине и крутке. Поверхность пряжи не совсем гладкая из-за выступающих волокон. По прочности кардная пряжа уступает гребенной, но прочнее аппаратной пряжи.

Пряжа пневмомеханического способа прядения (рис. 29, в) более равномерна по всем показателям, ее контуры ближе к форме круга. Структура пряжи более рыхлая, объемная, волокна в ней менее распрямлены, вследствие чего пряжа менее прочная (прочность ниже на 15–20%, чем у пряжи с кольцепрядильных машин) и менее стойкая к многократным изгибам.

Особенности прядения разных видов волокон. Прядение волокон различного вида и происхождения имеет свои особенности.

Прядение хлопка. Хлопок в зависимости от длины волокна перерабатывают по кардной, гребенной и аппаратной системам прядения.

Средневолокнистый хлопок перерабатывается по кардной системе прядения в пряжу с линейной плотностью 11,8–83,3 текс.

Тонковолокнистый хлопок перерабатывается гребенным способом прядения, который помимо операций кардного способа включает дополнительную операцию – гребенный прочес. На гребнечесальных машинах после кардочесания вычесываются короткие волокна, в результате чего образуется лента, состоящая из одних длинных волокон. Это создает возможность очень сильного вытягивания ленты и получения тонкой равномерной и гладкой гребенной пряжи. Собственно прядение может осуществляться на кольцевых и безверетненных машинах. Наиболее широко используются пневмомеханические машины ППМ 120-3.

Коротковолокнистый хлопок перерабатывается аппаратным способом, при котором прочесывание производится на чесальных аппаратах. Прочесанная ватка при выходе с чесального аппарата с помощью ремешкового делителя разделяется на большое количество полосок, которым специальным устройством закатываются в ровницу, непосредственно поступающую на прядильные машины. Это наиболее простой способ, так как из него исключены процессы обработки ленты и ровницы. Аппаратный способ дает возможность использовать коротковолокнистое сырье и получать толстую, рыхлую, неравномерную по толщине и пушистую аппаратную пряжу. Собственно прядение может осуществ-

ляться на кольцевых или безверетенных машинах. Для выработки пряжи больших линейных плотностей из смеси прядомых отходов и низких сортов хлопка используется роторный способ прядения, повышающий производительность труда в 1,5–3 раза.

Дальнейшее развитие техники прядения хлопка идет по пути совершенствования машин БД-200 и ППМ-120-3, увеличения их производительности, широкого внедрения роторного прядения и создания фабрик-автоматов безверетенного прядения.

Прядение льна. В прядении льна есть свои особенности. Если все другие волокна всегда прядут в сухом состоянии, то волокна льна могут перерабатываться как сухим, так и мокрым способом. При мокром способе для получения более тонкой и плотной пряжи ровницу пропускают через ванны с горячей водой, размягчающие пектиновые вещества и облегчающие процесс вытягивания ленты. Различают две системы прядения льна: льняную и очесанную. По льняной системе перерабатываются длинные волокна, прочесывание свободно висящих пучков которых производится на льночесальных машинах. При этом длинные технические волокна дробятся на все более тонкие, а короткие волокна, которые перерабатываются по очесочной системе, отделяются и вычесываются. Полученная при этом очесочная пряжа обычно толстая и неравномерная. Прядут лен на кольцевых машинах, могут применяться также более производительные пневмомеханические машины ППМ-240-Л.

Прядение шерсти. В прядении шерсти различают гребенный, полугребенный (по типу кардного) и аппаратный способы.

Наиболее длинные и грубые волокна шерсти, переработанные грубогребенным способом, дают плотную и жесткую пряжу. Тонкая шерсть средней длины перерабатывается тонкогребенным способом в тонкогребенную мягкую пряжу, имеющую слегка пушистую поверхность. Грубая и полугрубая шерсть средней длины может перерабатываться по полугребенному прядению (без гребнечесания) в полугребенную пряжу, внешне похожую на гребенную.

Короткая шерсть идет в аппаратное прядение. При этом в зависимости от толщины волокон получают пряжу тонкосуконную (более тонкую, мягкую, пушистую) или грубосуконную (толстую и более жесткую).

В процессе прядения шерсти часто производится смешивание различных по природе волокон. При аппаратном способе в состав смесей волокон кроме волокон шерсти, полученных при стрижке овец, могут входить: заводская шерсть, восстановленная шерсть, хлопок или штапельные волокна. Смешивание волокон производится перед чесанием. При гребенном способе смешивание осуществляется путем соединения прочесанных лент разноименных волокон. В состав гребенной полушерстяной пряжи кроме шерсти могут входить штапельные волокна.

Собственно прядение при любом способе переработки шерсти может осуществляться на кольцевых или высокопроизводительных безверетенных машинах.

Наиболее перспективной в направлении повышения производительности труда в гребенном прядении шерсти является технология самокруточного прядения на машине СК-225-ШГ.

Прядение шелка. Волокнистым сырьем служат отходы натурального шелка, получаемые при кокономотании, шелкокручении, в ткацком и трикотажном производстве, а также короткие химические волокна. В настоящее время разработан способ разрыхления качественных коконов и получения волокнистой массы.

Пряжу натурального шелка получают по трем системам прядения. Отходы шелководства и шелкообрабатывающего производства после подготовки и рыхления прочесывают на круглых чесальных машинах в несколько переходов. Полученную после прочеса ленту выравнивают, утоняют и подвергают прядению. Этим способом получают наиболее тонкую пряжу натурального шелка до 3,3 текс. Очесы, получающиеся в процессе чесания основных отходов, поступают на гребнечесальную машину, а затем очесанная лента перерабатывается в пряжу (оческовую) толщиной 10–7,1 текс. Из вторичных очесов (после гребнечесания) пряжу вырабатывают аппаратным способом прядения. Аппаратная пряжа более толстая, пушистая и засоренная.

Из разрыхленных коконов получают высококачественную тонкую гладкую шелковую пряжу. Для повышения ее гладкости пряжу подвергают опаливанию на специальных опаливающих машинах, что способствует удалению торчащих на поверхности концов волокон. Такой способ переработки натурального шелка считается довольно перспективным.

Пряжа из химических волокон. Химические волокна перерабатываются в пряжу в чистом виде или в смесях с другими: хлопком, шерстью, льном. По сравнению с натуральными волокнами они более равномерны по длине, линейной плотности и не содержат сорных примесей. Поэтому технологические процессы прядения протекают лучше, с меньшей обрывностью, а получаемые изделия более однородны и характеризуются рядом ценных свойств.

При переработке химических волокон в смеси с хлопком или в чистом виде на хлопчатобумажном оборудовании длина их будет составлять 38–40 мм, с тонкой шерстью – 65–100 мм, с полугрубой шерстью – 100–130 мм, а с коротким льняным волокном – 95–100 мм. Большое значение имеет и подбор химических волокон по линейной плотности.

Пряжа может быть получена по любой системе прядения. Распространена выработка пряжи из тонких жгутов химических волокон: жгут волокна разрезают, укладывают и выравнивают в ленту, которую затем вытягивают и частично скручивают, в результате образуется ровница.

2.2. Виды текстильных нитей и их структура

Классификация текстильных нитей. Классификация текстильных нитей представлена на рис. 30. Все текстильные нити можно разделить на следующие группы: монопнити, комплексные нити, пряжу, плечные нити и комбинированные нити. По волокнистому составу они могут быть однородными, состоящими из одного вида волокна или нитей, и неоднородными (в случае пряжи – смешанными), состоящими из волокон или нитей различного химического состава.

В зависимости от числа сложений и операций кручения различают одиночные, трощенные, однокруточные и многокруточные нити. *Однониточная нить* – это некрученная или крученная нить, полученная за одну операцию формования. *Трощенная нить* состоит из двух или более операций кручения двух или более одиночных нитей, скрученных за одну операцию. *Многокруточную нить* получают в результате одной или более операций кручения двух или более текстильных нитей, одна из которых, по крайней мере, является однокруточной.

Пряжа. Пряжа могут классифицироваться по различным признакам: по способу получения (прядения), составу волокон, отделке и колористическому оформлению, строению.

По способу получения (прядения) пряжа в зависимости от волокнистого состава подразделяется следующим образом. *Хлопчатобумажная пряжа* может быть кардной, гребенной, аппаратной; *шерстяная пряжа* – гребенной, полугребенной, аппаратной; *льняная пряжа* – льняной сухого прядения, льняной мокрого прядения, оческовой сухого прядения, оческовой мокрого прядения.

В зависимости от отделки и колористического оформления пряжу подразделяют на суровую, отбеленную, окрашенную, меланжевую и др. Суровая пряжа – это пряжа, которая не подвергалась операциям отделки. Отбеленная пряжа – пряжа, подвергнутая отбеливанию для обеспечения необходимой степени белизны. Окрашенная пряжа – пряжа, прошедшая операцию крашения в процессе отделочного производства. Меланжевая пряжа – пряжа, полученная из смеси волокон, окрашенных в различные цвета.

По составу волокон пряжа может быть однородной, состоящей из волокон одного вида, и смешанной – из смеси двух или более видов волокон. При создании смешанной пряжи состав смеси и ее пропорции подбирают с таким расчетом, чтобы максимально использовать положительные свойства составляющих волокон и нивелировать отрицательные свойства. При смешивании натуральных и химических волокон учитывают соответствие их размеров (толщины и длины) и формы (извитость, профиль, шероховатость). Например, при смешивании шерстяных и химических волокон последние должны иметь устойчивую извитость. Поэтому часто в этих смесях используют бикомпонентные волокна.

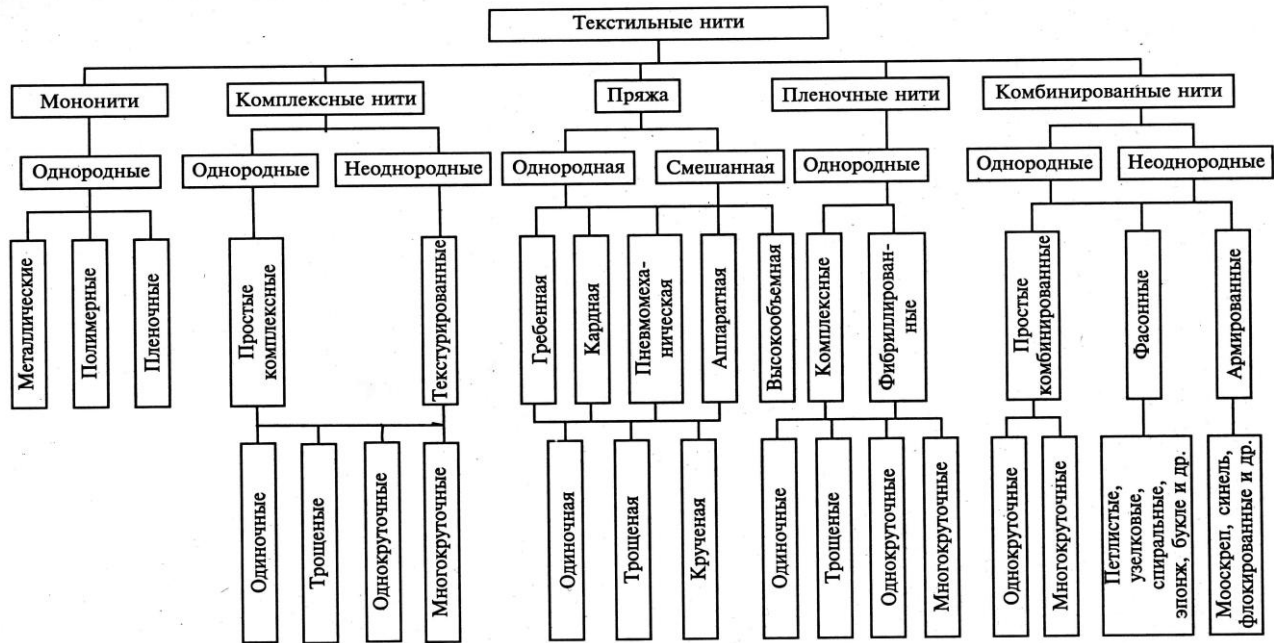


Рис. 25. Классификация текстильных нитей

По строению различают пряжу однониточную, трощеную и крученую. *Однониточная пряжа* образуется на прядильных машинах при скручивании элементарных волокон. *Трощеная пряжа* состоит из двух и более сложенных нитей, не соединенных между собой круткой. Это придает нитям большую уравновешенность, чем у однониточной или крученой пряжи, поэтому они часто используются в трикотажном производстве. *Крученая пряжа* получается скручиванием двух и более нитей. Однокруточная пряжа скручивается из двух или трех однониточных нитей одинаковой длины. Многокруточная пряжа получается в результате двух или более следующих друг за другом процессов кручения; чаще соединяют две однокруточные пряжи. При получении крученой пряжи желательнее, чтобы направление скручивания было противоположным крутке составляющих нитей. В этом случае при окончательной крутке составляющие нити раскручиваются до тех пор, пока не оказываются закрепленными витками повторной крутки. В результате составляющие нити огибают друг друга, располагаясь спиральными витками, и образуют плотную нить округлой формы, равномерно заполненную волокнами.

Высокообъемная пряжа получается из смеси разноусадочных волокон, повышенная растяжимость (30% и более), объемность, пушистость и мягкость которой достигается за счет усаживания части волокон в результате химической или тепловой обработки. Высокообъемная пряжа может быть получена при аэродинамической обработке, в результате которой потоком воздуха разрыхляется структура и увеличивается ее объем.

Комплексные нити. Комплексные нити (мультифиламент) – текстильная нить, состоящая из двух и более элементарных нитей, длина которых равна или несколько больше длины комплексной нити.

В структуре *простых (однониточных) комплексных нитей* элементарные нити располагаются более или менее параллельно друг другу, поэтому поверхность нитей ровная и гладкая (рис. 31, а).

Трощеные химические комплексные нити – это первичные комплексные нити, получаемые с заводов-изготовителей, состоящие из параллельных или слабо скрученных элементарных нитей. Они имеют гладкую ровную поверхность.

Крученые комплексные нити бывают однокруточными и многокруточными (рис. 31, б). В зависимости от степени кручения различают нити: пологой крутки (до 230 кр./м), средней крутки – муслин (230–900 кр./м) и высокой крутки – креп (1500–2500 кр./м). Элементарные нити в структуре крученых нитей располагаются по винтовым линиям, и поэтому на поверхности нитей располагаются по винтовым линиям, и поэтому на поверхности нитей заметны витки, плотность расположения которых и угол наклона относительно продольной оси повышаются по мере увеличения степени крутки. Крепы отличаются значительной жестко-

стью, упругостью и неуравновешенностью по крутке, что заставляет их в свободном состоянии извиваться и скручиваться, образуя скрутины.

Комплексные нити из натурального шелка могут быть получены склеиванием и скручиванием. При разматывании нескольких коконов шелковицы, склеиваясь, образуют нить (*шелк-сырец*). Колебания в форме и размерах шелковин, неодинаковое их натяжение при сматывании с коконов, неравномерность распределения по поверхности серицина и, следовательно, плотности склеивания заметно отражаются на равномерности структуры шелка-сырца. Крученые нити получают при однократной и двукратной крутке из шелковин, с которых в значительной мере был удален серецин. В зависимости от степени крутки шелковые нити бывают пологой крутки (*шелк-уток*), средней крутки (*муслин*) и высокой крутки (*креп*). При двукратном кручении получают *шелк-основу*.

Текстурированная нить представляет собой химическую комплексную нить с измененной путем дополнительной обработки структурой (рис. 31, в). Элементарные нити имеют устойчивую извитость, благодаря которой текстурированные нити отличаются повышенной объемностью, рыхлостью и пористостью. Материалы из текстурированных нитей обладают хорошей драпируемостью, формоустойчивостью и гигиеническими свойствами. Отличительная особенность текстурированных нитей – повышенная растяжимость (до 400%) с высокой долей обратимой деформации. Благодаря этому, изделия из них хорошо сохраняют форму. Согласно классификации, предложенной Ф.К. Садыковой, текстурированные нити по показателям разрывного удлинения подразделяются на три вида: обычной растяжимости (до 30%), повышенной или средней растяжимости (30–100%) и высокой растяжимости (более 100%).

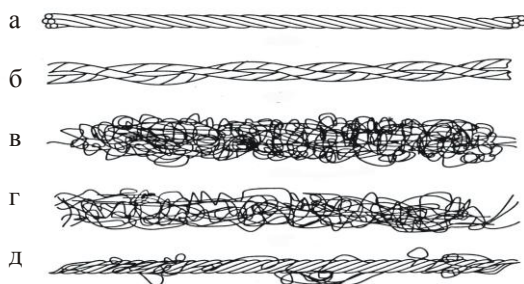


Рис. 31. Строение комплексных нитей: а – одиночная нить; б – одиночная нить; в – эластик; г – мэлан; д – аэрон

Большинство существующих способов текстурирования основаны на механическом воздействии на комплексные нити (кручение, гофрирование, прессование и др.) при одновременном нагревании для стабилизации изменений формы элементарных нитей. Поэтому текстурированию подвергаются чаще всего термопластические нити (полиамидные, полиэфирные, триацетатные). Наиболее распространенным способом текстурирования является способ ложной крутки. Первичная комплексная нить подвергается скручиванию до 2000–4000 кр./м с последующей тепловой фиксацией крутки. При раскручивании нити до первоначального состояния элементарные нити под действием внутренних напряжений стремясь сохранить фиксированную форму, изгибаются и принимают сложную пространственную форму. Комплексная нить приобретает большую пушистость, объемность и высокую растяжимость. По такому способу получают высокоэластичные полиамидные нити типа эластик (рис. 31, в). Для получения нитей повышенной растяжимости уменьшают величину крутки до 2000–2500 кр./м и нити подвергают вторичной тепловой обработке после раскручивания. Это снижает внутреннюю напряженность структуры и фиксирует изогнутую форму элементарных нитей, в результате чего уменьшается растяжимость. К нитям повышенной растяжимости относятся: полиамидные – *мэрон*, полиэфирные – *мэлан* (рис. 31, г), *белан*.

Плоскую извитость элементарных нитей можно получить способом гофрирования комплексной нити небольшой крутки (до 100 кр./м) в термокамере. Такая текстурированная нить обладает высокой объемностью, но меньшей растяжимостью, чем нити, полученные способом ложной крутки. В нашей стране по этому способу получают нити *гофрон*.

Способ получения извитых нитей заключается в распускании предварительно термофиксированного трикотажного полотна.

Способ протягивания по грани стальной пластины или ножа нить подвергается сильной деформации. Сторона, прилегающая к грани, сжимается, а противоположная сторона растягивается. При непрерывном движении нить постоянно поворачивается внешней стороной к лезвию, что приводит к чередованию участков деформации растяжения и сжатия по всей длине. Далее нить охлаждают и дополнительно термофиксируют. В результате отдельные элементарные нити приобретают вид извитой пружины с разными направлениями витков. А России по такому способу выпускают нить под названием *рилон*. За рубежом этот способ получил название *эджилон* (по названию нити).

Аэродинамический способ изменения структуры комплексных нитей основан на воздействии на них воздушного потока в специальной камере. Струя воздуха разъединяет и изгибает в петли элементарные нити и перепутывает их между собой. Различают *пневмосоединенные нити*, имеющие компактную структуру, и *пневмотекстурированные*

нити, обладающие повышенной объемностью и (или) растяжимостью (ГОСТ 27244-93). Аэродинамический способ позволяет получать текстурированные нити не только из термопластических, но и из других видов химических нитей (вискозных, ацетатных). За рубежом такие нити имеют общее название *таслан*, в России – *аэрон* (рис. 31, д).

К группе текстурированных нитей можно отнести комплексные нити, получаемые из бикомпонентных элементарных нитей, имеющих устойчивую извитость.

Мононити. Текстильная мононить, или монофиламентная нить, достаточной толщины и прочности, чтобы быть пригодной для изготовления текстильного материала. Натуральной мононитью является конский волос, который используется при изготовлении прокладочных материалов. Химические мононити изготавливают из синтетических полимеров (чаще всего из полиамида). Они имеют круглое или плоскопрофилированное поперечное сечение. В последнем случае из-за наличия плоских граней нити приобретают повышенный блеск.

К мононитям относятся металлические нити. В древности их изготавливали из золота или серебра. В настоящее время их получают способом волочения (вытягивания) из меди или ее сплавов или путем разрезания на ленточки алюминиевой фольги. На поверхность таких нитей наносят тончайший слой золота и серебра и защитную пленку. Наиболее известные металлические нити: *волока* – нить круглого сечения; *плющенко* – плоская нить в виде ленточки; *канитель* – спиральная нить, полученная из волокон или плющенко. *Люрекс*, или *алюнит* – ленточки шириной 1–2 мм из алюминиевой фольги с цветным покрытием (часто под золото или серебро) полиэтиленовой пленкой. Недостатком этих нитей является небольшая прочность, ломкость и жесткость.

К мононитям относят также пленочные нити, полученные путем разрезания полимерной пленки или экструдированием в виде полоски. Пленки могут быть прозрачными и непрозрачными, цветными и с металлическим напылением (под золото, серебро, бронзу, перламутр и т.п.). Иногда пленочные нити методом термообработки слегка размягчают и деформируют, создавая эффекты неровности поверхности.

Металлические и пленочные мононити используют чаще всего в качестве просновок для создания декоративных эффектов во внешнем виде текстильных материалов.

Пленочные нити. Элементарные нити в виде пленочных ленточек получают либо резанием пленки, либо экструдированием их из расплава с последующим вытягиванием и термофиксацией. *Комплексные пленочные нити* скручиваются из элементарных пленочных нитей малой ширины.

Фибриллированная пленочная нить представляет собой пленочную текстильную нить с продольным расслоением на фибриллы, имеющие

между собой связи. Структура таких нитей отличается объемностью и пушистостью.

Комбинированные нити. Структура комбинированных нитей образуется соединением двух и более нитей различных видов, строения и волокнистого состава. Вариантов таких комбинаций множество. Комбинированные нити могут состоять из различной по волокнистому составу и (или) структуре пряжи; из различных по химическому составу и (или) структуре комплексных нитей; из пряжи и комплексной нити; из монопнити, текстурированной нити и пряжи; из комплексной и текстурированной нити и т.д. (ГОСТ 13784-94). Комбинированные нити могут быть однокруточными и многокруточными. Их можно разделить на простые, армированные и фасонные нити.

Простые комбинированные нити получают соединением составляющих нитей примерно одинаковой длины. Различные сочетания составляющих нитей позволяют создать многообразие комбинированных нитей, различающихся структурными параметрами, показателями физико-механических свойств и внешним видом, что, в свою очередь, расширяет ассортимент текстильных материалов, вырабатываемых из этих нитей.

Армированные нити имеют сердечник, плотно обвитый, оплетенный или покрытый равномерно по всей длине волокнами или другими нитями. В качестве сердечника используют различные виды пряжи и комплексных нитей, полиуретановые монопнити или комплексные нити (спандекс, лайкра), резиновая жилка и т.п. Армированные нити имеют несколько вариантов получения и строения.

Классическим видом армированной нити является стержневая нить любого вида, обкрученная в один или два слоя покровной нитью другого состава (рис. 32, а). Это позволяет сочетать в одной нити свойства, присущие составляющим нитям. Например, используя в качестве стержневой нити химическую комплексную нить, а в качестве покровной нить из натуральных волокон, получают прочную упругую нить с хорошими гигиеническими свойствами. Если в качестве сердечника используют высокоэластичные нити (лайкра, спандекс, резиновая жилка), которые во время обкручивания находятся в растянутом состоянии, то после снятия нагрузки получают высокообъемную, пушистую эластичную нить (рис. 32, б). Разновидностью армированных нитей является мооскреп, который представляет собой нить креповой крутки, обвитую нитью пологой крутки. Усадка сердечника придает поверхности нити объемность и пушистость.

Другой вид армированной нити имеет сердечник в виде пряжи или комплексной нити, равномерно покрытый волокнами. Такие нити получают аэродинамическим способом путем подачи воздушным потоком волокон в зону кручения нитей, где они захватываются стержневой ни-

тью и прочно закрепляются в ее структуре. Вариантом таких нитей является стержневая нить, покрытая пневмоперепутанными элементарными нитями.

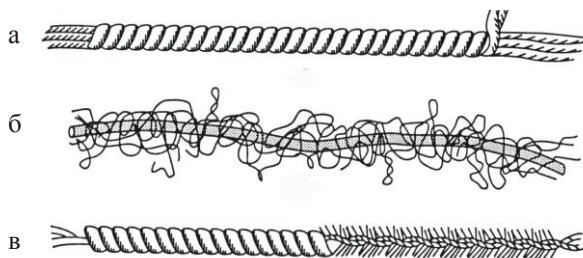


Рис. 32. Армированные нити: а – с внешней оболочкой; б – с эластичным стержнем; в – синель

Велюровые нити, или *синель*, состоят из сердцевинной однокруточной нити, в которой перпендикулярно продольной оси закреплено множество волокон, создающих бархатистую поверхность нити (рис. 32, в).

Флокированные нити получают путем нанесения в электростатическом поле на стержневую нить, предварительно покрытую клеем, нарезанного ворса. Регулировкой натяжения стержневой нити и напряжения на электродах можно добиться равномерного радиального расположения ворсинок на поверхности нити.

Фасонные нити – текстильные нити, имеющие периодически повторяющиеся местные изменения структуры или окраски (рис. 33). В фасонных нитях сердцевинная нить обвивается нагонной или эффектной нитью (иногда несколькими) большей длины, чем основная. Местные эффекты, встречающиеся в фасонных нитях и определяющие их название, весьма многочисленны и разнообразны. Это могут быть круглые или продолговатые узелки (узелковая нить); небольшие петли в виде колючек (петлистая); большие пушистые петли (букле); чередование заметных утолщений и тонких участков (переслежистая); периодическое изменение плотности и наклона витков нагонной нити вокруг сердцевинной (спиральная); впряденные комочки цветных волокон (непс); чередование спиралей и рыхлых многоцветных узелков (эпонж) и т.д. Встречаются фасонные нити с вплетенными в структуру отрезками пленочных нитей. Флокированные фасонные нити имеют на поверхности ворс, отличающийся длиной, толщиной, цветом, плотностью расположения. Благодаря фасонным нитям получают текстильные материалы с разнообразной фактурой поверхности. Фасонные нити можно получить способом пневмоперепутывания комплексных нитей с периодическим образованием петель на поверхности нити.

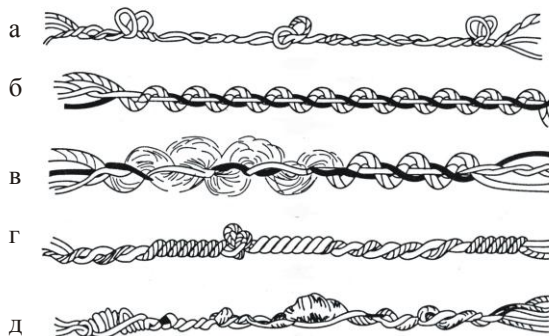


Рис. 33. Фасонные нити: а – петлистая; б – спиральная; в – с ровничным эффектом; г – эпонж; д – узелковая

В последнее время иногда при создании текстильных материалов в качестве нитей используют нитеподобные текстильные изделия в виде ленточек, тесьмы, шнуров и т.п., полученных вязанием, ткачеством или плетением. Наибольшее разнообразие встречается среди «трикотажных» нитей (рис. 34), простейшие из которых вырабатываются в виде ластичной цепочки или ленточки основовязаного переплетения. В армированных вязаных нитях роль сердечника играет цепочка, в которой могут вплестаться перпендикулярно расположенные отрезки волокон (плоский односторонний и ввухсторонний «ершик», синель), нагонные нити, пневмосоединительные волокна. На основе вязаных нитей создаются разнообразные фасонные нити: петлистые, узелковые, букле, с эффектом непса, с фасонным вплетением пленочных мононитей, ленточек из нетканых клеевых или термоскрепленных полотен и т.п.

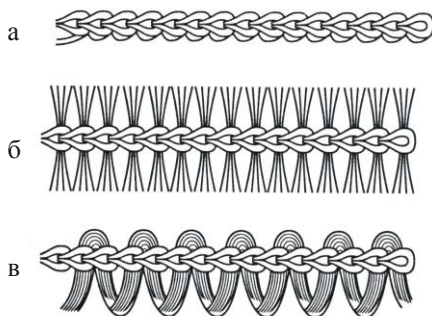


Рис. 34. Трикотажные нити: а – ластичная цепочка; б – плоский «ершик»; в – с флизелиновой лентой

2.3. Свойства текстильных нитей

К основным характеристикам свойств текстильных нитей относятся: линейная плотность (толщина), крутка, разрывная нагрузка, разрывное удлинение и неравномерность показателей по перечисленным характеристикам.

Линейная плотность является характеристикой толщины нитей в метрической системе принятой в России и других странах.

Линейная плотность нитей, T , текс, как и волокон, характеризуется массой, приходящейся на единицу длины и определяется:

$$\dot{O} = \frac{m}{L} \quad (2.1)$$

где m – масса нити, г;

L – длина нити, км.

В Российской Федерации линейная плотность нити является стандартной характеристикой ее толщины. Различают фактическую, номинальную, номинально-расчетную и нормальную линейную плотность.

Фактическую линейную плотность, T_f , определяют методом взвешивания при определенных атмосферных условиях.

Номинальная линейная плотность, T_n – это запроецированная к выработке линейная плотность.

Номинально-расчетная линейная плотность, T_r – определяется для трощеных и крученых нитей и определяется по формулам:

для нитей скрученных из одинаковых составляющих

$$T_r = T_o \cdot n, \quad (2.2)$$

где T_o – линейная плотность одинарной нити, текс;

n – число составляющих нитей.

для нитей, состоящих из составляющих различной толщины,

$$T_r = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (2.3)$$

где $T_r, T_1, T_2, \dots, T_n$ – линейные плотности составляющих нитей, текс.

Нормальная линейная плотность определяется для крученых нитей с учетом укрутки (уменьшения длины при скручивании).

В некоторых случаях толщину нити характеризуют метрическим номером N_m , м/г – величиной, обратной линейной плотности. С учетом единиц измерения соотношение между T и N_m определяется следующей формулой:

$$T N_m = 1000 \quad (2.4)$$

Если известна плотность вещества волокна γ , м²/мм³, можно определить *площадь поперечного сечения* нити S , мм², исходя из зависимости

$$S = \frac{T}{\gamma}, \quad (2.5)$$

и условный диаметр нити $d_{\text{усл.}}$, мм,

$$d_{\text{усл.}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} \quad (2.6)$$

Показатели S и $d_{\text{усл.}}$ характеризуют условное поперечное сечение нити, в котором волокна плотно прилегают друг к другу и между ними отсутствуют поры и пустоты. В реальных текстильных нитях имеются пустоты из-за неплотного прилегания волокон в пряже и элементарных нитей в комплексных нитях, а также из-за наличия пор и пустот в самих волокнах и элементарных нитях. Поэтому фактические размеры поперечного сечения текстильных нитей характеризуются расчетным диаметром нити d_p , мм, при определении которого используют среднюю плотность (объемную массу) нити δ , мг/мм³, т.е. массу единицы объема нитей, измеренного по внешнему контуру:

$$d_p = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}} \quad (2.7)$$

Толщина нити в других системах измерения может характеризоваться иными показателями. Так, широко применяется для характеристики толщины химических нитей такая единица, как *денье* (den), которая характеризуется массой m , г, приходящейся на 9000 м нити:

$$1\text{den} = \frac{m}{9000},$$

где m – масса нити, г.

Так же как и линейная плотность T , денье является прямой характеристикой толщины нити (то есть, чем выше денье, тем толще нить).

К обратным характеристикам толщины, применяемых в иных странах измерения, можно отнести:

- английский номер N_e (английская система измерений);
- французский номер N_f (французская система измерений);
- wollen count и др.

Английский номер N_e показывает, какое число отрезков по 840 ярдов содержится в одном фунте (Ярд=0,9144 м; фунт – 453,59 г). Например: 100^s N_e означает, что 100 отрезков по 840 ярдов укладываются в 1 фунте. Такое обозначение толщины нитей широко применяется в Великобритании, Корее, Индии, Австралии и др. странах, использующих английскую систему измерений.

Французский номер N_f показывает, какое число отрезков по 1000 м содержится в 500 г.

Wollen count показывает, какое число отрезков по 256 ярдов содержится в 1 фунте.

Для перевода характеристик толщины из одной системы в другую следует пользоваться формулами, приведенными ниже.

Перевод в метрическую систему:

$$T = \frac{\text{den}}{9}; \quad T = \frac{590,5}{N_e}; \quad T = \frac{500}{N_f};$$

$$N_m = N_e \cdot 1,693; \quad N_m = N_f \cdot 2; \quad N_m = \frac{9000}{\text{den}};$$

Перевод из английской системы во французскую и наоборот:

$$N_f = N_e \cdot 0,847; \quad N_e = N_f \cdot 1,181$$

Перевод из метрической системы в другие системы:

$$N_e = \frac{590,5}{T}; \quad N_e = N_m \cdot 0,5905$$

$$N_f = \frac{N_m}{2}; \quad N_f = \frac{500}{T}$$

$$N_e = \frac{5315}{\text{den}}; \quad \text{den} = \frac{5315}{N_e}$$

Например, толщина гребенной хлопчатобумажной пряжи с номером $92^5 N_e$ в метрической системе будет характеризоваться линейной плотностью, равной $T = 590,5/92 \approx 6,4$ текс.

Специфической характеристикой структуры нитей является их крутка. *Крутка нитей* характеризуется числом кручений (витков) периферийного слоя нити на единицу длины (1 метр). Крутка нитей определяет интенсивность скрученности нити, от которой зависит прочность и упругость нити. В зависимости от направления витков различают правую (Z) крутку и левую (S) крутку (рис. 30).

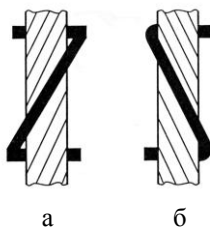


Рис. 30. Расположение витков в пряже: а – правая крутка, б – левая крутка

При скручивании волокна и нити располагаются по винтовым линиям с заданным углом кручения β . Чем больше угол кручения, тем ин-

тенсивней скручена нить. При одинаковом угле β число кручений на единицу длины толстой нити меньше, чем тонкой (рис. 35). Поэтому для сравнения интенсивности скрученности нитей с разной толщиной применяют такой показатель, как *коэффициент крутки* α , который рассчитывается по формуле:

$$\alpha = 0,01K\delta\sqrt{\delta} \quad (2.8)$$

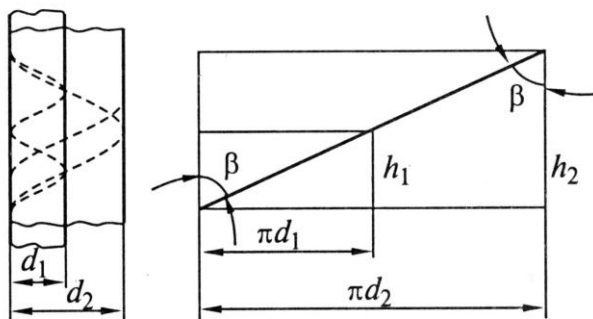


Рис. 35. Схема развертывания периферийного слоя нити

Угол кручения β является универсальной характеристикой скрученности нитей любой линейной плотности T , текс, объемной массы σ_n , г/см³. При этом число кручений K определяется по формуле

$$K = 891 \operatorname{tg} \sqrt{\sigma/T} \quad (2.9)$$

При полой крутке пряжа получается более мягкой, но менее прочной, при высокой крутке – плотной и более жесткой. Таким образом, с увеличением крутки повышается прочность и жесткость нити. Однако это происходит лишь до определенного предела, называемого *критической круткой*. Дальнейшее увеличение крутки приводит к перенапряжению растянутых круткой волокон и, как следствие, к падению прочности и жесткости нитей. На практике для получения малосминаемых тканей с красивой мелкозернистой поверхностью используются нити с креповой круткой, превышающей критическую крутку.

Так как при скручивании составляющие нити располагаются спиральными витками, происходит укорочение их длины, или *укрутка*. Величина укрутки, U , %, определяется по формуле

$$U = 100 (L_1 - L_0) / L_1, \quad (2.10)$$

где L_1 – длина раскрученной нити, мм;

L_0 – длина скрученной нити, мм.

Структура пряжи характеризуется ворсистой, наличием на поверхности выступающих кончиков волокон, причем имеет значение как количество, так и длина ворсинок. Если пряжа имеет заметную ворсистость, то структура поверхности ткани или трикотажного полотна менее выражена, а после отделочных операций ворсования и валки образуется застил, который в той или иной степени скрывает рисунок переплетения. Для материалов с четко выраженной фактурой необходимы нити с малой ворсистой. Степень ворсистой зависит от способа прядения, величины крутки, извитости волокон. В качестве характеристик ворсистой чаще всего используют число ворсинок p_v , приходящихся на единицу длины нити (обычно 1 м), среднюю длину ворсинок l мм, и суммарную или общую длину ворсинок L_v , мм.

Механические свойства нитей принято характеризовать такими показателями, как разрывная нагрузка и разрывное удлинение.

Разрывная нагрузка, P_p , даН – максимальное усилие, выдерживаемое нитью до разрыва.

Разрывное удлинение – приращение длины нити к моменту разрыва, выраженное в абсолютных единицах, мм – абсолютное l_p ; или в относительных единицах % – относительное ε_p .

$$l_p = L_k - L_o; \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_p = \frac{l_p}{L_o} \cdot 100, \quad (2.12)$$

где L_o – начальная длина нити, мм;

L_k – длина нити в момент разрыва, мм.

При сравнении прочности разной толщины пользуются таким показателем, как *относительная разрывная нагрузка* P_o , даН/текс, которая показывает величину разрывной нагрузки, приходящейся на единицу линейной плотности нити:

$$P_o = \frac{P_p}{T}. \quad (2.13)$$

Прочность и удлинение пряжи зависят прежде всего от механических свойств составляющих их волокон, а также от степени их ориентации, распрямленности и закрепления в структуре. При разрыве пряжи разрывается только часть волокон, остальные растаскиваются. Например, степень использования прочности волокон в кардной пряже составляет около 40–50%, в аппаратной – 20–30%. При растяжении комплексных нитей в разрыве участвуют все элементарные нити, поэтому прочность этих нитей больше по сравнению с пряжей. Однако, если элементарные нити неравномерно распрямлены и ориентированы, перепутаны и обладают разной прочностью и удлинением, происходит сту-

пенчатый разрыв нитей, что значительно снижает прочность комплексных нитей. При растяжении текстурированных нитей вначале при нагрузках, составляющих около 2,5–3,0% разрывных, происходит спрямление и ориентация элементарных нитей, затем их деформация и, наконец, разрыв. Поэтому текстурированные нити обладают значительным разрывным удлинением (до 400%). Кроме того, так как большие величины удлинения достигаются при малых нагрузках, они имеют значительную долю упругой и эластической деформации, что обеспечивает высокую формоустойчивость материалов из этих нитей.

Неравномерность нитей характеризуется величиной отдельных показателей свойств (линейная плотность, крутка, разрывная нагрузка и разрывное удлинение) от средней величины. Равномерность нитей по свойствам зависит от качества и однородности сырья и от регулировки работы механизмов прядильно-крутильного оборудования.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «текстильная нить». Какие виды текстильных нитей вы знаете?
2. Сущность процесса прядения. Его основные этапы.
3. Подготовка волокнистой массы к прядению. Сущность процессов рыхления, трепания, кардно- и гребнечесания, их основные цели.
4. Предпрядение как этап процесса прядения. Основные технологические операции данного этапа и их сущность.
5. Собственно прядение. Способы превращения ровницы в пряжу.
6. Особенности мокрого способа прядения.
7. Назовите три основные системы прядения. Чем по сути они различаются?
8. Особенности строения и свойств гребенной, аппаратной, кардной пряжи и пряжи пневмомеханического способа прядения.
9. Признаки, по которым классифицируют текстильные нити. Особенности строения одиночных, трощеных, однокруточных и многокруточных нитей.
10. Назовите известные вам виды монопнитей. Как их применение влияет на внешний вид и свойства готовых текстильных материалов?
11. Классификация пряжи в зависимости от способа прядения, вида применяемых волокон, колористического оформления и строения.
12. Комплексные нити из натурального шелка. Особенности получения и структуры шелка-сырца, шелка-утка, шелка-муслина, шелка-крепа и шелка-основы.
13. Комплексные нити из химических волокон. Их классификация.
14. Особенности получения, строения и применения текстурированных нитей различной степени растяжимости. Классификация текстурированных нитей в зависимости от их растяжимости.

15. Приведите примеры комбинированных нитей. Дайте характеристику их структуры.
16. Какие виды нитей называют фасонными? Как их применение влияет на структуру готовых текстильных материалов?
17. Виды трикотажных нитей.
18. Какими показателями может характеризоваться толщина текстильных нитей? Линейная плотность нити, физический смысл, расчетная формула, единицы измерения. Виды линейных плотностей: фактическая, номинальная, номинально-расчетная, нормальная.
19. Назовите показатели толщины текстильных нитей в различных системах измерения: метрической, английской, французской и др.
20. Что называется круткой текстильной нити? Правая и левая крутка.
21. Каким показателем целесообразно пользоваться при сравнительной оценке интенсивности крутки нитей различной толщины?
22. Дайте понятие критической крутки.
23. Ворсистость пряжи. Ее влияние на структуру поверхности готового текстильного материала.
24. Что такое «укрутка нитей»?
25. Назовите показатели механических свойств текстильных нитей. Дайте их определения и приведите единицы измерения и расчетные формулы.

Глава 3. ТКАНИ: ПОЛУЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ

Ткань – это гибкое прочное изделие относительно малой толщины, сравнительно большой ширины и различной длины, образованное двумя или более взаимно перпендикулярными системами нитей, соединяемыми переплетением в процессе ткачества.

Ткань формируется на ткацком станке из основных и уточных нитей.

Система нитей, расположенная вдоль ткани, называется *основой*, поперек – *утком*.

Ткани вырабатываются из различных нитей: пряжи, комплексных, комбинированных, монопнитей и др.

3.1. Ткачество. Формирование ткани на ткацком станке

Из истории ткачества. Процесс ткачества, как и прядения, до изобретения ручного ткацкого станка осуществлялся самым примитивным образом. Нити основы располагали вертикально, привязывали их верхние концы к горизонтальной палке, натягивая нижние концы грузами. Уточную нить протягивали между основными и соединяли (прибивали) с наработанной тканью с помощью прутка. Позднее для прокладывания уточной нити и для ее прибора стали применять различные приспособления, а чтобы увеличить длину ткани, основные нити стали наматывать на валик. На первых ручных ткацких станках нити основы располагались вертикально, и только на станках, появившихся к концу XIV века, они стали занимать горизонтальное положение. Применение батана для прибора уточной нити и изобретение ремизок, в которые пробирали нити основы, относятся к концу XV–XVI вв.

Большим усовершенствованием в области ткачества было осуществление ножного привода для подъема и опускания ремизок при образовании зева, в который прокладывали уточную нить с початка, помещенного в челнок, прокладывая его руками с одной стороны ткани на другую. Следующим достижением в области ткачества было изобретение Д. Кеем в 1733 г. челнока-самолета. Д. Кей сделал простое приспособление, установив по обеим сторонам батана челночные коробки и применив для прокидывания челнока гонки, на которые можно было действовать одной рукой через систему шнуров. Это изобретение повысило производительность труда ткача в два раза.

Практически задача создания механического ткацкого станка была разрешена Эдмундом Картрайтом в 1785 г.

Из многих последующих усовершенствований ткацкого станка необходимо отметить изобретение Жаккардом специального устройства – каретки, применение которой создало неограниченные возможности для производства узорчатых тканей.

Многое было сделано русскими изобретателями для усовершенствования механического ткацкого станка. Так, в 1834 г. Г. Нестеров создал широкий ткацкий станок для выработки широких сукон, в 1843 г. Г. Лепешкин первый изобрел автоматический останов ткацкого станка при обрыве уточной нити и т.д.

Первой крупной механической фабрикой в России явилась Александровская мануфактура (1798 г.), в мастерских которой производились прядильные машины и ткацкие станки. По отзывам современников, эти машины не только не уступали зарубежным, но и значительно превосходили их по своему качеству.

В 1913 г. перед первой мировой войной текстильная промышленность России выпустила за год 2672 млн м хлопчатобумажных, 107,7 млн м шерстяных и 42,6 млн м шелковых тканей.

Современная ткацкая промышленность использует высокопроизводительные ткацкие станки различных конструкций.

Этапы ткацкого производства. Любая ткацкая фабрика состоит из трех основных цехов: приготовительного, ткацкого и разбраковочного. Таким образом, производство ткани включает три этапа: подготовка основы и утка к ткачеству; формирование ткани на ткацком станке; разбраковка суровой ткани.

Приготовительный этап заключается в подготовке нитей основы и утка к ткачеству. Нити, применяемые в качестве основы и утка, должны отвечать ряду требований. В связи со значительными механическими воздействиями при производстве ткани нити основы должны обладать необходимой прочностью, упругостью, эластичностью и стойкостью к истирающим воздействиям. Так как нити утка в процессе образования ткани на ткацком станке испытывают значительно меньшие натяжения, они могут иметь меньшую прочность по сравнению с нитями основы. Пряжу и нити, предназначенные для основы и утка, подготавливают специальным образом. Последовательность приготовительных работ ткацкого производства представлена на схеме (рис. 36).

Подготовка основы – важная составная часть приготовительного этапа и включает в себя: перематывание, снование, шлихтование, проборка (или привязывание).

Перематывание пряжи и нитей с початков и мотков в бобины осуществляется с целью увеличения длины паковок, устранения слабых мест и дефектов нитей, концы нитей при этом связываются между собой.

Снование – навивание расчетного числа нитей на сновальный валик или ткацкий навой с целью получения основы, то есть ряда параллельно

расположенных нитей равной длины, навитых с одинаковым натяжением на одну паковку (рис. 37).

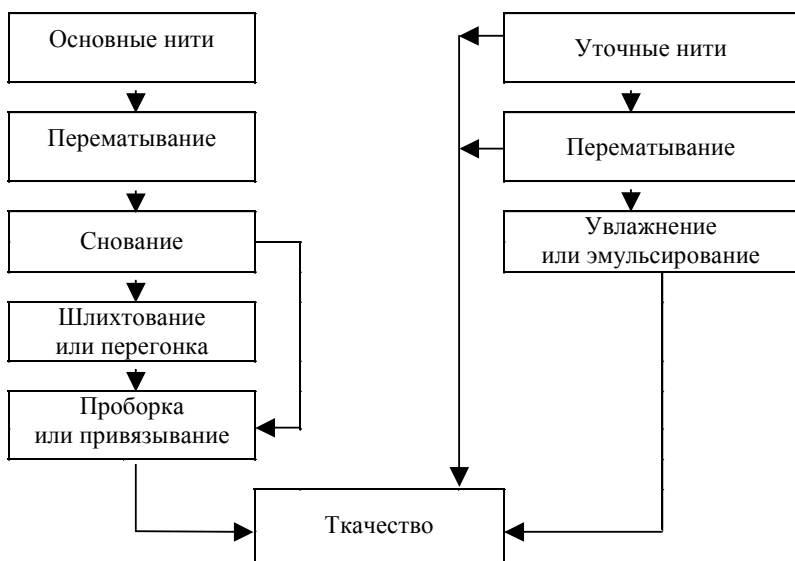


Рис. 36. Последовательность подготовительных работ ткацкого производства

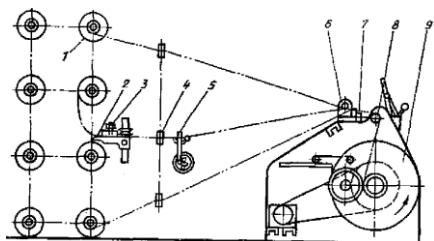


Рис. 37. Схема сновальной машины

Шлихтование – пропитывание основы специальным составом (шлихтой) с последующей сушкой с целью упрочнения нитей и придания им гибкости и эластичности. Шлихтованию подвергается однониточная пряжа; крученая пряжа, шерстяная аппаратная пряжа и синтетические нити не шлихтуются, а подвергаются перегонке для соединения нитей основы с нескольких сновальных валиков на общем навое.

Проборка (или привязывание) – продевание нитей через определенные части ткацкого станка (ламели, ремизки, бердо), что обеспечивает образование ткани заданной структуры.

Ламель – плоская металлическая пластинка с отверстиями, служащая для автоматического останова станка при обрыве нитей основы.

Ремизка (рис. 38, а) имеет две планки, идущие во всю ширину станка, соединенные рядом металлических нитей с глазками в центре, то есть рядом *галеи*. Количество ремизок и порядок проборки в них основы зависят от ткацкого переплетения. Для наиболее простого полотняного переплетения используются две ремизки: в одну продеваются все четные нити основы, в другую все нечетные.

Бердо (рис. 38, б) представляет собой металлический гребень из плоских пластин, замкнутый с двух сторон, идущий во всю ширину станка. Служит для прибивания основных нитей к «опушке» ткани.

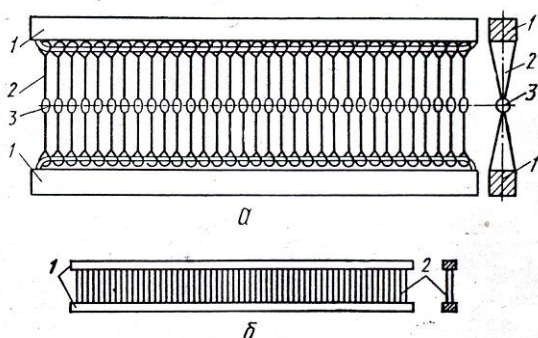


Рис. 38. Детали ткацкого станка: а – ремизка; б – бердо

Подготовка утка представляет собой перемотку пряжи или нитей с початков, мотков или бобин на специальные деревянные уточные шпули. При необходимости уточные нити пропитывают специальными составами, т.е. эмульсируют или просто увлажняют. Перечень операций, которым подвергают уточные нити при подготовке к ткачеству, зависит от вида применяемых нитей, их свойств и типа ткацкого станка, на котором будет формироваться ткань.

Процесс формирования ткани (собственно ткачество) осуществляется на ткацком станке. Его цель – получение текстильного полотна из нитей основы и утка, подготовленных соответственным образом.

Ткацкие станки бывают челночные и бесчелночные. На челночных станках уточная нить прокладывается челноком, который представляет собой деревянную коробку с заостренными концами, на которых имеются заостренные наконечники. В полость челнока вставляется шпуля с

пряжей, конец которой выводится через отверстие, расположенное в боковой стенке челнока. Широкое применение получили станки типа СТБ, на которых уточная нить с больших конических бобин прокладывается прокладчиками (микрочелноками), представляющими плоские пластинки с зажимами для нити. Производительность станков СТБ в 2–2,5 раза выше, чем у челночных. Кроме станков типа СТБ к бесчелночным станкам относятся пневморапирные, гидравлические, рапирные и пневматические. На пневматических ткацких станках уточная нить прокладывается в зев с помощью мощной струи сжатого воздуха; на гидравлических – с помощью струи воды; на рапирных – с помощью гибких или жестких рапир (трубок), движущихся навстречу друг другу; на пневморапирных используются движущиеся рапиры и мощная струя сжатого воздуха. Пневморапирные станки АТПР широко применяются при производстве массового ассортимента хлопчатобумажных, вискозных и смешанных тканей. Их производительность в 1,5–2 раза выше, чем у автоматических челночных станков.

Достоинства бесчелночного ткачества заключаются в резком повышении производительности труда, снижении обрывности нитей, а также в уменьшении уровня шума в ткацком производстве.

Выработку ворсовых тканей производят на ворсовых станках – уточноворсовых и двухполотных саморезных ворсовых. Ткани махровых структур производят на кареточных и жаккардовых станках с двумя навоями (для грунта и для петель).

Новым в технологии ткачества является изобретение в России многозевного ткацкого станка. В отличие от челночных и бесчелночных станков на многозевном станке происходит последовательно-параллельное прокладывание уточных нитей. По всей заправочной ширине столика ремизка разбита на отдельные секции, каждая из которых приводится в движение от индивидуального зевообразовательного кулачка. Вследствие спирального расположения кулачков на валу образование зева каждой секции происходит со смещением по фазе, и по всей ширине основы возникают волны зева. Нитепрокладчики с намотанной на них уточной нитью, длина которой равна ширине ткани, перемещаются синхронно образованию волны зева. Одновременно могут двигаться друг за другом до 15 нитепрокладчиков. Производительность многозевного станка в 2–3 раза выше по сравнению с другими бесчелночными станками. В настоящее время разрабатываются многозевные станки с пневмотическим и гидравлическим способом прокладывания нитей утка.

Технологические схемы челночных и бесчелночных станков принципиально одинаковы. Упрощенная технологическая схема ткацкого станка представлена на рис. 39.

Основа 2, поступающая с навоя 1, огибает скало 3, проходит через ламели 4, глазки галев ремизок 5, между зубьями берда 6, укрепленного

в батане 8. При попеременном подъеме и опускании ремизных рам с галевами 5 нити основы образуют зев, в который прокладывается уточная нить 7. Бердо 6 благодаря качательному движению батанного механизма 8 при движении вперед прибавляет уточную нить к «опушке» ткани 9 и отходит в заднее положение. Готовая ткань огибает передний брус (грудницу) станка 10 и вальцы 11 и отводится товарным регулятором и наматывается на товарный валик 12. Основа на ткацком станке находится постоянно в натянутом состоянии. Образование ткацкого зева, т.е. пространства для пролета челнока, происходит за счет раздвижки нитей основы при подъеме одних ремизок и одновременном опускании других.

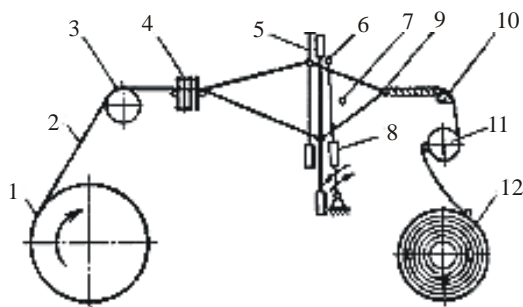


Рис. 39. Упрощенная технологическая схема ткацкого станка

Подъем ремизок осуществляется ремизоподъемными механизмами различных конструкций: эксцентриковыми (только для полотняного переплетения), ремизоподъемными каретками (для образования мелкого ткацкого рисунка), жаккардовыми машинами (для получения тканей крупноузорчатых переплетений).

Эксцентриковый ремизоподъемный механизм (рис. 40) содержит в своем составе два кулачка 1 и 2 (эксцентрика), повернутые относительно друг друга на 180° . При повороте кулачков рычаги получают качательное движение в вертикальном направлении. Соответственно ремизки также будут подниматься и опускаться поочередно.

Для образования более сложного рисунка, чем рисунок полотняного переплетения, используются ремизоподъемные каретки. Конструкций кареток много, и механизмы подъема ремизок разнообразны, но на всех каретках чередование подъема ремизок регулируется в соответствии с рисунком переплетения специальным картоном с отверстиями или колками либо с наборными цепями с роликами, что позволяет легко менять рисунки тканей.

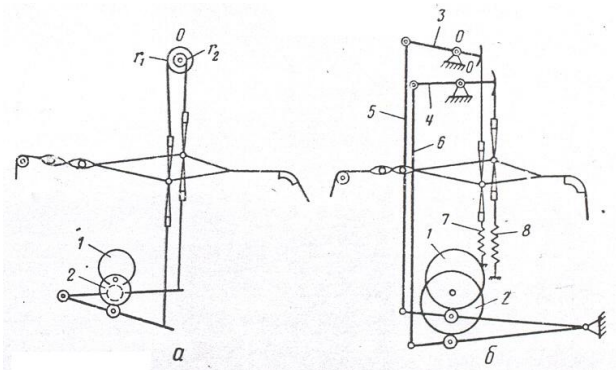


Рис. 40. Схема эксцентриковых ремизоподъемных механизмов:
 а – с зависимым движением ремизок; б – с независимым движением ремизок

Для образования крупного ткацкого узора применяются жаккардовые машины (рис. 41), на которых зев образуется без ремизок. Отличительной чертой этих машин является то, что каждая основная нить или небольшая группа нитей может подниматься и опускаться отдельно. Это позволяет вырабатывать ткани, рисунки переплетений которых имеют до 1200 различно переплетающихся основных нитей.

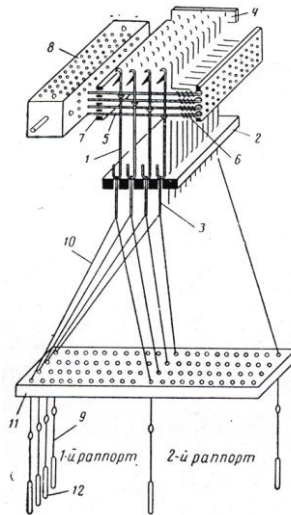


Рис. 41. Схема жаккардовой машины

Регулирование плотности ткани по утку осуществляется изменением скорости вращения товарного валика. С увеличением скорости вращения товарного валика плотность ткани уменьшается.

Ткань, снятая с ткацких станков, называется суровой. Она не может быть использована для изготовления швейных изделий без отделки.

Разбраковка ткани заключается в промере ее длины на мерильных машинах и выявлении дефектов ткани на браковочных машинах. Дефекты ткацкого производства возникают при обрыве нитей и разладке механизмов ткацкого станка. Такие дефекты влияют на сортность тканей и швейных изделий. Наличие ткацких дефектов на видимых деталях швейных изделий может привести к снижению сорта и даже к браку, поэтому при раскрое стремятся обойти ткацкие дефекты. К ним относят дыры, пробоины, отсутствие нитей основы (близна) или утка (недосека) и т.д.

Все заключительные операции проводятся на поточных линиях, где суровая ткань, сшитая из отдельных кусков, движется непрерывным потоком.

3.2. Ткацкие переплетения

Переплетением ткани называется последовательность, в которой нити основы и утка перекрывают одна другую, располагаясь то с лицевой, то с изнаночной стороны ткани. Переплетения нитей придают ткани различный внешний вид и свойства.

Рисунок переплетения – это графическое изображение переплетения нитей в ткани. Переплетения зарисовывают на клетчатой бумаге, причем вертикальный ряд клеток соответствует основной нити, горизонтальный ряд – уточной нити. Если основа лежит сверху – клетка закрашивается, если сверху лежит уток – клетка не закрашивается.

Раппортом R называется число нитей основы и утка, образующих законченный рисунок переплетения. Различают раппорт по основе R_o и рапорт по утку R_y .

Сдвиг a показывает, на сколько нитей сместилось перекрытие рассматриваемой нити относительно аналогичного перекрытия предыдущей.

Построение переплетения и отсчет сдвига ведется по вертикали.

Нити основы и утка в ткани могут располагаться по-разному друг относительно друга. Г.И. Селиванов выделяет несколько участков нитей. Участок, на котором нить переходит с лицевой стороны на изнаночную, называется *полем связи*. Участок, на котором нити основы и утка, соприкасаясь, перекрещиваются, называется *полем контакта*. Участок, на котором нити основы и утка не соприкасаются, называется *свободным полем*. Образующиеся между нитями свободные поры называют *полями просвета*. Одна и та же нить на участках поля связи, поля

контакта или свободного поля находится в разном состоянии напряженности и по-разному меняет свою форму, при этом изменяются напряженность и силы трения между волокнами. Вследствие этого, чем чаще поля связи в переплетении, тем больше жесткость и прочность ткани.

В теории ткацких переплетений, разработанной М.Н. Никитиным, все виды переплетений могут быть представлены в виде математического уравнения прямой. Для этого график переплетения заключается в систему прямоугольных координат X – Y и по одиночным основным перекрытиям строится диагональ. Уравнение исходной диагонали является уравнением переплетения:

$$Y_R = ax \pm b,$$

где R – раппорт переплетения (при несимметричном рисунке может иметь дробное обозначение R_x/R_y);

a – угловой коэффициент, равный тангенсу угла наклона диагонали к оси x , или сдвиг;

b – параметр, указывающий величину смещения второй прямой относительно первой (применяется при построении мелкозорчатых и сложных переплетений).

Уравнение переплетения имеет несколько частных вариантов:

$Y_R = ax$ – для переплетений главного класса;

$Y_R = -ax \pm b$ – построение диагонали проводится из правого нижнего угла раппорта, а диагональ имеет направление снизу вверх, справа налево;

$Y_R = ax \pm b$ – построение диагонали производится по уточным одиночным перекрытиям.

Классификация ткацких переплетений. Все ткацкие переплетения делятся на 4 класса:

- *простые* (главные) переплетения, придающие тканям гладкую однородную поверхность;
- *мелкозорчатые* переплетения с узорами из мелких фигур, образованных видоизменением, усложнением и комбинированием главных переплетений;
- *сложные*, полученные из нескольких (трех и более) систем основных и уточных нитей;
- *крупнозорчатые* (жаккардовые), образующие на ткани разнообразные крупные узоры за счет переплетения одной системы нитей основы и утка (простые) или нескольких систем нитей основы и утка (сложные).

Полная классификация ткацких переплетений приведена на схеме (рис. 42).

Характеристика ткацких переплетений. Ткацкие переплетения в зависимости от вида в значительной степени влияют на внешний вид и свойства тканей.

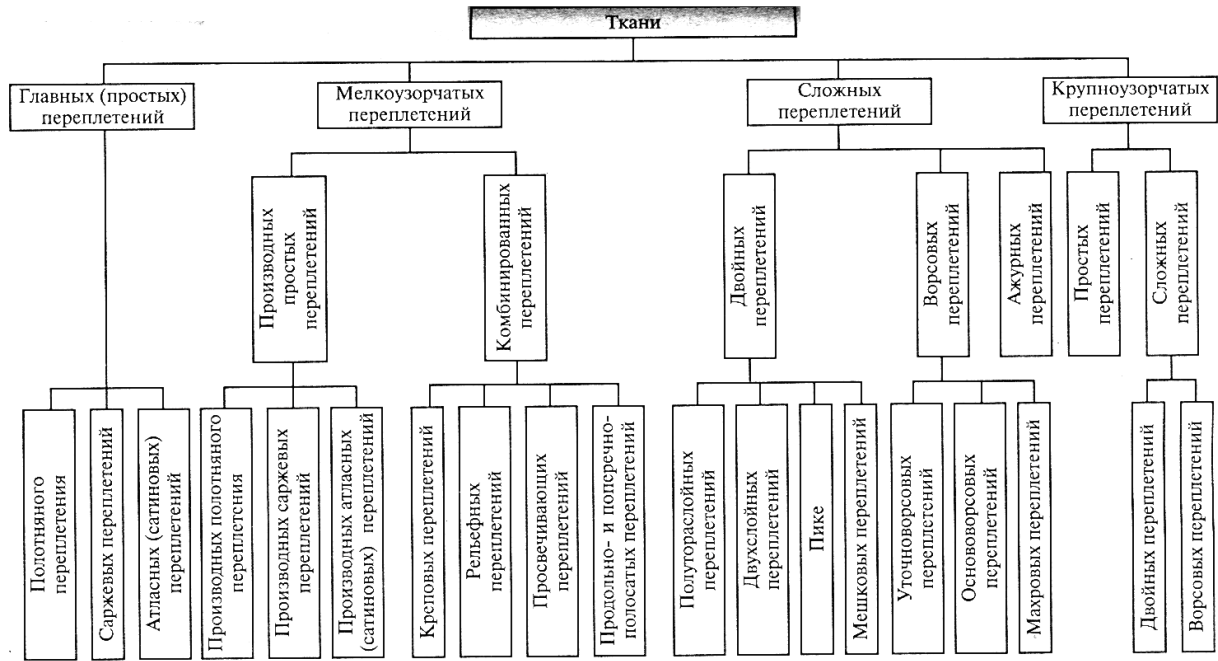


Рис. 42. Классификация ткацких переплетений

К классу главных (простых) переплетений относятся полотняное, саржевое и атласное (сатиновое) переплетения. Для всех переплетений класса главных присущи следующие особенности:

- раппорт по основе всегда равен раппорту по утку;
- каждая нить основы переплетается с каждой нитью утка в пределах раппорта только один раз.

Полотняное переплетение (уравнение $y_2=x$), широко применяется при выработке хлопчатобумажных, льняных, шерстяных и шелковых тканей различного назначения. В нем каждая основная нить переплетается с каждой уточной нитью через одну нить, т.е. основные и уточные перекрытия располагаются в шахматном порядке. Графическое изображение полотняного переплетения приведено на рис. 43. Полотняное переплетение имеет самый маленький раппорт: $R_o = R_y = 2$. Ткани полотняного переплетения двусторонние, с однородной гладкой поверхностью на лицевой и изнаночной сторонах. Жесткость и прочность тканей полотняного переплетения наибольшая при прочих равных условиях (одинаковой структуре и толщине нитей основы и утка, одинаковой плотности ткани по основе и утку).

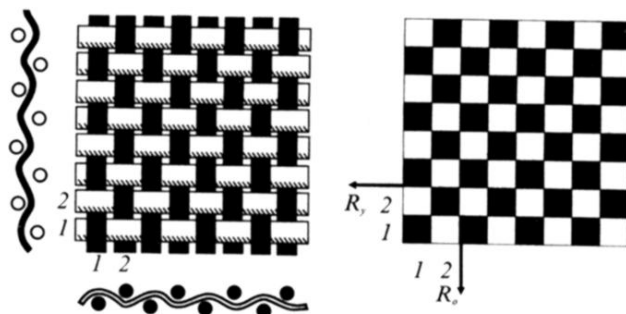


Рис. 43. Полотняное переплетение

Классическими тканями, вырабатываемыми полотняным переплетением, являются: ситцы, бязи, миткали, батист, большая часть льняных тканей (полотно, рогожка), крепдешин, креп-жоржет, креп-шифон и другие.

Саржевое переплетение (уравнение $y_R = x$) применяется при выработке большинства подкладочных тканей: саржи и подкладочного шелка; хлопчатобумажных плательных и одежных тканей: кашемира, саржи, диагоналей и др.; шерстяных плательных и костюмных: кашемира, бостона, шевиота и др. В саржевом переплетении число нитей в раппорте должно быть не менее трех, а сдвиг равен 1. Обозначается оно дробью, числитель которой показывает число основных перекрытий в пределах раппорта n_o , а знаменатель – число уточных перекрытий n_y . На

рис. 41 изображена ткань саржевого переплетения 1/2, раппорт которого $R_o=R_y=3$; для саржи 3/1 (рис. 44) раппорт $R_o=R_y=4$.

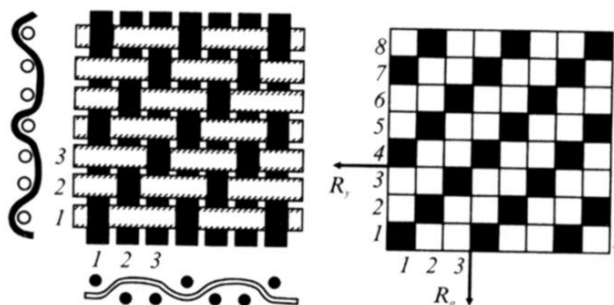


Рис. 44. Саржа основная

Различают саржи:
 – уточные (на лицевой стороне преобладают уточные перекрытия, например 1/2 (рис. 44)).
 – основные (на лицевой стороне преобладают основные перекрытия, например 3/1 (рис. 45)).

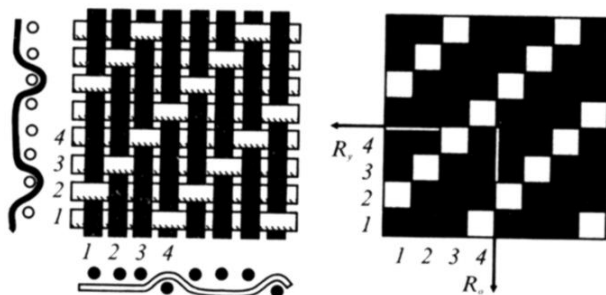


Рис. 45. Саржа уточная

Ткани, выработанные саржевыми переплетениями, имеют на лицевой поверхности характерные диагональные рубчики, направленные под углом 45° при одинаковой толщине нитей и плотности ткани по основе и утку либо снизу вверх слева направо (правая саржа), либо снизу вверх справа налево (левая саржа). Лицевая сторона ткани гладкая, довольно блестящая (за счет длинных перекрытий). По сравнению с тканями плотняного переплетения ткани саржевого переплетения мягче, лучше

драпируются, меньше сминаются, но менее прочные, поэтому их вырабатывают с повышенной плотностью.

Атласное (сатиновое) переплетение (уравнение $y_R=ax$) придает тканям гладкую, блестящую поверхность, образованную длинными основными перекрытиями в тканях атласного переплетения и уточными перекрытиями – в тканях сатинового переплетения. Таким образом, сатин – это уточный атлас.

Раппорт атласного (сатинового) переплетения должен быть не менее пяти, сдвиг – не менее двух. Кроме того, значение сдвига должно отвечать условию $1 < a < R-1$, а также не быть кратным раппорту и не иметь с ним общих делителей. Наиболее распространенными являются раппорты 5; 8; 10.

Атласное (сатиновое) переплетение иногда обозначают дробью, числитель которой показывает число нитей в раппорте, а знаменатель – сдвиг перекрытий. Например, сатин 5/3 имеет: $R_o=R_y=5$; число основных перекрытий $n_o=1$; число уточных перекрытий $n_y=4$; $a=3$ (рис. 46); атлас 8/3 имеет: $R_o=R_y=8$; $n_o=7$; $n_y=1$; $a=3$ (рис. 47).

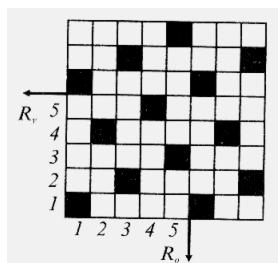


Рис. 46. Сатин 5/3

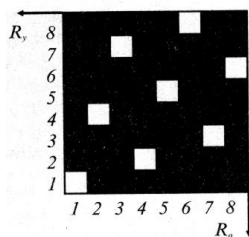


Рис. 47. Атлас 8/3

Ткани атласного переплетения (рис. 47) вырабатываются с большой плотностью, при этом большая плотность сообщается системе нитей, выступающих на лицевую поверхность ткани (в атласном переплетении – нитям основы, в сатиновом переплетении – нитям утка). Ткани атласных (сатиновых) переплетений устойчивы к трению, хорошо скользят, еще более мягкие по сравнению с тканями полотняного и саржевого переплетений. Недостатком их является высокая осыпаемость по открытым срезам из-за малой закрепленности нитей в ткани.

Сатиновым переплетением вырабатываются хлопчатобумажные классические ткани – сатины. В шелковой промышленности большое распространение имеет атласное переплетение, им вырабатываются такие ткани, как атлас, креп-сатин, сатин-дубль и др.

Мелкоузорчатые переплетения разделяются на два подкласса: производные главных переплетений и комбинированные. К первым относятся: репс, рогожка (производные полотняного переплетения); саржа

усиленная, ломаная, сложная, зеркальная, обратная (производные саржевого переплетения); усиленный сатин (производные атласного переплетения). Ко вторым относятся: креповые, рельефные (диагональные, вафельные, рубчиковые или ложное пике), продольно-поперечнополосатые, просвечивающие или канвовые.

Производные простых переплетений получают путем:

- усиления (удлинения) основных и уточных перекрытий полотняного (репс, рогожка); саржевого (усиленная саржа); атласного (усиленный сатин) переплетений;
- изменения направления диагонали переплетения (ломаная, обратная, зеркальная саржа);
- сочетания нескольких простых или производных переплетений одного вида (сложная саржа).

В большинстве случаев производные переплетения сохраняют признаки простых переплетений, но их раппорт по основе не всегда равен раппорту по утку.

К производным полотняного переплетения относятся репсовое переплетение и рогожка.

Репсовое переплетение образуется по типу полотняного, но с удлинением основных и уточных перекрытий. При этом несколько нитей основы или утка переплетаются как одна нить. Различают репс основной (поперечный, рис. 48), создающий на ткани поперечный рубчик, и репс уточный (продольный, рис. 49). Каждая основная нить в поперечном репсе может перекрывать две, три и более уточные нити. В продольном репсе каждая уточная нить может перекрывать две, три и более основные нити, образуя на ткани продольный рубчик. Репсовым переплетением вырабатываются хлопчатобумажные и шелковые репсы, хлопчатобумажные фланели, некоторые платьевые и костюмные шерстяные ткани, репсовые ленты. Ткани репсовых переплетений, такие как фланель, могут быть без рубчика и напоминать полотняные.

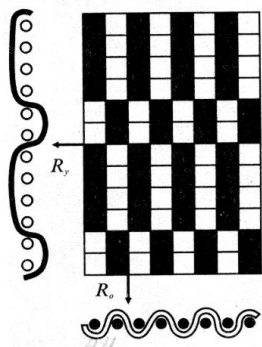


Рис. 48. Основной репс

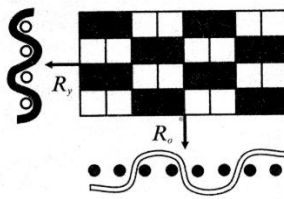


Рис. 49. Уточный репс

Рогожка – двойное или тройное полотняное переплетение, в котором происходит симметричное удлинение основных или уточных нитей (рис. 50). Рогожка может быть также в четыре нити. Раппорт по основе в переплетении типа рогожка равен раппорту по утку. Рисунок переплетения выражен ярче, чем в полотняном. Переплетением рогожка вырабатываются хлопчатобумажные и льняные рогожки, некоторые шелковые и шерстяные ткани.

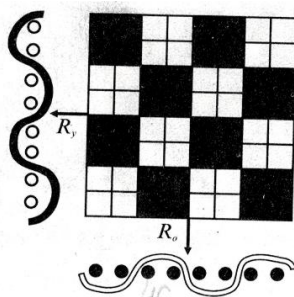


Рис. 50. Рогожка

К производным саржевого переплетения относятся усиленная, ломаная, обратная и сложная саржа.

Усиленная саржа (рис. 51) получается при увеличенной длине перекрытий простой саржи. Ткань имеет более четкие и широкие диагональные полосы, чем в простой сарже. В зависимости от того, какая система нитей преобладает на лицевой поверхности, усиленные саржи делятся на основные ($4/2$, $3/2$, $4/3$ и др.), уточные ($2/3$, $2/4$, $3/4$ и др.) и равносторонние ($2/2$, $3/3$). Равносторонними саржевыми переплетениями с раппортом $2/2$, $3/3$ вырабатывается наибольшее количество саржевых тканей, таких как бостоны, шевиоты, кашемиры, шотландки и др.

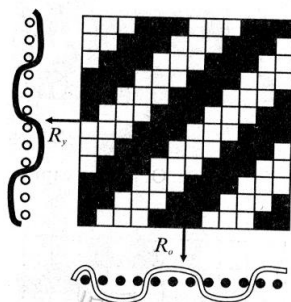


Рис. 51. Усиленная саржа

Сложная или многорубчиковая, саржа (рис. 52) образует на лицевой поверхности ткани диагональные рубчики разной ширины. В обозначении раппорта сложной саржи в числителе и знаменателе должно быть две или несколько цифр, например саржа $4 \cdot 1 \cdot 1/3 \cdot 2 \cdot 1$, т.е. переплетение составлено из саржи $4/3$, саржи $1/2$ и саржи $1/1$. Сложная саржа применяется для выработки шарфов и некоторых костюмных и пальтовых тканей.

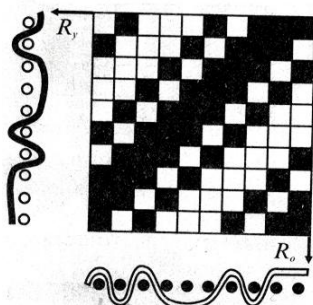


Рис. 52. Сложная саржа

Ломаная (рис. 53) и обратная (рис. 54) саржи имеют равномерно повторяющийся излом саржевой полосы под углом 90° . Рисунок переплетения напоминает елочку, поэтому ломаная и обратная саржи называются также переплетениями «в елочку». Обратная саржа в отличие от ломаной в месте излома имеет сдвиг саржевой полосы: напротив основных перекрытий располагаются уточные, напротив уточных – основные. Переплетениями «в елочку» вырабатываются костюмные ткани типа трико и некоторые пальтовые ткани. Переплетением сложная саржа «в елочку» вырабатывается бельевая ткань гринсбон и карманные хлопчатобумажные ткани.

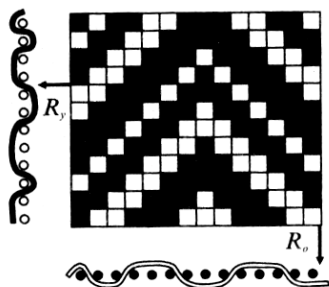


Рис. 53. Ломаная саржа

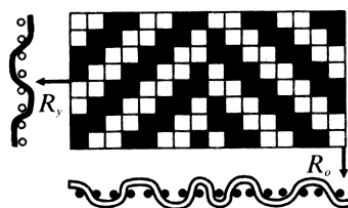


Рис. 54. Обратная саржа

Производные сатинов и атласов – *усиленные сатины* (рис. 55) и *атласы* имеют добавочные перекрытия в дополнение к основному. В усиленном восьминиточном сатиновом переплетении в каждом уточном ряду чередуются два основных и шесть уточных перекрытий. Таким переплетением вырабатываются одежные хлопчатобумажные ткани с начесом: сукно, вельветон, замша; плотные, прочные, износостойкие пыленепроницаемые молескины, гладкие, блестящие мерсеризованные молескины для спецодежды и др.

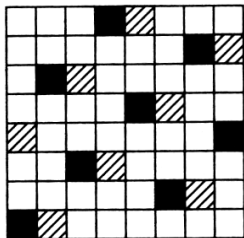


Рис. 55. Усиленный сатин

Комбинированные переплетения образуются чередованием или комбинированием простых. К комбинированным переплетениям относятся продольно- и поперечнополосатые, креповые, рельефные и просвечивающие.

Продольно- и поперечнополосатые переплетения образуются чередованием или сочетанием простых переплетений в виде продольных и поперечных полос, клеток или мелких геометрических рисунков. В продольно- и поперечнополосатых переплетениях, применяемых для выработки костюмных трико и некоторых пальтовых и платьевых тканей, чередуются полосы репса и полотняного переплетения, саржи и атласа «в елочку» и рогожки и т.п. (рис. 56).

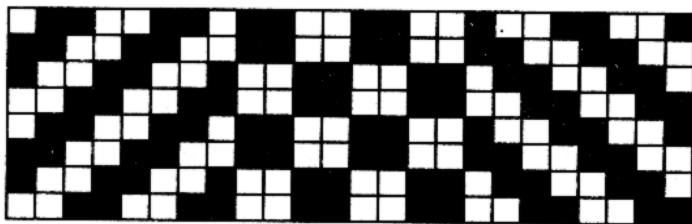


Рис. 56. Продольно-полосатое переплетение

Рельефные переплетения имеют характерную выпуклость контуров рисунков, созданную выступающими основными или уточными нитями. К рельефным переплетениям относятся вафельные, диагональные и рубчиковые. Рисунок вафельного переплетения, применяемого для выработки вафельных полотенец и некоторых детских тканей, напоминает по форме вафли. Выпуклые контуры рисунка создаются удлиненными перекрытиями нитей (рис. 57, 58, 59).

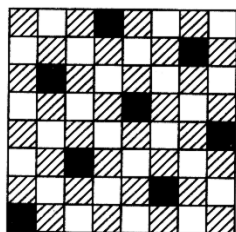


Рис. 57. Креповое переплетение, полученное удлинением перекрытий сатинового переплетения

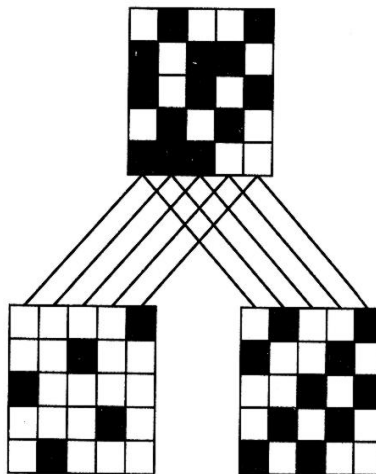


Рис. 58. Креповое переплетение, полученное наложением сатинового переплетения на саржу

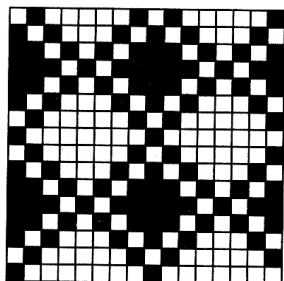


Рис. 59. Вафельное переплетение

Характерной особенностью тканей диагональных переплетений является мелкоузорчатый выпуклый рубчик, круто идущий вверх слева направо (рис. 60). Угол наклона рубчика зависит от толщины и плотности основы и характера (сдвига) диагонального переплетения. Диагональным переплетением вырабатывают костюмные чистошерстяные и полушерстяные габардины.

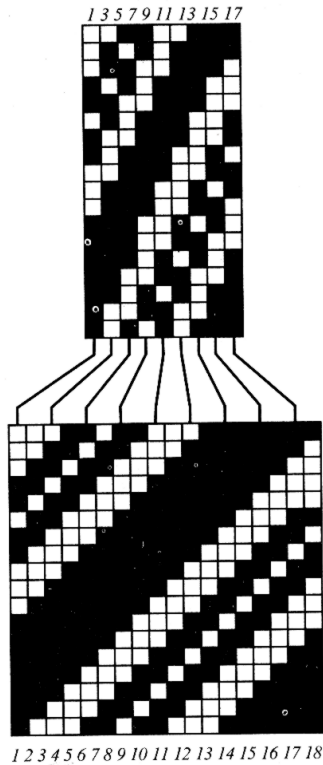


Рис. 60. Диагональное переплетение, полученное исключением четных основных нитей из сложной саржи

Рубчиковые переплетения создают на ткани выпуклые рубчики, идущие вертикально или наклонно. В каждом раппорте получают два рубчика. Таким переплетением вырабатывается шелковая ткань типа пике (ложное пике, рис. 61).

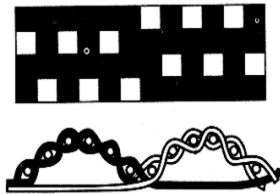


Рис. 61. Рубчиковое переплетение (ложное пике)

Просвечивающими переплетениями вырабатываются разнообразные блузочные, сорочечные, платьевые ткани ажурной структуры или ткани с включением ажурных участков (полосок, квадратов, имитаций мережек). Просветы образуются сочетанием длинных перекрытий с короткими: длинные перекрытия стягивают нити в группы, а короткие перекрытия (полотняного переплетения) разъединяют эти группы. В местах разъединения нитей и образуются просветы (рис. 62).

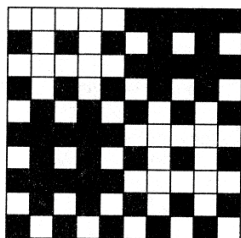


Рис. 62. Просвечивающее (полуторослойное) переплетение

К **сложным переплетениям** относятся двухлицевые, двухслойные, пике, ворсовые, петельные и перевивочные. Такие ткани вырабатывают из нескольких (трех и более) систем основных и уточных нитей. Дополнительные системы нитей при выработке этих тканей вводятся для увеличения толщины, плотности, улучшения теплозащитных свойств.

Двухлицевые (полуторослойные) переплетения образуются тремя системами нитей: две основы и один уток или два утка и одна основа. Наличие второй системы основных или уточных нитей позволяет вырабатывать ткани, имеющие на лицевой и изнаночной сторонах нити различного качества и цвета. Применяя разноокрашенные системы, можно получать ткани, имеющие разный цвет лица и изнанки (рис. 63).

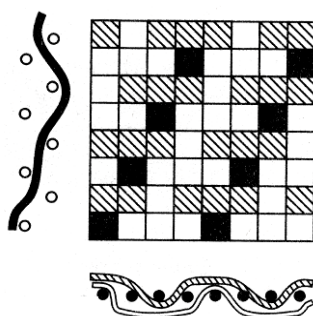


Рис. 63. Двухлицевое полуторослойное переплетение

Двухслойные переплетения состоят из четырех или пяти систем нитей, переплетающихся плотно между собой или образующих две ткани, соединенные одной или дополнительной пятой системой (рис. 64). Лицевая и изнаночная стороны тканей двухслойных переплетений могут состоять из одинаковых нитей или нитей, различных по волокнистому составу, качеству, строению и окраске. Используются системы разного цвета для лицевой поверхности и изнанки либо лицевая поверхность может быть гладкокрашеная, а изнаночная – меланжевая или пестротканая в полоску, клетку, «в елочку», с применением многоцветной фансонной пряжи и т.д.



Рис. 64. Разрез ткани двухслойного переплетения с разными способами связи полотен: а – нижняя основа над верхним утком; б – верхняя основа под нижним утком; в – связь полотен с помощью прижимной основы

Двухлицевые и двухслойные переплетения применяются для выработки драпов, некоторых шерстяных пальтовых тканей, хлопчатобумажной байки, сатина-трико.

Переплетение пике (рис. 65) состоит из трех систем нитей: на лицевой поверхности ткани две системы образуют полотняное переплетение, третья стягивает его, создавая выпуклые узоры. У хлопчатобумажных пике обычно выпуклый продольный рубчик, иногда выпуклые орнаменты. Переплетением пике вырабатывают ткани для детских изделий, покрывал и т.д.

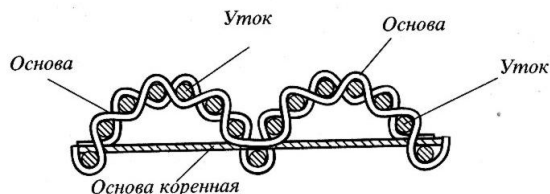


Рис. 65. Разрез ткани переплетения пике

Ворсовое переплетение (рис. 66) образуется из трех систем нитей: одна система ворсовая, образующая на лицевой поверхности разрезной вертикально стоящий ворс, и две коренные – основа и уток. Переплетение коренных систем полотняное и саржевое. Благодаря высокой плотности, коренные системы хорошо удерживают ворс. Ворсовая система может быть уточной, и тогда получают уточно-ворсовые ткани, такие как хлопчатобумажные полубархаты, вельветы. Ворс может вырабатываться из нитей основы, и тогда изготавливают основоворсовые ткани, такие как шелковые ворсовые бархат, велюр, плюш и мех на тканой основе. Ворс на поверхности тканей и изделий ворсовых переплетений может быть коротким или длинным, сплошным или рисунчатым в виде ворсовых продольных рубчиков различной ширины, полос, мелких ворсовых рисунков в пределах широких ворсовых полос, крупных ворсовых узоров.

При образовании *уточно-ворсовой ткани* нити основы, переплетаясь с нитями утка, образуют грунт ткани. Между грунтовыми уточными нитями прокладывается несколько уточных нитей переплетением с более длинными перекрытиями. После разрезания последних нитей на поверхности ткани образуется ворс. Чтобы ворс не высыпался, грунт должен иметь большую плотность, особенно по основе.

Основоворсовые ткани состоят из грунтовых основных и уточных нитей и ворсовых основных. Они могут быть получены двухполотенным или однополотенным способами. При двухполотенном способе грунтовые основные и уточные нити (2 системы) образуют два самостоятельных полотна, которые соединены зигзагообразно прокладываемой ворсовой основой. Специальный нож, двигаясь между полотнами,

разрезает нити ворсовой основы, при этом получается два полотна с ворсовой поверхностью.

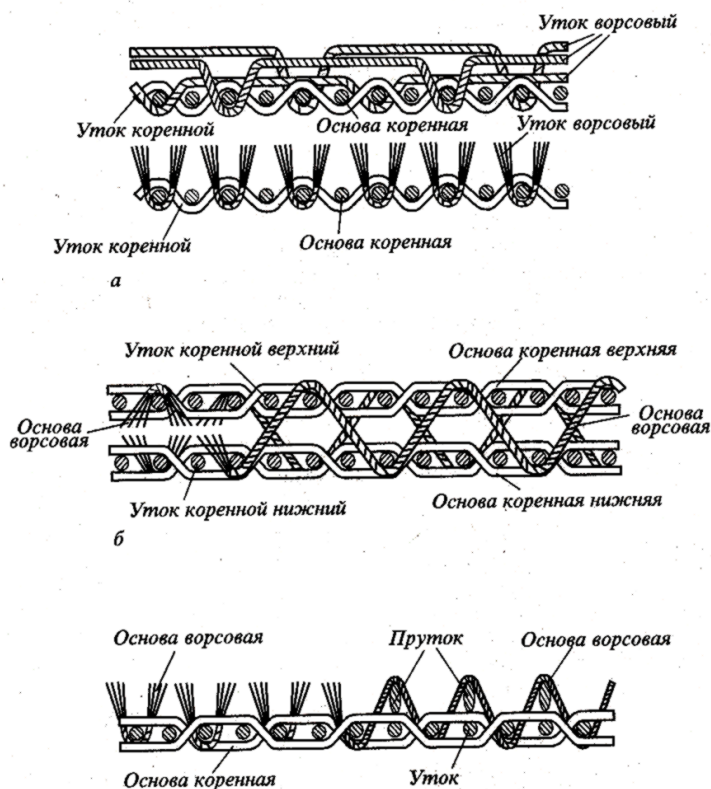


Рис. 66. Разрез ткани ворсовых переплетений: а – уточноворсовое переплетение до и после разрезания уточных нитей; б – основоворсовое переплетение, полученное по двухполотновому способу; в – основоворсовое переплетение, полученное по прутковому способу, до и после разрезания ворса

При однополотном способе получают ткани с разрезным или петельным ворсом. При подъеме нитей ворсовой основы в зев закладывают пруток. После того как петлю закрепляют, последующие прокладки коренного утка, пруток вытаскивают. Для получения разрезного ворса на конце прутка имеется нож, разрезающий петли при вытаскивании прутка.

Махровые переплетения образуются из двух систем основных нитей (грунтовой и петельной) и одной уточной. В процессе формирования ткани грунтовые основные нити натянуты, а петельные ослаблены.

Они при прибое уточных нитей на поверхности ткани образуют петли. Махровые переплетения увеличивают впитываемость (намокаемость) ткани, поэтому вырабатывают хлопчатобумажные и льняные ткани для купальных простынь, полотенец, халатов и др.

Для выработки тканей *перевивочного (ажурного) переплетения* (рис. 67) необходимы грунтовые и перевивочные основные нити и уточные. В процессе ткачества грунтовые (стоевые) нити более натянуты, а перевивочные (ажурные) менее и располагаются в ткани волнообразно, создавая эффект ажюра. Этими переплетениями вырабатываются легкие и прозрачные ткани для платьев, блузок, занавесей и др. изделий.

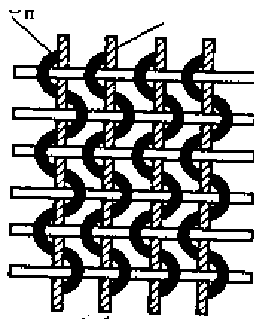


Рис. 67. Структура ажурной ткани

Крупноузорчатыми называются переплетения, имеющие большой раппорт и создающие на поверхности ткани крупный орнамент различной тематики. Такие переплетения вырабатываются с использованием жаккардовой машины, поэтому ткани крупноузорчатых переплетений называют жаккардовыми.

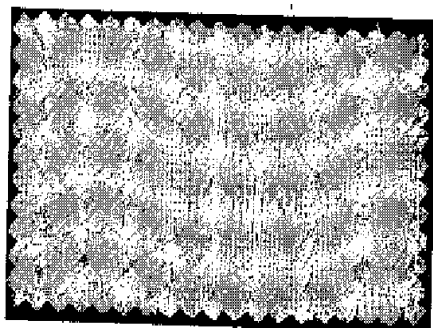


Рис. 64. Ткань крупноузорчатого переплетения

Крупноузорчатые переплетения могут быть простыми и сложными. Простые крупноузорчатые переплетения образуются одной системой основных и уточных нитей. Сложные крупноузорчатые переплетения образуют узор на ткани из нескольких систем нитей основы и утка. Они могут быть полуторослойными, двухслойными и ворсовыми.

Крупноузорчатыми переплетениями вырабатываются скатерти, салфетки, портьерные ткани, плательные, блузочные, плательно-костюмные ткани различного волокнистого состава. Ткань крупноузорчатого переплетения представлена на рис. 68.

3.3. Структура ткани и ее характеристика

К характеристикам, позволяющим оценить уплотненность структуры ткани, относят следующие: плотность ткани по основе P_o и по утку P_y , линейное заполнение ткани по основе E_o и по утку E_y , линейное наполнение ткани по основе H_o и по утку H_y , поверхностное заполнение ткани E_s , поверхностное наполнение ткани H_s , объемное заполнение E_v , весовое заполнение E_m , а также показатели пористости (поверхностная пористость R_s , объемная пористость R_e , общая пористость R). Кроме того, при характеристике структуры ткани необходимо знать степень извитости и высоту волн нитей основы и утка, т.е. фазу строения ткани, и структуру ее поверхности.

Характеристика строения ткани. Плотность расположения нитей в ткани оценивают числом нитей основы (P_o) и утка (P_y) на условной длине ткани, равной 100 мм. Значения P_o и P_y у большинства тканей колеблются в пределах 100–500 нитей. Соотношение числа нитей основы и числа нитей утка на 100 мм определяет размеры и форму ячейки ткани, которые являются важными параметрами, характеризующими анизотропию показателей механических свойств ткани.

Заполненность ткани волокнистым материалом зависит не только от числа нитей на 100 мм, но и от толщины нитей и их переплетения. Поэтому для получения сравнимых характеристик вводятся понятия заполнения, наполнения и пористости тканей.

Линейное заполнение ткани по основе E_o и утку E_y , % показывает, какую часть длины ткани L занимают поперечники параллельно лежащих нитей основы или утка (без учета их переплетения с нитями перпендикулярной системы). При длине $L=100$ мм (рис. 69) линейное заполнение составляет

$$\text{по основе } E_o = \frac{d_o \ddot{I}_i}{100} 100 = d_o \ddot{I}_i, \quad (3.1)$$

$$\text{по утку } E_o = \frac{d_o \dot{I}_o}{100} 100 = d_o \dot{I}_o, \quad (3.2)$$

где d_o и d_y – расчетные диаметры нитей основы и утка.

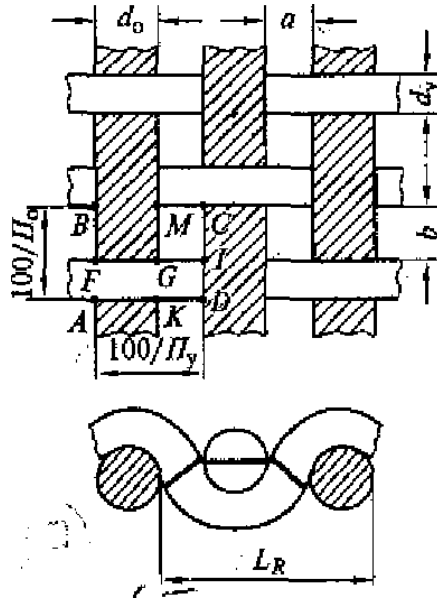


Рис. 69. Схема ячейки ткани

Если значения расчетного диаметра выразить через линейную плотность $d=0,0357 \sqrt{T/\delta}$, то уравнение принимает вид

$$E_o = 0.0357 \dot{I}_o \sqrt{\dot{O}_o / \delta_o}; \quad E_y = 0.0357 \dot{I}_y \sqrt{\dot{O}_y / \delta_y}; \quad (3.3)$$

где T_o и T_y – линейная плотность нитей основы и утка, текс; δ_o и δ_y – средняя плотность нитей основы и утка, мг/мм³.

В зависимости от вида ткани линейное заполнение может изменяться от 25 до 150%. Если линейное заполнение больше 100%, то нити либо сплющиваются, принимая эллиптическую форму, либо располагаются со сдвигом по высоте. По линейному заполнению можно рассчитать размеры полей просвета (сквозных пор) ткани, мм (рис. 65):

$$a = 100/P_o - d_o = d_o (100/E_o - 1), \quad (3.4)$$

$$b = 100/P_y - d_y = d_y (100/E_y - 1). \quad (3.5)$$

Поверхностное заполнение E_s , %, ткани показывает, какую часть площади ткани занимает площадь проекций нитей основы и утка. Так как, переплетаясь между собой, нити основы и утка накладываются одна на другую, площадь их проекций меньше площади, занимаемой каждой в отдельности. Допустим, площадь одной ячейки ткани – ABCD (рис. 65), площадь проекции нити основы – ABMK и нити утка – AFID. Тогда поверхностное заполнение составит:

$$E_s = \frac{ABMK + AFID - AFGK}{ABCD} = \frac{(d_o \cdot 100/\dot{I}_o + d_u \cdot 100/\dot{I}_u - d_o d_u)100}{(100/\dot{I}_u)(100/\dot{I}_o)} =$$

$$= d_o P_o + d_u P_u - 0,01 d_o P_o d_u P_u = E_o + E_u - 0,01 E_o E_u. \quad (3.6)$$

Объемное заполнение E_v , %, показывает, какую часть объема ткани V_T составляет суммарный объем нитей V_n основы и утка. Объем нитей $V_n = m_n/\delta_n$, $V_T = m_T/\delta_T$, где m_n и m_T – масса нитей и ткани; δ_n и δ_T – средняя плотность нитей и ткани.

Если учесть, что массы нитей и ткани равны, то объемное заполнение составит:

$$E_v = 100V_n/V_T = 100m_n\delta_n/(m_T\delta_T) = 100 \delta_T/\delta_n. \quad (3.7)$$

Заполнение по массе E_m , %, определяется отношением массы нитей к массе, которую мог бы иметь материал при условии полного заполнения объема материала веществом волокна:

$$E_m = 100\delta_T/\gamma, \quad (3.8)$$

где γ – плотность вещества волокна, мг/мм³.

Используя показатели заполнения ткани, можно рассчитать характеристики относительной пористости ткани.

Поверхностная пористость R_s , %, показывает отношение площади сквозных пор к площади ткани:

$$R_s = 100 - E_s. \quad (3.9)$$

Объемная пористость R_v , %, характеризует долю воздушных промежутков между нитями в объеме ткани:

$$R_v = 100 - E_v. \quad (3.10)$$

Общая пористость $R_{общ}$, %, характеризует долю всех пор, образующихся между нитями, внутри нитей и волокон:

$$R_{общ} = 100 - E_m. \quad (3.11)$$

Общая пористость тканей колеблется от 50 до 80%.

При расчете показателей заполнения ткани не учитываются переплетения нитей, их поля связи. Образование каждого поля связи, т.е. переход нити с лицевой стороны на изнаночную и с изнаночной стороны на лицевую, вызывает раздвижку нитей противоположной системы.

Чем больше полей связи имеет переплетение в пределах раппорта, тем меньше может быть максимальная плотность расположения нитей. Таким образом, с учетом числа полей связи в раппорте наполнение характеризует степень уплотненности (напряженности) ткани.

Линейное наполнение H , %, показывает, какую часть длины ткани вдоль нитей основы или утка занимают поперечники нитей обеих систем с учетом их переплетения (рис. 65). Расчет показателей наполнения проводится на основе раппорта. Длину раппорта по направлению нитей основы L_{R_o} или утка L_{R_y} рассчитывают исходя из числа нитей основы n_o и нитей утка n_y в раппорте и числа нитей Π_o и Π_y на длине 100 мм соответственно:

$$L_{R_o} = 100 n_o / \Pi_o; L_{R_y} = 100 n_y / \Pi_y. \quad (3.12)$$

Линейное наполнение по основе и утку без учета наклона и сплющивания нитей рассчитывают согласно формулам Т. Ашенхерста:

$$H_o = (d_o n_{o+} d_y c_y) 100 / L_{R_o} = (d_o n_{o+} d_y c_y) 100 \Pi_o / 100 n_o = \\ = (d_o n_{o+} d_y c_y) \Pi_o / n_o, \quad (3.13)$$

$$H_y = (d_y n_{y+} d_o c_o) 100 / L_{R_y} = (d_y n_{y+} d_o c_o) 100 \Pi_y / 100 n_o y = \\ = (d_y n_{y+} d_o c_o) \Pi_y / n_y, \quad (3.14)$$

где c_o и c_y – число полей связи в пределах раппорта.

Коэффициенты связанности по основе K_o и утку K_y характеризуют связь элементов ткани между собой и определяются отношением линейного наполнения к линейному заполнению:

$$K_o = H_o / E_o; K_y = H_y / E_y. \quad (3.15)$$

Поверхностное наполнение. Ткань представляет собой материал, в котором наполнения по основе и утку связаны между собой, и между ними происходит выравнивание перераспределения. Исходя из этого, В.П. Скляников предлагает рассчитать коэффициент наполнения ткани H_T как отношение условно-минимальной площади S_{min} , которую могла бы занимать ткань с данными параметрами строения при условии ее максимально возможной уплотненности, к фактической площади $S_{факт}$, занимаемой данной тканью:

$$H_T = S_{min} / S_{факт}. \quad (3.16)$$

В расчетах фактическая площадь принята постоянной и равна 10^4 мм^2 (при условии определения числа нитей ткани на длине 100 мм). Предполагая, что при максимальной уплотненности ткани свободных полей нет, величину условно-минимальной площади ткани можно посчитать по формуле

$$S_{min} = S_c n_c + S_k n_k + S_{np} n_{np}, \quad (3.17)$$

где S_c и n_c – площадь и число полей связи; S_k и n_k – площади и число полей контакта; S_{np} и n_{np} – площадь и число полей просвета.

Для расчета коэффициента наполнения ткани предлагается аналитическая формула, учитывающая число и площади всех полей (по Г.И. Селиванову), которые имеются при данном переплетении и числе нитей основы и утка на 100 мм, особенности взаимного расположения нитей, коэффициенты деформации их диаметров и порядок фаз строения ткани.

Поверхностное наполнение, учитывающее число полей связи в раппорте, точнее, чем поверхностное заполнение, характеризует уплотненность ткани. Ряд исследователей предлагает определять объемное наполнение, что в некоторых условиях представляет интерес.

Показатели заполнения и наполнения ткани оказывают существенное влияние на многие физико-механические свойства тканей. При малом заполнении и наполнении ткани отличаются легкостью, мягкостью, высокой проницаемостью и теплопроводностью. При увеличении уплотненности тканей возрастает связь элементов структуры, что повышает прочность, жесткость и износостойкость и уменьшает проницаемость и теплопроводность.

Фазы строения ткани. При переплетении нити основы и утка изгибаются и приобретают волнообразную форму. Для характеристики степени изогнутости нитей проф. Н.Г. Новиков, приняв нити за правильные цилиндры, предложил все возможные варианты их изгиба условно разделить на девять фаз строения (с первой по девятую) и одну дополнительную (нулевую) фазу (рис. 70).

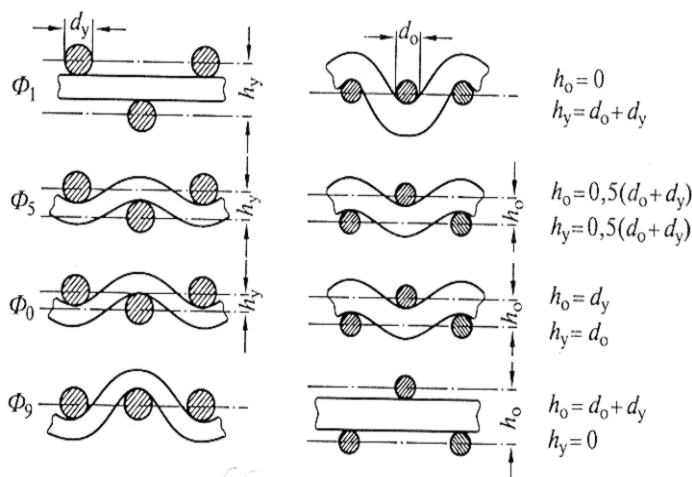


Рис. 70. Фазы строения ткани

В ткани первой фазы Φ_1 нити утка огибают неизогнутые нити основы, в девятой фазе Φ_9 неизогнутыми остаются нити утка, а огибают их нити основы. При переходе от первой фазы к девятой изгиб нитей основы увеличивается, а изгиб нитей утка соответственно уменьшается. В каждой фазе строения сумма высот волн нитей основы и утка равна сумме их расчетных диаметров, т.е. $h_o + h_y = d_o + d_y$. Значения высот волн нитей в данной фазе отличаются от высот волн в соседней фазе на $1/8$ суммы диаметров. При пятой фазе строения Φ_5 $h_o = h_y$. Для нулевой фазы $h_o = d_y$ и $h_y = d_o$; если $d_o = d_y$, нулевая фаза строения совпадает с пятой фазой. При нулевой фазе ткань имеет наименьшую толщину.

При переплетении в местах контакта поперечные сечения нитей в большей или меньшей степени деформируются, в результате чего фактическое строение ткани может отличаться от геометрически построенных фаз строений. Чаще всего нити в местах контакта сплющиваются, приближаясь к эллиптической форме. В.П. Склянный предлагает определять фазу строения с учетом деформаций нитей:

$$\hat{O}_i = \frac{8h_o}{b_o + b_y} + 1, \quad \hat{O}_o = 9 - \frac{8h_y}{b_o + b_y}, \quad (3.18)$$

где Φ_o и Φ_y – порядки фаз строения вдоль основы и утка; b_o и b_y – толщина нитей основы и утка в середине поля контакта.

На фазы строения тканей существенное влияние оказывает соотношение числа нитей основы и утка на длине 100 мм. При равенстве толщины нитей основы и утка, если $\Pi_o > \Pi_y$, ткань имеет фазы строения Φ_6 – Φ_8 ; если $\Pi_o = \Pi_y$ – пятую фазу; если $\Pi_o < \Pi_y$ – фазы Φ_2 – Φ_4 . Крайние фазы строения встречаются редко и не имеют практического значения.

Фаза строения ткани оказывает влияние на растяжимость ткани в долевом и поперечном направлениях, а также на характер ее поверхности и износостойкость. Фаза строения ткани меняется в процессе ткачества, отделки, при изготовлении швейных изделий и в процессе их эксплуатации.

Поверхность ткани. Структура поверхности ткани образуется за счет сочетания ряда факторов: волокнистого состава, структуры нитей, вида переплетений, плотности расположения нитей, фазы строения и отделочных операций. В зависимости от этого поверхность может быть гладкой, ровной, рельефной, ворсовой. Гладкая поверхность образуется длинными, плотно расположенными основными или уточными перекрытиями, она характерна для сатиновых и атласных переплетений. Ровную поверхность образуют выступающие гребни нитей, равномерно распределенных по площади ткани, она характерна для большинства мелкозорчатых переплетений. Для рельефной поверхности характерны заметно выступающие нити (рельефные переплетения, фасонные нити),

отдельные участки поверхности ткани (переплетение пике, эффекты мягкости, сжатости, гофре, клоке и т.п.). Ворсовая поверхность состоит из выступающих на поверхности отдельных волокон, она может образовываться за счет ворсовых переплетений, использования фасонных нитей, в результате отделочных операций валки и ворсования.

Основной характеристикой структуры поверхности ткани является *опорная поверхность* контакта ткани с плоскостью. Опорная поверхность характеризуется отношением площади контакта ткани с поверхностью при определенном давлении к общей площади ткани. Величина опорной поверхности различных тканей невелика и составляет 5–25%.

В зависимости от вида переплетения, толщины и числа нитей на 100 мм, фазы строения ткани на ее поверхности могут преобладать нити основы и утка. Поэтому ткани подразделяют на уточноопорные, основоопорные и равноопорные в зависимости от того, какая система нитей выступает на поверхность.

Подъем одной системы нитей над другой (ΔT) В.П. Склянников предлагает определять исходя из порядка фазы строения и толщины нитей с учетом их сплющивания:

$$\Delta T_o = [(\Phi - 1)(b_o - b_y) - 8 b_y] / 8; \quad (3.19)$$

$$\Delta T_y = [(9 - \Phi)(b_o + b_y) - 8 b_y] / 8; \quad (3.20)$$

При нулевой фазе строения поверхность ткани равноопорная, но по мере перехода к крайним фазам она становится либо уточноопорной (при переходе в сторону первой фазы), либо основоопорной (при переходе в сторону девятой фазы). Наибольшую опорную поверхность имеют равноопорные ткани, при переходе к крайним фазам строения наблюдается тенденция к ее уменьшению. По мере перехода от полотняного переплетения к другим видам переплетений изменение опорной поверхности имеет сложный характер, так как, с одной стороны, уменьшается число связей, а с другой – увеличивается длина перекрытий.

Опорная поверхность образуется полями контакта и свободными полями, поэтому ее можно ориентировочно рассчитывать как отношение суммы площадей этих полей, выступающих на поверхность ткани, к общей площади:

$$O_n = (\Sigma S_k + \Sigma S_{c.n.}) 100 / S_n, \quad (3.21)$$

где S_k – площадь контакта; $S_{c.n.}$ – площадь свободного поля; S_n – площадь части ткани, на которой рассчитывается опорная поверхность.

Расчет опорной поверхности производится по выступающей системе нитей, в случае равноопорной поверхности – по обеим системам.

Экспериментальное определение опорной поверхности проводится на приборах, большинство которых представляет собой разнородность контактной призмы, действующей по принципу полного внутреннего

отражения и поглощения света. В точках контакта материала с призмой световой поток поглощается и опорные участки ткани выделяются как более темные в отраженном потоке лучей. Полученное изображение позволяет не только подсчитать площадь контакта материала с поверхностью, но и дает представление о характере опорной поверхности (рис. 71). На ином принципе работает прибор М.И. Сухарева: опорная поверхность определяется с помощью шупов – стержней, соединенных с электроизмерительным устройством.

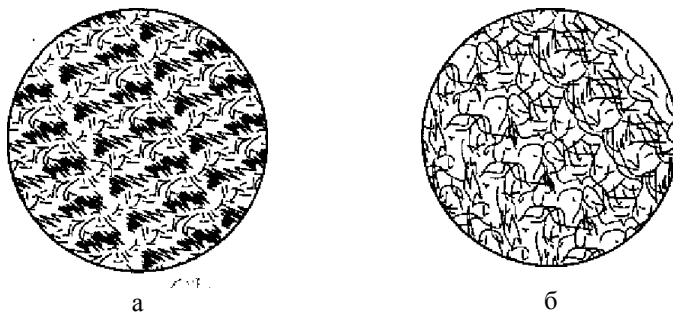


Рис. 71. Опорная поверхность ткани: а – саржевого переплетения; б – сукна

Опорная поверхность ткани изменяется под воздействием внешних факторов в процессе ее производства, при изготовлении одежды и эксплуатации. При растяжении ткани в длину дополнительный изгиб получают нити утка, и гребни их волн заметнее выступают на поверхности. При усадке, наоборот, сильнее изгибаются и выступают на поверхности нити основы. При влажно-тепловой обработке выступающие участки нитей сжимаются, и опорная поверхность увеличивается. Характер и величина опорной поверхности оказывают влияние на характеристики трения тканей и их устойчивость к истиранию.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «ткань». Какие нити называются основными и уточными?
2. Сущность технологических операций по подготовке нитей основы и утка к ткачеству.
3. Принципы образования ткани на ткацком станке. Виды ткацких станков и их принципиальное отличие?
4. Дайте определение следующим терминам: ткацкое переплетение, графическое изображение переплетения, раппорт, сдвиг, поле связи, поле контакта, свободное поле, поле просвета.

5. Классификация ткацких переплетений: деление на классы, подклассы, виды.

6. Дайте характеристику переплетений класса простых. Их принципы получения, обозначение, влияние на свойства тканей, применение.

7. Охарактеризуйте принципы получения ткацких переплетений класса мелкоузорчатых. Приведите примеры ткацких переплетений данного класса.

8. Приведите примеры ткацких переплетений класса сложных. Дайте их характеристику.

9. Принципы получения крупноузорчатых переплетений.

10. Физический смысл, расчетная формула и единицы измерения следующих структурных характеристик ткани: плотность по основе и утку; заполнение линейное, поверхностное, объемное, весовое; наполнение линейное, поверхностное; пористость поверхностная, объемная, общая. Фазы строения ткани и их характеристика.

11. Что называется опорной поверхностью ткани? Как ее величина влияет на свойства ткани?

Глава 4. ТРИКОТАЖНЫЕ ПОЛОТНА И ИЗДЕЛИЯ: ПОЛУЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СТРОЕНИЯ

Трикотаж – текстильное изделие, полученное из одной или многих нитей путем образования петель и взаимного их соединения. Вырабатывают трикотаж в виде полотен и штучных изделий. Полотна вырабатывают на трикотажно-вязальных машинах разных видов и используют главным образом для пошива бельевого и верхнего трикотажа. Штучные изделия – чулочно-носочные (чулки, носки, колготки), бельевые (комбинации, майки), верхние (джерперы, жакеты, пуловеры, свитеры и др.) – вырабатываются в виде заготовок или в готовом виде на автоматах.

Отдельные петли, расположенные по ширине полотна или изделия, т.е. по горизонтали, образуют так называемый петельный ряд. Петли, расположенные по вертикали, образуют петельные столбики.

Различают трикотаж кулирный (поперечно-вязаный) и основовязаный. В кулирном трикотаже (рис. 72, а) петли одного горизонтального петельного ряда формируются из одной непрерывной нити, которая по завершении одного петельного ряда образует петли следующего ряда и т.д. В основовязаном трикотаже (рис. 72, б) петли горизонтального петельного ряда образуются из нитей 1, 2 и т.д. Поэтому для его выработки необходима основа с числом нитей, равным числу петель в одном петельном ряду по ширине трикотажа.

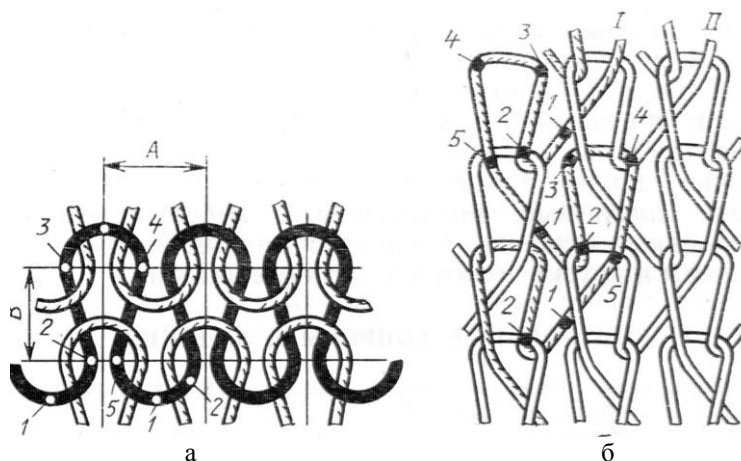


Рис. 72. Схема строения петель трикотажа: а – поперечновязаного;
б – основовязаного

Структура трикотажа определяется размерами, формой, взаимным расположением отдельных петель и связями их между собой.

Основной характеристикой петли является длина нити в ней. Как видно из рис. 72, а, б, длина нити в петле равна длине отрезка нити $1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 1$. Остов петли $2 - 3 - 4 - 5$ образуется из петельных палочек $2 - 3$ и $4 - 5$ и игольной дуги $3 - 4$. Остовы отдельных петель соединяются протяжками $5 - 1 - 2$.

Расстояние между двумя соседними петлями называется петельным шагом А, а по линии петельного столбика – высотой петельного ряда В. Чем меньше петельный шаг А и высота петельного ряда В, тем плотнее трикотаж и лучше его теплоизолирующие, сорбционные и другие свойства.

4.1. Трикотажное производство

Сырьё. Подготовка нитей к вязанию. Трикотаж вырабатывают из пряжи разнообразных видов и химических нитей. К этим нитям предъявляются требования в отношении равномерности по толщине, разрывной нагрузке, удлинению при разрыве, чистоте и равновесности.

Повышенная неравномерность по свойствам, наличие дефектов, неравновесность (вызывающая образование сукрутин – мелких петелек) приводят к поломке игл трикотажных машин, к повышенной обрывности в вязании и как результат к роспуску трикотажа.

Нити, поступающие на трикотажные фабрики на прядильных початках или мотках, должны быть подготовлены к вязанию. Подготовка включает перематывание и парафинирование или эмульсирование.

Перематывание осуществляется на мотальных машинах, аналогичных применяемым в ткачестве, с нанесением на пряжу или нить парафина или эмульсии: хлопчатобумажную и шерстяную однородную пряжу парафинируют, а смешанную эмульсируют. Химические комплексные нити обычно поступают эмульсированными с заводов химического волокна. Для эмульсирования используют невол или Т-1. Если пряжа имеет недостаточную влажность, ее увлажняют, выдерживая в специальных помещениях с повышенной влажностью воздуха.

Для обеспечения равномерного прокрашивания полотен или изделий эмульсия или парафин должны быть полностью удалены в процессе подготовки к крашению.

Перед выработкой основовязаного трикотажа пряжу и химические комплексные нити подвергают снованию. На сновальной машине нити наматывают параллельно друг к другу и с одинаковым натяжением на отдельные катушки с фланцами, вмещающие до 400 нитей (секционное снование), или узкими лентами по длине большого скелетного барабана (ленточное снование).

Необходимое количество катушек в зависимости от ширины будущего полотна и вида переплетения надевают на один вал и формируют навой заданной ширины с необходимым числом нитей. Во втором случае навой образуется из нитей, сматываемых одновременно с барабана сновальной машины.

Основные органы и способы петлеобразования на кулирных машинах. К основным органам петлеобразования относятся иглы, платины и нитеводитель.

Наиболее распространенными являются крючковые и язычковые иглы, изготавливаемые из стальной проволоки.

Крючковая игла (рис. 73, а) имеет стержень 2 с пяткой 1, крючок 4 с мыском 3, головкой 5 и чашу 6. Язычковая игла (рис. 73, б) имеет стержень 1, крючок 3, язычок 4, закрепленный на оси 2, пятку 5 и ножку 6.

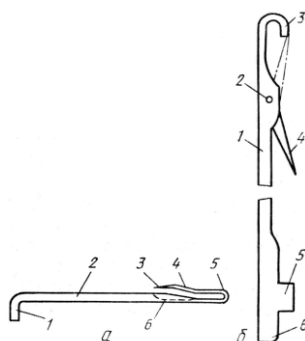


Рис. 73. Трикотажные иглы:
а – крючковая, б – язычковая

Платины представляют собой тонкие стальные пластинки или диски разнообразной формы, выполняющие различные операции в процессе петлеобразования, например изгибание нити (кулирные платины), сбрасывание петли с головки иглы (отбойные платины или сбрасывающие) и др.

Нитеводитель представляет собой металлический стержень с глазком, в который продета нить (на машинах для выработки поперечно-вязаного трикотажа), или с многими глазками, в каждый из которых продеты нити основы (на машинах для выработки основовязаного трикотажа). Он предназначен для прокладывания нити на иглы.

В машинах с крючковыми иглами имеется пресс в виде колесика (диска), который нажимом на мысок 3 крючка 4 углубляет его в чашу 6. На машинах с язычковыми иглами имеются замки, способствующие перемещению язычковых игл вверх и вниз в процессе петлеобразования.

На кулирных машинах петлеобразование осуществляется двумя способами – трикотажным и вязальным.

Петлеобразование трикотажным способом на машинах с крючковыми иглами подразделяется на десять последовательно осуществляемых операций: заключение, прокладывание, кулирование, вынесение, прессование, нанесение, соединение, сбрасывание, формирование и оттягивание.

Перед началом петлеобразования на каждой игле под крючком обязательно должна находиться петля предыдущего ряда (старая).

Заключение – отодвигание петли 1 (рис. 74, а) из-под крючка иглы на ее стержень так, чтобы между ней и мыском 3 крючка 4 можно было проложить новую нить 2.

Прокладывание нити на иглы осуществляется с помощью нитеводителя, движущегося вдоль фронта игл, на участке между чашей и предыдущей петлей 1.

Кулирование – изгибание нити 2 в петли, плотно облегающие стержень иглы с помощью изгибающих платин, опускающихся вниз (рис. 74, б).

Вынесение – подведение вновь образованных петель под крючки игл за чашу (рис. 74, в) движущимися в наклонной плоскости распределительными платинами.

Прессование – прижатие прессом мыска 3 крючка 4 до погружения в чашу, чтобы закрыть ход предыдущей петле 1 под крючком (рис. 74, г).

Нанесение – продвижение петель 1 вперед по направлению к головке иглы (рис. 74, д). Так как в этот момент мысок 3 крючка запрессован и находится еще в чаше, старые петли попадают на крючок с помощью наносающего колеса. После этого пресс отходит и игла распрессовывается.

Соединение – соприкосновение петель 1, движущихся по направлению к головке 5 крючка 4 с новыми, находящимися под распрессованным крючком (рис. 74, е).

Сбрасывание – сход предыдущих петель 1 с головки иглы, в результате чего они повисают на новых петлях 2 (рис. 74, ж).

Формирование – протягивание новых петель 2 через ранее образованные до тех пор, пока они не будут сформированы полностью до заданной длины нити в петле (рис. 74, з).

Оттягивание – поворот новых петель в плоскость, перпендикулярную стержню иглы для правильного перемещения вдоль него при следующей операции заключения, в которой они уже играют роль петель предыдущего ряда.

Для трикотажного способа характерно то, что вновь проложенная на иглы нить сразу же изгибается в петли – кулируется. Петлеобразование возможно не только при перемещении петель относительно игл, как

было показано, но и при перемещении игл относительно петель (вязальный способ).

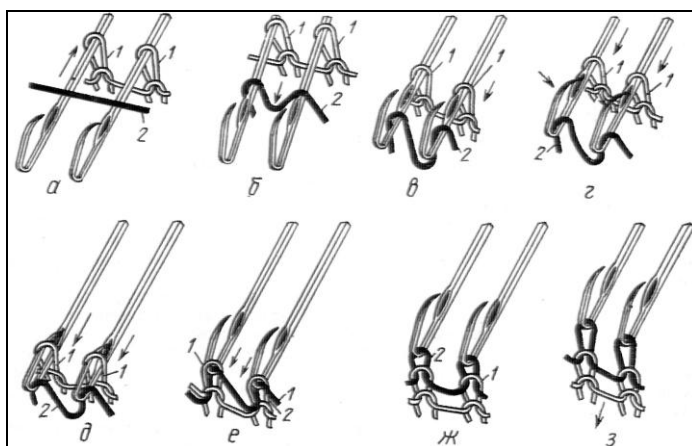


Рис. 74. Последовательность операций процесса петлеобразования трикотажным способом на машинах с крючковыми иглами

Рассмотрим процесс петлеобразования при вязальном способе на машинах с вертикально расположенными язычковыми иглами. Перед началом нового цикла петлеобразования иглы занимают крайнее нижнее положение и должны обязательно иметь под крючком старые петли 1 (рис. 75, а).

Отдельные операции выполняются в следующей последовательности.

Заключение – старые петли находятся под действием оттягивающего груза и поэтому неподвижны. При движении игл вверх они открывают язычок и сходят с него на стержень иглы на расстояние, большее длины язычка (рис. 75, б).

Прокладывание нити осуществляется между крючком и открытым язычком иглы выше оси язычка в момент, когда иглы, поднимавшиеся после завершения операции заключения, начинают перемещаться вниз (рис. 75, в).

Прессование – закрытие язычка иглы старыми петлями. Это происходит благодаря тому, что иглы продолжают двигаться вниз, а старые петли неподвижны (рис. 75, г). При этом происходит нанесение старых петель на крючок иглы.

Соединение – соприкосновение старых петель с проложенной новой нитью в результате продолжающегося движения игл вниз (рис. 75, д).

Кулирование – сбрасывание старой петли с крючка (рис. 75, е) (происходит благодаря продолжающемуся опусканию игл вниз).

Формирование новых петель осуществляется путем протягивания проложенной нити через старые петли при движении игл вниз до тех пор, пока новая петля не будет иметь заданные параметры (рис. 75, ж).

Оттягивание новых петель к спинке иглы необходимо для того, чтобы при следующем процессе петлеобразования петли не попали на крючок иглы.

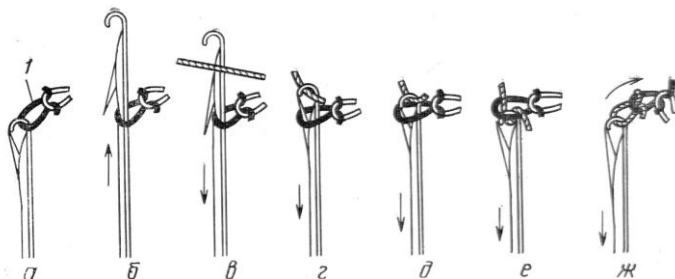


Рис. 75. Последовательность операций процесса петлеобразования вязальным способом на машинах с язычковыми иглами

При вязании кулирного полотна рассмотренные выше операции выполняются путем последовательного прокладывания и изгибания одной непрерывной нити на иглы, расположенные на плоских или круглых игольницах.

Чаще всего трикотажным способом полотна вырабатываются на машинах с крючковыми иглами, а вязальным – с язычковыми иглами.

Особенности петлеобразования на основовязальных машинах.

Для выработки основовязаного полотна необходима, как в ткачестве, основа, состоящая из большого числа нитей. Нити (рис. 76, а) 2, 3 и т.д., навитые на катушку 1 на равных расстояниях с одинаковым натяжением, продеты в отверстия ушковых игл 5, закрепленных в гребенке 4, играющей роль нитеводителя.

Петлеобразование может осуществляться вязальным способом как на крючковых, так и на язычковых иглах. Весь процесс складывается из тех же десяти операций, но с некоторыми особенностями. Здесь каждая нить прокладывается на соответствующие иглы в строго определенном порядке в зависимости от рисунка переплетения.

Если нить 2 прокладывается ушковой иглой в каждом цикле петлеобразования на одну и ту же иглу 7, а нить 3 на иглу 6 и т.д., то получаются отдельные петельные столбики, не соединенные друг с другом по ширине полотна. Число их равно числу нитей в основе и числу ушковых игл. Получается переплетение, называемое цепочкой. Цепочка может иметь закрытые (рис. 76, б) или открытые (рис. 76, в) петли.

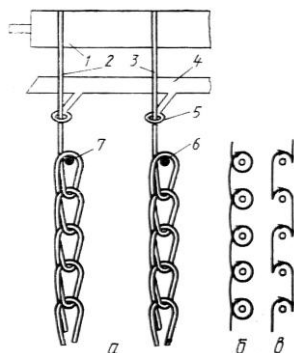


Рис. 76. Технологическая схема форматирования цепочки (а) и схематичные изображения цепочки с закрытыми (б) и открытыми (в) петлями

Для формирования полотна необходимо обособленные цепочки соединить друг с другом протяжками между петлями. Для этого гребенка 4 в процессе петлеобразования совершает возвратно-поступательное движение вдоль фронта игл. При этом одна и та же нить прокладывается поочередно на соседние иглы с определенным сдвигом. Так, при перемещении гребенки 1 на величину игольного шага в ту или иную сторону, нить 2 (рис. 77) будет прокладываться в первом ряду I снизу на иглу 4, во втором II – на иглу 5, в третьем III – снова на иглу 4 и т.д. Аналогично перемещается нить 3. В результате формируется полотно, в котором отдельные петли соединены протяжками 6. Полученное переплетение называется трико.

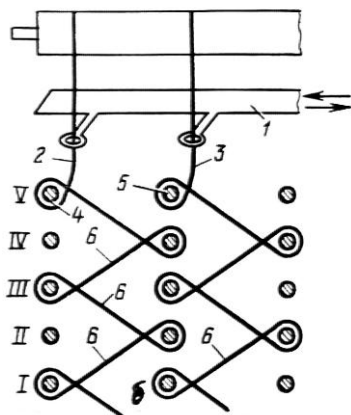


Рис. 77. Схема получения основовязаного переплетения

На основовязальных машинах с крючковыми иглами петлеобразование осуществляется чаще всего вязальным способом с участием платины (тонкая металлическая пластина) и несколько иначе, чем на поперечно-вязальных машинах. Основное отличие – в операции прокладывания нити.

Остальные операции осуществляются вязальным способом в обычном порядке: проложенная нить проводится под крючок, крючок пресуется, старая петля наносится на него, а далее происходит соединение старой петли с новой, сбрасывание последней, формирование новой петли, протягивание ее через старую и оттяжка новых петель.

Общие сведения о кулирных и основовязальных машинах. По конструкции игольниц, в которых закрепляют иглы, трикотажные машины подразделяют на круглые и плоские. В круглых машинах иглы расположены по окружности цилиндра, поэтому полотно получается в виде трубки, диаметр которой зависит от диаметра игольницы. Если диаметр игольницы достаточно велик, по его окружности размещают несколько одновременно действующих петлеобразующих систем. В каждую систему подается своя нить. В результате за один оборот игольницы образуется столько петельных рядов, сколько петлеобразующих систем на ней имеется. На основовязальных машинах с плоской игольницей получают плоское полотно определенной ширины, подобное ткани.

По числу игольниц различают машины с одной игольницей – однофонтурные и с двумя – двухфонтурные. На однофонтурных машинах вырабатывают одинарный трикотаж, лицевая и изнаночная стороны которого значительно отличаются. На двухфонтурных машинах можно вырабатывать полотно, одинаковое с двух сторон, т.е. двухлицевое (ластик) или двухизнаночное.

Наиболее распространенными машинами для выработки поперечно-вязаного одинарного трикотажа (глади) с крючковыми иглами являются машины типа КТ, с язычковыми иглами – многозамковая машина типа КО (МС) с большим числом петлеобразующих систем (до 64 при диаметре игольницы 500 мм). Для производства двойного трикотажа чаще других применяют машины ластичные и интерлочные с язычковыми иглами.

Для выработки одинарного основовязаного трикотажа на крючковых иглах используют однофонтурные быстроходные вертелки.

В зависимости от числа игл, приходящихся на единицу длины игольницы, машины разделяют на классы. Чем тоньше иглы и чем меньше расстояние между ними, тем выше класс машины. Чем выше класс машины, тем тоньше нить, которую можно перерабатывать на ней. На машинах более высокого класса можно выработать более тонкий и плотный трикотаж из нитей малой линейной плотности.

4.2. Трикотажные переплетения

Одной из основных характеристик трикотажа является *переплетение*. Вид переплетения определяет число и виды элементарных звеньев и их взаимосвязь, а также влияет на внешний вид и физико-механические свойства трикотажного полотна.

Все трикотажные переплетения могут быть разделены на четыре класса: главные, производные, рисунчатые (узорные) и комбинированные (рис. 78); которые в свою очередь подразделяются на подклассы в зависимости от способа получения трикотажа (поперечно- и основовязаные). Каждый подкласс делится на две группы (одинарные и двойные), которые далее подразделяются на виды.

Трикотажные переплетения принято представлять в виде схем и графических записей (изображений). Графическая запись показывает последовательность прокладывания нити на иглы трикотажной машины.

Главные переплетения. К переплетениям данного класса относятся:

- поперечно-вязаные: гладь; ластик; изнаночное;
- основовязаные: цепочка; трико; атлас.

Гладь – поперечно-вязаное одинарное переплетение (рис. 79), лицевая сторона которого образована петельными палочками, т.е. гладкая и ровная, а изнаночная сторона – игольными дугами и протяжками, вследствие чего на ней видны поперечные полосы. Трикотажные полотна, полученные переплетением гладь, легко распускаются, закручиваются по краям, обладают повышенной растяжимостью. Используется гладь при выработке бельевых, спортивных и верхних изделий.

Ластик – двойное поперечно-вязаное переплетение (рис. 80), образовано закономерным чередованием лицевых и изнаночных петельных столбиков (1x1; 1x2; 2x3 и т.п.). Трикотажные полотна, вырабатываемые переплетением ластик, распускаются меньше, чем гладь (только в направлении, противоположном вязанию), прочнее и толще, не закручиваются, используются при выработке бельевых, спортивных и верхних изделий.

Изнаночное – двойное поперечно-вязаное переплетение (рис. 81), образуемое чередованием рядов лицевых и изнаночных петель. Обе стороны переплетения одинаковы, похожи на изнаночную сторону глади. Трикотажные полотна, вырабатываемые изнаночным переплетением, легко распускаются, но не закручиваются по краям, характеризуются почти одинаковой растяжимостью по длине и ширине, имеют достаточно большую толщину и высокие теплозащитные свойства, используются при изготовлении головных платков и верхних изделий.

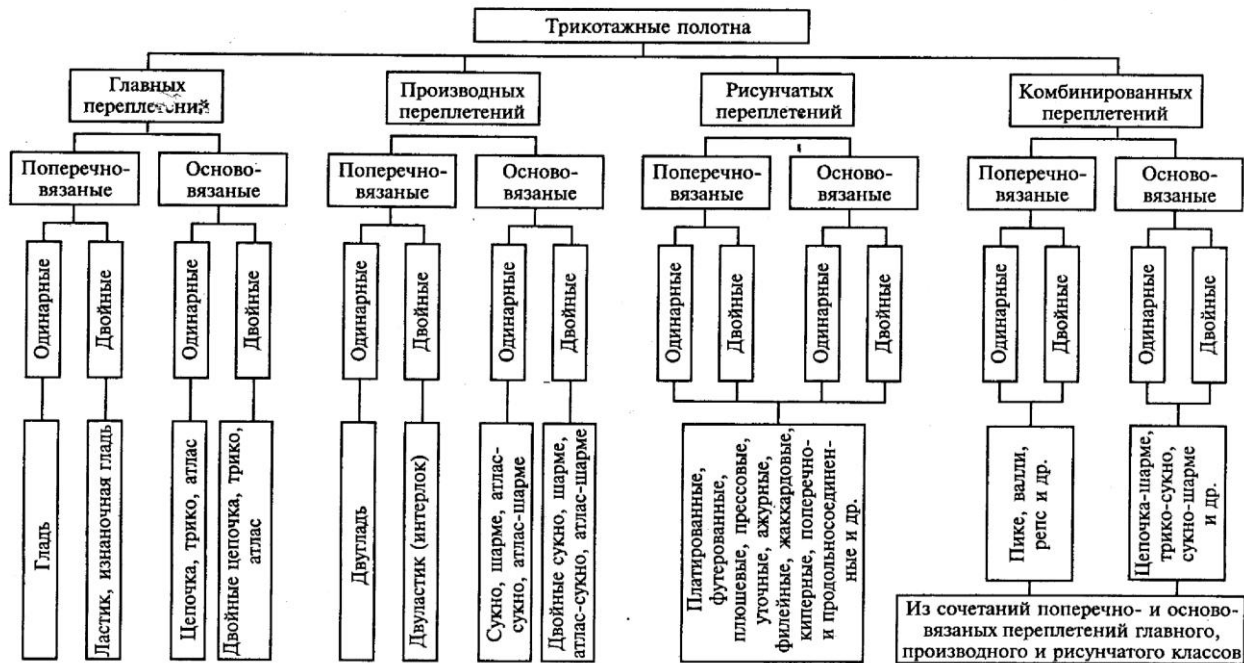


Рис. 78. Классификация трикотажных полотен

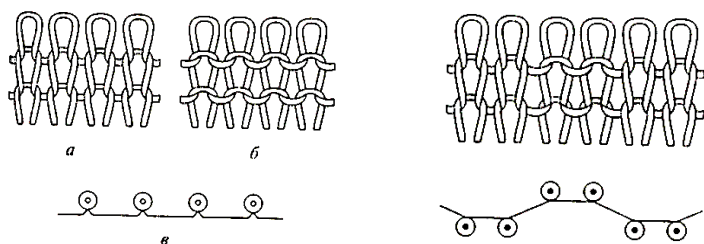


Рис. 79. Переплетение гладь: а – строение лицевой стороны; б – строение изнаночной стороны; в – графическая запись

Рис. 80. Строение и графическая запись переплетения ластик 2x2

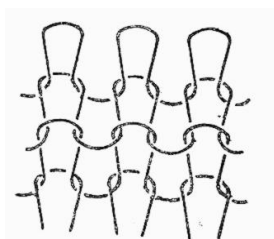


Рис. 81. Строение изнаночного переплетения

Цепочка – основовязаное одинарное переплетение (рис. 82), образуемое одинарной нитью в виде столбика петель. Отдельно для получения трикотажа не используется, а применяется только в сочетании с другими переплетениями для получения малорастяжимого трикотажа. Цепочка может быть выработана петлями открытого (рис. 82, б) и закрытого (рис. 82, а) типа.

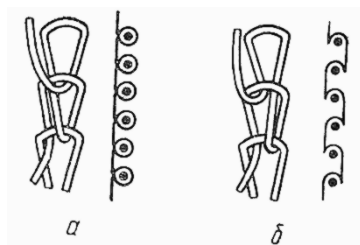


Рис. 82. Строение и графическая запись переплетения цепочка: а – с закрытыми петлями; б – с открытыми петлями

Трико – одинарное основовязаное переплетение (рис. 83), получаемое при прокладывании каждой нити на две соседние иглы со сдвигом на один шаг то в одну, то в другую сторону. Полотна, вырабатываемые трико, легко распускаются и сильно растягиваются, поэтому, как и цепочка, трико используется, в основном, в комбинации с другими переплетениями.

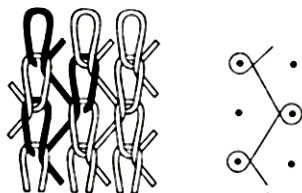


Рис. 83. Структура и графическая запись переплетения трико

Атлас – одинарное основовязаное переплетение (рис. 84, 85), получаемое при прокладывании каждой нити не менее чем на трех рядах игл со сдвигом на один шаг, сначала в одну, а потом в другую сторону. Трикотажные полотна, вырабатываемые с использованием атласа, малорастяжимы, но закручиваются по краям, при обрыве нити могут распускаться по направлению петельного столбика. Используется атлас для изготовления бельевых изделий, платьев, блузок.

Атлас может быть простым и сложным. Атлас называется *простым* (рис. 84), если петли, образованные одной нитью в нескольких петельных столбиках, в обратном направлении расположены до исходного петельного столбика в тех же петельных столбиках. Если повернутые петли (петли с односторонними протяжками) образуются через разное количество петельных столбиков, то такой атлас называется сложным (рис. 85).

Кроме одинарных основовязанных переплетений цепочка, трико, атлас имеются двойные тех же названий, обычно называемые ластичными. Применяют их, в основном, для изготовления перчаток и варежек.

На рис. 86 представлены схемы и графическая запись ластичного трико. На графической записи ряды петель и петли в столбике второй иглы условно изображены в виде крестиков. Все петли, образуемые на одной и той же иглы, сбрасываются одна на другую. Петли, обозначенные на графической записи точками, образуют лицевую сторону трикотажа, а обозначенные крестиками – изнаночную.

Производные переплетения. К производным переплетениям относятся все переплетения, образованные на базе главных переплетений путем комбинирования двух и более переплетений одного вида.

Производная гладь – образуется сочетанием двух переплетений простой глади. Трикотажное полотно, получаемое с использованием этого переплетения, довольно плотное, имеет одинаковую по длине и ширине растяжимость. Чаще используется при получении комбинированных переплетений в сочетании с ластиком.

Интерлок (двуластик) – двойное поперечно-вязаное переплетение (рис. 87), представляет собой сочетание двух ластиков, вязанных один в другой. Таким образом, каждый петельный ряд двуластика образован двумя нитями. Лицевая и изнаночная стороны полотна одинаковы. Полотно обладает значительной упругостью, менее растяжимо вдоль петельных рядов, чем ластик, и более прочное, характеризуется хорошими теплозащитными свойствами и малой распускаемостью. Используется при выработке бельевого и верхнего трикотажа.

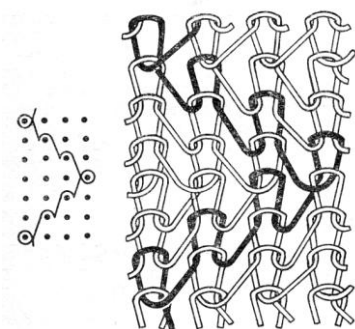


Рис. 84. Строение и графическая запись переплетения простой атлас



Рис. 85. Графическая запись переплетения сложный атлас

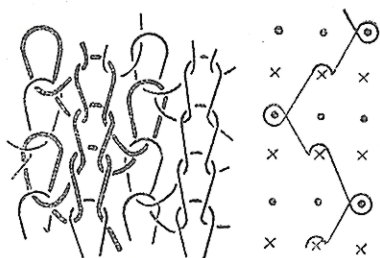


Рис. 86. Строение и графическая запись переплетения ластичное трико

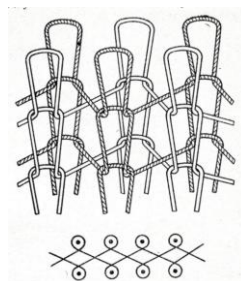


Рис. 87. Строение и графическая запись переплетения двуластик или интерлок

Сукно и шарме являются производными переплетения трико и представляют собой двойное и тройное трико соответственно. Получают их аналогично трико – прокладыванием каждой нити на две соседние иглы, но со сдвигом в каждом последующем ряду не на один шаг, а на два и три шага соответственно (рис. 88, 89). По сравнению с трико придают полотну меньшую распускаемость и большую толщину за счет увеличения длины протяжки, а также меньшую растяжимость и значительный блеск с изнаночной стороны. Используются, в основном, как и трико, при выработке комбинированных переплетений.

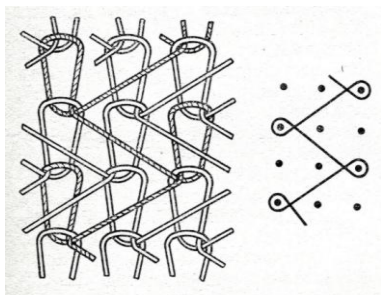


Рис. 88. Строение и графическая запись переплетения сукно

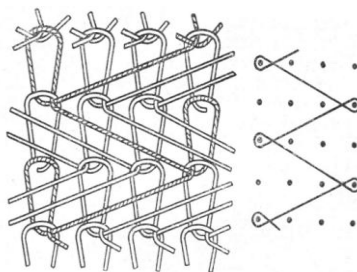


Рис. 89. Строение и графическая запись переплетения шарме

Атлас-сукно (атлас суконной кладки) и *атлас-шарме* являются производными переплетениями атласа и образуются по тому же принципу, как сукно и шарме (рис. 90). По сравнению с атласом из класса главных переплетений, атлас-сукно и атлас-шарме придают полотну меньшую растяжимость по ширине и меньшую распускаемость вдоль петельных столбиков.

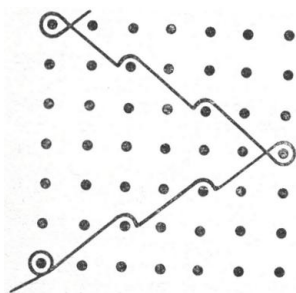


Рис. 90. Графическая запись переплетения атлас-сукно (атлас суконной кладки)

Рисунчатые переплетения. Рисунчатые трикотажные переплетения образуются на базе главных и производных переплетений. Их разнообразие достигается путем изменения строения базовых переплетений, их комбинаций, введения дополнительных нитей, переноса петель на соседние иглы или их вытягивания на несколько рядов и т.п.

Основными (наиболее распространенными) из рисунчатых переплетений являются: платированные; футерованные; плюшевые; уточные; прессовые; ажурные; филейные; жаккардовые и др.

Платированные переплетения (рис. 91) образуются путем прокладывания на иглы одновременно двух нитей разного волокнистого состава и разного цвета. В результате трикотажное полотно имеет различные по цвету или сырьевому составу лицевую и изнаночную стороны. Платированные полотна получают на базе как поперечно-вязаных, так и осново-вязаных переплетений. Поперечно-вязаные платированные переплетения наиболее часто образуются на базе глади, а следовательно обладают всеми ее свойствами. Основовязаный платированный трикотаж вырабатывают с помощью двух гребенок, перемещающихся во встречном направлении и прокладывающих на каждую иглу по две нити. Это позволяет уничтожить зигзагообразность в строении петельных столбиков и улучшить внешний вид и свойства полотна: увеличить упругость, мягкость, прочность и уменьшить растяжимость.

Футерованные, плюшевые, уточные переплетения образуются путем введения в структуру полотна дополнительных нитей.

Футерованное переплетение (рис. 92) образуется, в основном, на базе глади, в петли которой зарабатываются дополнительные футерные нити, которые не образуют собственных петель, а прокладываются между остовами петель одного петельного ряда, образуя петельный ворс, который может подвергаться ворсованию с образованием густого начеса. Данное переплетение значительно повышает теплозащитные свойства трикотажа, а также характеризуется пониженной распускаемостью. Футерная нить может располагаться как с лицевой, так и с изнаночной стороны полотна. Используется при выработке белья, спортивных и детских костюмов.

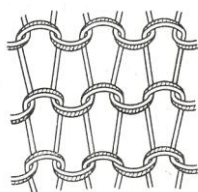


Рис. 91. Строение платированного переплетения

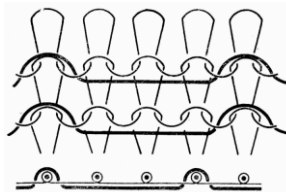


Рис. 92. Строение и графическая запись футерованного переплетения

Плюшевые переплетения (рис. 93) получают путем вязывания в грунт дополнительной нити, образующей более длинные, чем основная нить, протяжки, которые образуют петельный ворс.

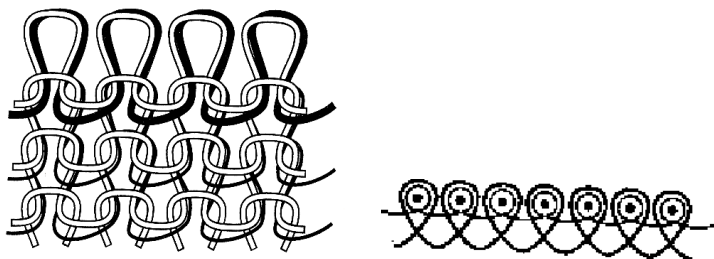


Рис. 93. Строение и графическая запись плюшевого переплетения

Уточные переплетения (рис. 94) образуются наиболее часто на базе основовязаного трикотажа путем прокладывания между остовами и протяжками петель грунта в одинарных переплетениях и между лицевыми и изнаночными петлями в двойных переплетениях дополнительных уточных нитей, не образующих собственных петель. Уточную нить, как видно на рис. 94, прокладывают свободно (рис. 94, а) или с обвивкой протяжек (рис. 94, б). В первом случае уточная нить может быть свободно извлечена из трикотажа. Используются для получения ворсового трикотажа, а также для образования рисунков на поверхности трикотажа или уменьшения его растяжимости. Данными переплетениями вырабатываются трикотажный ватин и основа для получения современных материалов с клеевым покрытием.

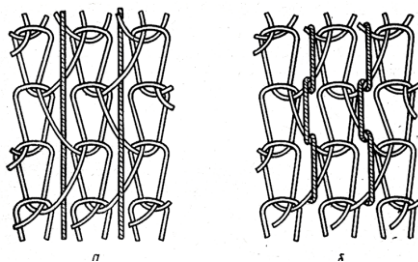


Рис. 94. Строение основовязаного уточного переплетения:
а – без обвивки грунта; б – с обвивкой грунта

Прессовые переплетения (рис. 95) характеризуются наличием рельефных и ажурных узоров различной формы, образуемых благодаря тому, что нити на иглы прокладываются постоянно, а старые петли

сбрасываются в зависимости от рисунка, в результате образуются так называемые прессовые петли (вытянутые на несколько петельных рядов с набросками). Переплетения придают полотнам красивый внешний вид. Широко используются при выработке бельевого трикотажа.

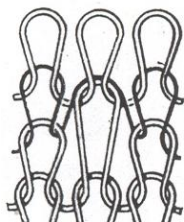


Рис. 95. Строение прессового переплетения

Разновидностями прессовых переплетений являются фанг и полуфанг (рис. 96, 97). Фанг (рис. 96) состоит только из прессовых петель. В полуфанге (рис. 97) петельные столбики прессовых петель чередуются с петельными столбиками глади. Фанг и полуфанг используются при изготовлении изделий верхнего трикотажа с повышенной толщиной и теплозащитными свойствами.

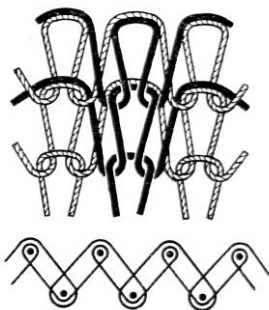


Рис. 96. Схема и график переплетения двойного фанга

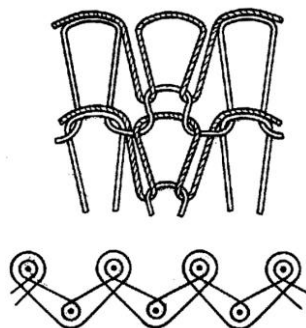


Рис. 97. Схема и график переплетения двойного полуфанга

Ажурные и филейные переплетения образуют на поверхности трикотажа ажурный рисунок из сквозных отверстий. *Ажурные* переплетения образуются на базе поперечно-вязаных переплетений путем переноса петель на соседние иглы; *филейные* (рис. 98) переплетения образуются на базе основовязаных переплетений, в которых отсутствует связь между некоторыми соседними петельными столбиками.

Сквозные отверстия в ажурном и филейном трикотаже могут быть разных размеров, форм и располагаться на разном расстоянии друг от друга, благодаря чему получаются разнообразные ажурные рисунки и орнаменты, что придает полотну повышенные эстетические свойства. Кроме того, наличие сквозных отверстий повышает в значительной степени воздухо- и паропроницаемость полотна, поэтому их используют, в основном, для выработки изделий летнего назначения. Ажурные переплетения широко используют при изготовлении женских и детских джемперов, а филейные – для изготовления белья, блузок и кроеных перчаток.

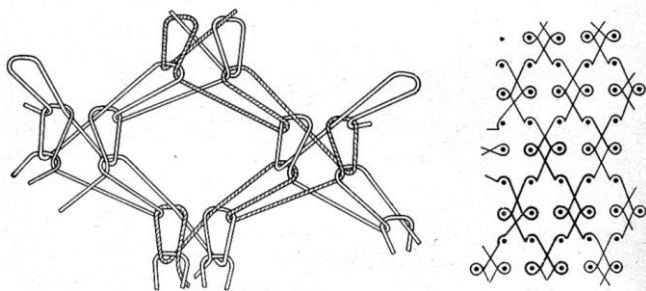


Рис. 98. Строение и графическая запись филейного переплетения

Жаккардовые переплетения образуют на поверхности полотна разнообразные, чаще всего цветные рисунки. В тех местах, где данная нить не должна образовывать новую петлю, старая петля не сбрасывается, а новая нить на эти иглы не прокладывается. Жаккардовый трикотаж может выработываться поперечно-вязаным и основовязаным, одинарным и двойным. Разновидностями трикотажных переплетений, имеющими достаточно широкое распространение при изготовлении верхних трикотажных изделий, являются двойной поперечно-вязаный неполный (рис. 99) и полный (рис. 100) цветной (двух и трехцветный) жаккардовый трикотаж. Широкое распространение имеет также двойной поперечно-вязаный накладной жаккард, который выработывают как из одноцветной пряжи, так и пестровязаным. Накладной жаккард создает на поверхности полотна рельефный рисунок. Он придает изделиям высокие теплозащитные свойства и меньшую растяжимость, чем полный или неполный жаккард. При образовании накладного жаккардового трикотажа нить по рисунку попеременно прокладывается на две и более иглы то одной, то второй иглы, а соединение петель лицевой стороны и изнанки происходит в местах перехода нити с лицевой стороны на изнаночную и наоборот. В результате образуется трикотаж с участками, выработанными одинарной гладью от-

дельно на каждой игольнице и несоединенными один с другим; в результате в этих местах создаются воздушные прослойки.

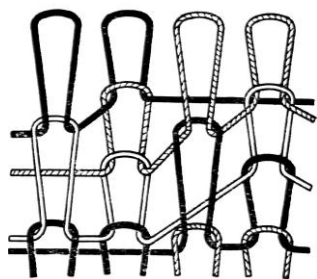


Рис. 99. Строение переплетения неполный трехцветный жаккард

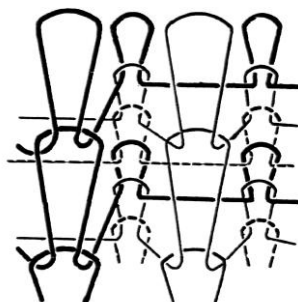


Рис. 100. Строение переплетения полный трехцветный жаккард

Неполный трикотаж (рис. 101) вырабатывается путем выключения игл из работы. При этом образуются пропущенные петельные столбики, которые создают рисунчатый эффект на лицевой стороне полотна в виде продольных ажурных полос. Это позволяет получать на одной и той же машине трикотаж различной ширины, а также при выработке двойных поперечно-вязаных полотен получить трикотаж, имитирующий плиссе.

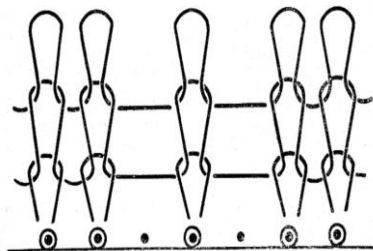


Рис. 101. Строение и графическая запись переплетения неполный трикотаж

Комбинированные переплетения получают путем сочетания переплетений различных видов. Это позволяет в значительной степени снизить растяжимость полотна, поэтому такой трикотаж часто называют малорастяжимым. Из основовязаных переплетений широкое распространение имеют следующие: цепочка-сукно; цепочка-шарме (рис. 102), трико-трико, трико-сукно (рис. 103) и другие. Недостатком

этих полотен является пониженная прочность по ширине и повышенная прорубаемость при пошиве (повреждаемость швейной иглой). Поперечно-вязанные комбинированные переплетения получают путем сочетания неполного ластика 1x1 и неполной глади. Наибольшее распространение получили различные виды переплетения пике, два из которых показаны на рис. 104. Полный раппорт этих переплетений образуется в двух петельных рядах путем провязывания нитей, прокладываемых в четырех системах (I, II, III, IV) в соответствии с графиком, представленным на рис. 105. Данные виды переплетений используются, в основном, при выработке верхнего трикотажа. Осново-вязанные комбинированные переплетения применяют чаще всего для получения полотен, предназначенных для пошива легких верхних изделий; поперечно-вязанный комбинированный трикотаж используют для изготовления высококачественных формоустойчивых полотен для женских платьев, жакетов и костюмов.

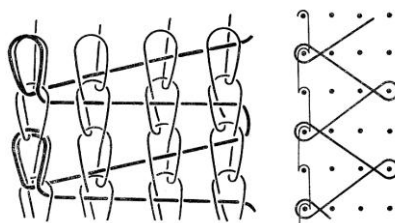


Рис. 102. Строение и графическая запись переплетения цепочка-шарме

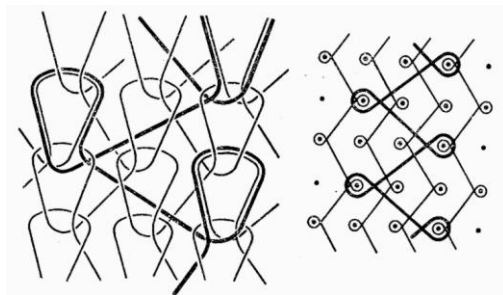


Рис. 103. Строение и графическая запись переплетения трико-сукно

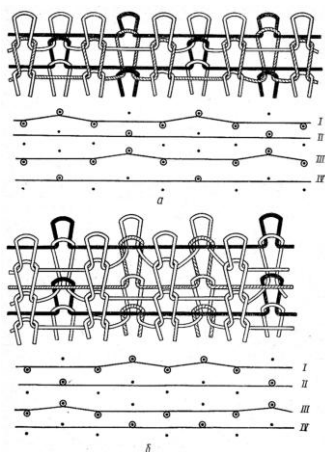


Рис. 104. Строение и графическая запись комбинированного переплетения пике: а – швейцарского; б – комбинированного московского

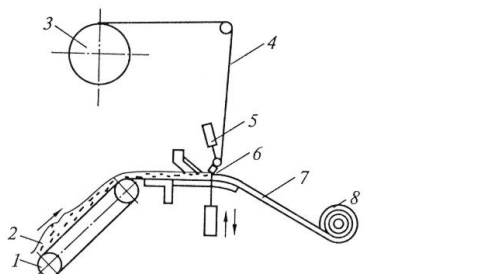


Рис. 105. Схема получения нетканого полотна вязально-прошивным способом: 1 – транспортирующая лента; 2 – холст; 3 – навой; 4 – провязывающая нить; 5 – ушковица; 6 – пазовая игла; 7 – холстопрошивное полотно; 8 – товарный валик

4.3. Характеристики структуры трикотажа

К основным характеристикам структуры трикотажа относятся высота петельного ряда, петельный шаг, число петель на условной длине, длина нити в петле, модуль петли и показатели заполнения.

Петельный шаг А, мм – расстояние между двумя петельными столбиками. *Высота петельного ряда В*, мм – расстояние между двумя соседними петельными рядами. *Число* петель на условной длине трикотажа, равной 100 мм, по горизонтали Пг или по вертикали Пв определяется как

$$Пг=100/А; Пв=100/В. \quad (4.1)$$

Длина нити в петле l_n , мм, складывается из длин нитей основы и протяжки. Длина нити в петле определяется опытным или расчетным путем исходя из геометрической модели структуры трикотажа.

Плотность расположения петель в трикотаже не дает полного представления о степени заполнения его волокнистым материалом, так как заполнение в большей мере зависит от толщины нитей. В качестве характеристик заполненности трикотажа используются показатели заполнения.

Линейное заполнение E , %, показывает, какая часть прямолинейного горизонтального E_g или вертикального E_b участка трикотажа занята диаметром нитей d_n :

$$E_g = 100 \cdot 2 d_n / A = 2 d_n \Pi_r; E_b = 100 \cdot d_n / B = d_n \Pi_b. \quad (4.2)$$

Поверхностное заполнение E_p , %, показывает, какую часть от площади, занимаемой петлей, составляет площадь протекции нити в петле:

$$E_p = 100(d_n \Pi_p - 4 d_n^2) / (AB). \quad (4.3)$$

Объемное заполнение E_v , %, и заполнение по массе E_m , %, трикотажа подсчитывают по формулам, аналогичным для ткани:

$$E_v = 100 \delta_r / \delta_n; E_m = 100 \delta_r / \gamma. \quad (4.4)$$

В качестве характеристик заполнения трикотажа проф. А.С. Далидович предлагает использовать различные модули петли.

Линейный модуль m показывает, какое число диаметров нити укладывается в длине нити петли, т.е.

$$m = l_n / d_n, \quad (4.5)$$

где d_n – диаметр нити.

Поверхностный модуль m_n – отношение площади одной петли в трикотаже к площади, занимаемой нитью петли:

$$m_n = AB / (l_n d_n). \quad (4.6)$$

Из приведенных формул видно, что чем меньше модуль петли трикотажа, тем выше степень его заполнения, меньше пористость и больше объемная масса.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «трикотаж».
2. Раскройте основные понятия в области трикотажных переплетений: петельный ряд, петельный столбик, поперечно-вязаный (кулирный) и основовязаный трикотаж. Охарактеризуйте строение трикотажной петли.
3. В чем состоит принципиальное отличие вязального и трикотажного способов петлеобразования?
4. Какие принципы заложены в классификацию трикотажных переплетений? На какие классы, подклассы и группы они подразделяются?
5. Опишите принципы получения и дайте характеристику главных, производных, рисунчатых и комбинированных поперечно-вязаных и основовязаных переплетений.
6. Какие характеристики структуры трикотажа Вы знаете? Как они влияют на свойства полотен и изделий?

Глава 5. НЕТКАНЫЕ ПОЛОТНА: ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И СТРОЕНИЯ

Нетканое полотно – гибкое прочное полотно, изготовленное из одного или нескольких слоев текстильных материалов или в сочетании их с нетекстильными материалами, скрепленных между собой различными способами.

5.1. Основы производства нетканых полотен

Процесс получения нетканых текстильных полотен складывается из следующих основных этапов:

- выбор волокнистого сырья;
- его разрыхление;
- смешивание и очистка;
- формирование ватки (тонкого слоя холста) или образование сетки из продольного или поперечно уложенных нитей;
- скрепление элементов структуры волокнистого холста или сетки из нитей различными способами;
- отделка с целью придания определенных свойств.

В качестве сырья при производстве нетканых полотен, используемых для изготовления одежды, применяют хлопок, шерсть (чаще низкосортную или восстановленную), короткое льняное волокно, искусственные и синтетические волокна.

Выбор волокнистого сырья заключается в подборе волокон смеси. Смесь волокнистого сырья подвергают *разрыхлению, смешиванию и очистке* от сорных примесей.

Формирование ватки осуществляется различными способами, основными из которых (наиболее распространенными) являются: механический, аэродинамический, электростатический, гидравлический. По характеру расположения волокон холсты могут быть двух типов: ориентированные и неориентированные. На основе механической технологии получают холсты с продольной, поперечной и продольно-поперечной ориентацией волокон. Ориентация волокон в холсте существенно влияет на эксплуатационные свойства.

Механический способ осуществляется на кардочесальных машинах со специальными приспособлениями (преобразователями прочеса). Он заключается в укладывании слоями прочеса с чесальной машины. Данный способ обеспечивает ориентированное расположение волокон в волокнистом холсте.

Аэродинамический способ состоит в том, что холст образуется из волокон, движущихся в воздушном потоке. Для получения холста

этим способом чесальные машины оборудуют специальными приставками. Это один из наиболее распространенных способов для получения холста с неориентированным расположением волокон (волокна в плоскости волокнистого холста равномерно распределены по всем направлениям).

Гидравлический способ заключается в образовании холста из водной суспензии волокон. С его помощью также получают холсты с неориентированным расположением волокон.

Электростатический способ основан на создании электростатического поля, в котором волокна притягиваются к какой-либо поверхности, имеющей заряд знака, обратного знаку заряда волокон. Его используют для получения главным образом холстов из синтетических волокон. При данном способе можно получить холсты с продольным расположением волокон, в которых примерно 70% волокон имеют четко выраженное продольное направление; с поперечным расположением волокон, а также с продольно-поперечной ориентацией волокон.

Скрепление и упрочнение элементов структуры волокнистого холста, систем нитей, ткани и т.д. осуществляется различными способами, которые могут быть отнесены к трем видам технологий: механической, физико-химической и комбинированной.

Механическая технология скрепления основана на воздействии рабочих органов оборудования на обрабатываемый волокнистый материал. При этом используется вязально-прошивной, иглопробивной, струйный и валяльный способы соединения.

При вязально-прошивном способе слои холста или система нитей или ровницы провязывается на вязально-прошивной машине, являющейся разновидностью основовязальной трикотажной машины, пряжей либо нитями. Полотна, получаемые таким способом, по внешнему виду и свойствам приближаются к тканям, поэтому применяются в том числе для изготовления платьев, костюмов, спортивной одежды, головных уборов, одеял, ватинов.

При иглопробивном способе (рис. 106) волокнистые холсты или холсты, сдублированные с редкой тканью, пробиваются иглами на иглопробивных машинах. Благодаря зазубринам на иглах (рис. 107) волокна плотно внедряются в холст или ткань, скрепляя, таким образом, отдельные слои. Такие полотна используют в качестве прокладочных материалов, при изготовлении полотенец, одеял, пледов, утепляющих материалов.

Валяльный способ производства нетканых полотен – один из древнейших способов получения текстильных материалов. Он заключается в уплотнении волокнистой массы холста при совместном действии влаги, тепла и механической нагрузки. Наиболее прочные и

плотные полотна получают при использовании шерстяных волокон (благодаря их способности к свойлачиванию за счет наличия чешуйчатого слоя и извитости). Применение других волокон не позволяет получать полотна необходимой прочности. При валяльном способе обычно волокнистый холст обрабатывают совместно с проложенным внутри каркасом системы нитей.

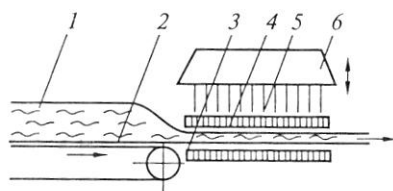


Рис. 106. Схема получения нетканого полотна иглопробивным способом: 1 – холст; 2 – транспортирующая лента; 3 – прокладочный стол; 4 – очистительный стол; 5 – иглы; 6 – игольная доска

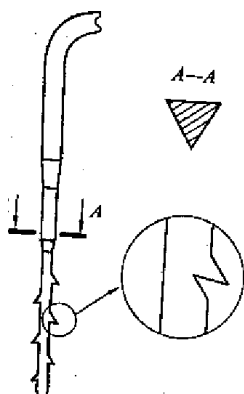


Рис. 107. Игла, применяемая для получения нетканых полотен иглопробивным способом

Струйный способ скрепления волокнистого холста основан на воздействии на него тонкими струями жидкости или газа, которые выбрасываются из сопел под давлением 1,4–32,4 МПа со скоростью 15–30 м/с. Наиболее распространено применение струй воды. Холст располагается на сетчатом транспортере и подвергается одностороннему или двухстороннему воздействию струй воды, в результате чего происходит перепутывание волокон в холсте с образованием достаточно прочного материала. Подача струй воды может быть непрерыв-

ной и пульсирующей. Прочность скрепления холстов зависит от давления, числа сопел на единицу площади холста, скорости его подачи к струйному устройству. Большое влияние на структуру и внешний вид материала оказывает структура подложки – сетки, на которой помещается холст. Если подложка имеет рельефную структуру, то струи воды, ударяясь о рельефы, отклоняются и вторично воздействуют на холст. В результате связующие уплотненные пучки волокон располагаются не только вертикально к поверхности холста, но и горизонтально или наклонно. При этом волокна, попавшие в углубление подложки, перепутываются интенсивнее и образуют на поверхности полотна рисунчатые эффекты.

Физико-химическая технология получения нетканых полотен основана на адгезионном или аутогезионном скреплении волокон холста, системы нитей и текстильных материалов. Адгезионное соединение (склеивание) волокон и нитей обеспечивается полимерными связующими веществами (клеями). Аутогезионное соединение волокон и нитей в местах контактов происходит в условиях, обеспечивающих размягчение поверхностного слоя волокон и их слипание (сварку). В физико-химической технологии можно выделить следующие способы: склеивание связующими (жидкими и твердыми), термоскрепление, бумагоделательный, фильерный.

Для производства нетканых полотен используют полимерные связующие, доля которых в полотне составляет около 0,3. Они являются такой же важной составной частью нетканого полотна, как волокна и нити, и обеспечивают прочное соединение структурных элементов. В качестве связующих веществ используют полимеры трех типов: термопластичные, термореактивные и на основе каучуков (резины).

Термопластичные связующие представляют собой полимеры, способные при нагревании или растворении размягчаться и склеивать структурные элементы основы. К ним относятся полиэтилен, поливинилацетат, поливиниловый спирт, полипропилен, полиуретаны, производные целлюлозы и др. Термопластичные связующие применяют в различных видах: растворы полимеров, водные дисперсии, порошки, фибриды, волокна, пленки, сетки. Их наносят предварительно на волокна из расплава или растворов (комбинированные волокна) или вводят в состав волокон при их формовании (бикомпонентные волокна).

Термореактивные связующие затвердевают в результате химических реакций с образованием необратимой трехмерной структуры. Основой для них служат фенолформальдегидные, эпоксидные, полиэфирные и др. синтетические и природные смолы. В производстве бытовых нетканых полотен термоактивные связующие используются редко, т.к. придают полотнам повышенную жесткость.

Связующие на основе каучуков затвердевают в результате вулканизации. Они широко применяются в виде водных дисперсий синтетических каучуков (латексы) с добавлением термореактивных связующих.

Склеивание жидкими связующими – один из самых распространенных способов получения клееных нетканых полотен. Он состоит из операций пропитывания основы (холста, системы нитей и т.д.), сушки и термообработки. Введение связующего в основу нетканого полотна может осуществляться различными способами. При полном погружении холста в раствор с последующим отжимом связующее равномерно распределяется по всей основе с образованием максимального количества склеек между волокнами, что придает материалам повышенную жесткость. При плюсовании холст пропускают между двумя валами машины, куда подается жидкое связующее. При этом способе часто используют вспененное связующее, что придает готовому полотну повышенную упругость, пористость, воздухопроницаемость и уменьшает его поверхностную плотность. Пропитывание связующим, распыленным над движущимся холстом, с использованием вакуумного отсоса для более глубокого проникновения его в структуру, обуславливает уменьшение количества склеек и получение более мягкого полотна.

Подобного эффекта можно достичь путем пропитывания холста методом печати – локального нанесения загущенного связующего на холст по определенному рисунку в виде точек, колец, петель, ромбов и т.п. Последующая термообработка способствует прочному склеиванию структурных элементов нетканого полотна в результате вулканизации каучука или размягчения термопластичного связующего. Однако при сушке и термообработке возможна миграция частиц связующего к поверхностным слоям, что может вызвать расслаивание волокнистого холста.

Склеивание твердыми связующими основано на склеивании волокон и нитей основы нетканого полотна термопластичными связующими при нагревании, которые вводятся в структуру основы на этапе подготовки волокнистой массы в виде порошка, легкоплавких волокон, фибридов, комбинированных и бикомпонентных волокон, при формировании холста – в виде порошка. Нагревание осуществляется путем термопрессования или термомоментной сварки по всей площади; если же в отдельных местах, то используют гравировальные валы различной формы. При нагревании частицы порошка, легкоплавкие волокна и нити, фибриды, пленки расплавляются и образуют склейки между волокнами и нитями, причем часть связующего остается вне склеек. В отличие от них комбинированные и бикомпонентные волокна при нагревании не теряют форму, а только оплавляются по по-

верхности и образуют склейки только в местах контактов волокон, создавая идеально точную структуру склеенного холста. Изменяя толщину легкоплавкой оболочки комбинированных волокон, их соотношение с обычными волокнами в холсте и режимы прессования, можно получать материалы различной структуры: от объемных пористых до материалов, состоящих из сплошной пленки связующего, армированного волокнами.

Бумагоделательный способ получения нетканых полотен основан на формировании волокнистого холста гидродинамическим способом из суспензии волокон, содержащей связующее. Технологический процесс состоит из операций подготовки суспензии волокон, отливки полотна на бумагоделательной машине, обезвоживания, сушки и термообработки. Этот способ весьма перспективный, т.к. позволяет использовать любое сырье, короткие волокна (2–6 мм) и высокопроизводительное оборудование. В настоящее время таким способом получают полотна медицинского назначения (для белья, халатов, салфеток и т.д.).

Фильерный способ производства нетканых полотен заключается в аэродинамическом формировании волокнистого холста непосредственно из расплава или раствора полимера (рис. 108). Тонкие струйки полимера поступают из отверстий фильеры в обдувочную шахту, где при воздействии потоков воздуха происходит вытягивание и затверждение нитей. Из шахты нити подаются на транспортирующую ленту, где формируется волокнистый холст. Возможны два варианта формирования холста: горячий и холодный. При горячем режиме нити в момент укладывания размягчены настолько, что в местах контакта возможно образование склеек вследствие аутогезии без введения связующего. Однако в этом случае механические свойства нитей весьма низкие, т.к. из-за слабой вытяжки и происходящей релаксации при укладывании структура волокон слабо ориентирована. Подобным способом получают клеевую паутинку для склеивания деталей одежды. При холодном формовании холста нити к моменту укладывания полностью затвердевают, поэтому для их скрепления вводят связующее, а затем проводят термофиксацию.

Фильерный способ получения нетканых клееных полотен относится к наиболее перспективным. По прогнозам специалистов в ближайшие годы объем производства нетканых полотен фильерным способом достигнет 30% общего объема и в дальнейшем будет увеличиваться. Это связано с высокой производительностью установок, упрощением процесса формования холста, применением химических нитей и возможностью выработки широкого ассортимента полотен.

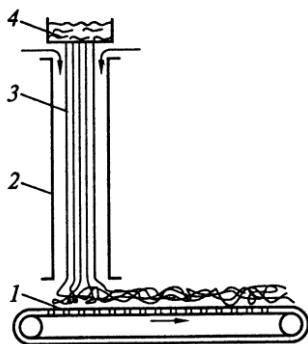


Рис. 108. Схема получения нетканого полотна фильерным способом:
 1 – трансифирующая лента; 2 – обдувочная шахта; 3 – струйки полимера; 4 – фильера

Комбинированная технология получения нетканых полотен основана на сочетании механических и физико-химических способов скрепления. Варианты сочетаний способов могут быть различными: например, предварительное иглопробивное или струйное скрепление холста и последующее соединение его связующим, прошивание кар-каса ворсовыми нитями и закрепление их с помощью связующих реагентов и т.п. К комбинированному способу можно отнести струйную обработку холста, содержащего легкоплавкие волокна, фибриды или бикомпонентные волокна, горячим воздухом или водой. При этом происходит не только перепутывание волокон холста, но и их термо-скрепление.

5.2. Классификация и структура нетканых полотен

Нетканые полотна классифицируются (по предложению Г.И. Пиковского и Г.Н. Кукина) в зависимости от способа производства. Полная классификация нетканых полотен представлена на схеме (рис. 109).

Как видно из схемы, по способу скрепления нетканые полотна подразделяются на три класса, которые в свою очередь подразделяются на подклассы. Далее нетканые полотна делятся в зависимости от вида основы материала: холст, система нитей, ткань, их комбинация.

Разнообразие структуры нетканых полотен обусловлено использованием как различных способов скрепления, так и разнообразием их основ.

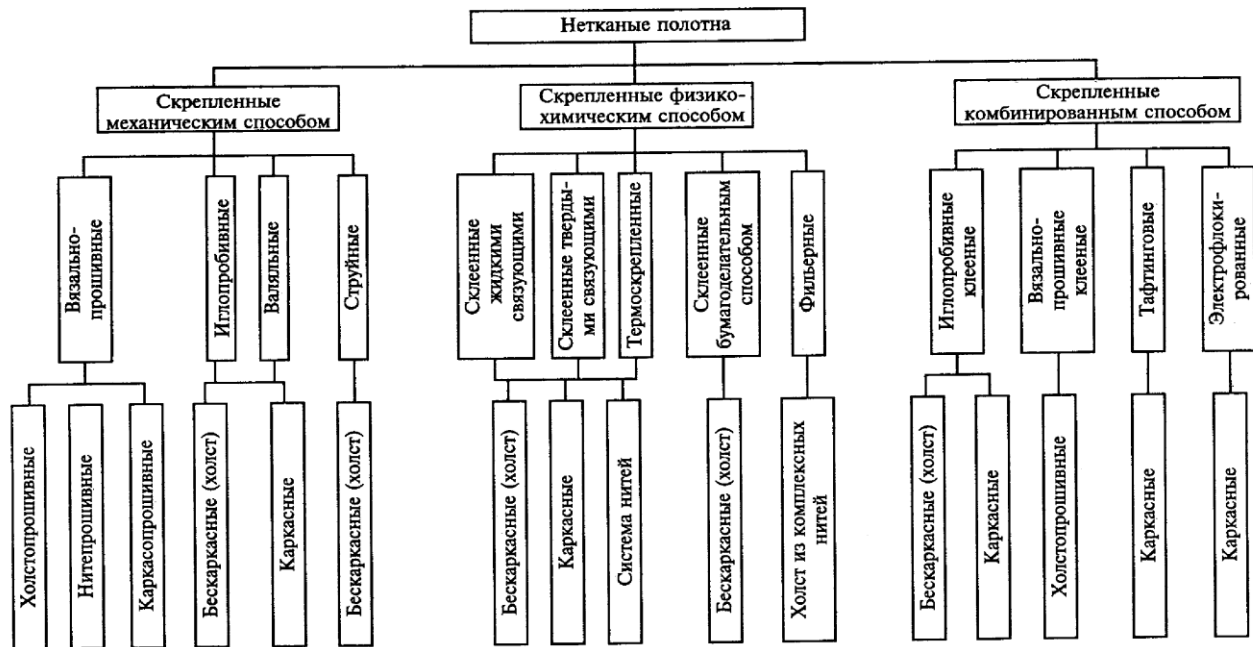


Рис. 109. Классификация нетканых полотен

Большинство нетканых полотен изготавливаются на основе волокнистого холста, структура которого обуславливается, прежде всего, характером расположения волокон и их ориентацией в холсте.

Как уже отмечалось выше, расположение волокон в холсте может быть ориентированным (в продольном, поперечном и продольно-поперечном направлениях) и неориентированным, т.е. хаотичным. Характер расположения волокон в холсте и степень их ориентации в значительной степени влияют на многие физико-механические свойства нетканых полотен, в особенности на прочностные. Так, например, ориентированное в продольном направлении расположение волокон обеспечивает полотну значительно большую прочность в указанном направлении. Хаотичное (неориентированное) расположение волокон в волокнистом холсте позволяет получить полотна, механические свойства которых одинаковы в различных направлениях. При раскрое деталей одежды из таких полотен нет необходимости соблюдать долевую. Однако такие полотна уступают по прочности полотнам с ориентированным расположением волокон в холсте.

Часто для повышения прочности волокнистого холста на его поверхности или между слоями располагают каркас в виде поперечной системы нитей; сетки из нитей основы и утка, уложенных друг на друга; редкой ткани (например марли), полимерной пленки и т.п.

Кроме волокнистого холста основой для получения нетканых полотен могут служить: система нитей, ткань, трикотажное полотно.

На свойства нетканых полотен существенно влияет и способ скрепления его основы.

Вязально-прошивное полотно получают провязыванием (прошивом) нитями нескольких слоев волокнистого холста (холстопрошивные полотна), системы нитей (нитепрошивные полотна), ткани (тканепрошивные полотна). Провязывание основы осуществляется простыми основовязаными переплетениями (цепочка, трико) и комбинированными (трико-цепочка, сукно-цепочка и т.п.). На лицевой стороне такого полотна располагаются петельные столбики, а на изнаночной – протяжки, в результате основа оказывается как бы внутри редкого основовязаного трикотажа.

Холстопрошивные полотна (рис. 110) – это довольно толстые материалы рыхлой структуры, применяются в основном в качестве утепляющих прокладок (ватин холстопрошивной), пальтовых и костюмных материалов, основы для получения искусственных кож и т.п.

Нитепрошивные полотна (рис. 111) более тонкие и легкие, менее деформирующиеся при эксплуатации, чем холстопрошивные, используются для изготовления платьев, костюмов, пальто, в качестве декоративных материалов.

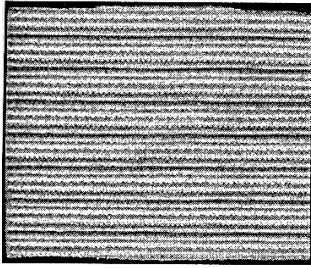


Рис. 110. Холстопршивное нетканое полотно

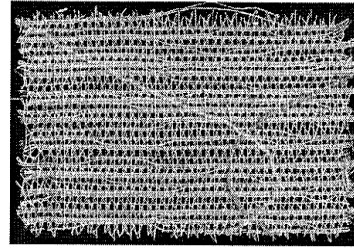


Рис. 111. Нитепрошивное нетканое полотно, провязанное переплетением цепочка-трико

Тканепрошивные полотна скрепляются трикотажными переплетениями, у которых сильно вытянутые протяжки образуют на одной или обеих сторонах полотна петли (рис. 112). В результате при использовании нитей различных видов можно получить материалы типа махровых, плюшевых, ворсовых. Разновидностью тканепрошивных полотен являются полотна, полученные *тафтинговым* способом (рис. 113). Применяют тканепрошивные полотна для изготовления купальных простыней, халатов, пальто, костюмов и т.п. Тканепрошивные полотна отличаются самой высокой формоустойчивостью из всех нетканых полотен.

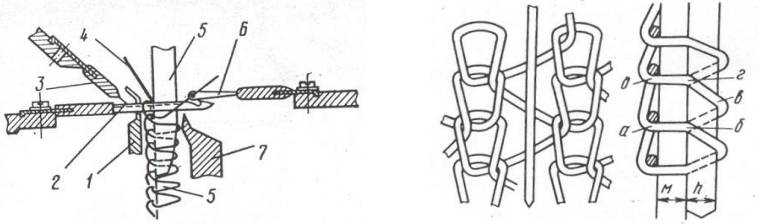


Рис. 112. Схема получения (а) и расположения прошивной нити (б) в тканепрошивном полотне

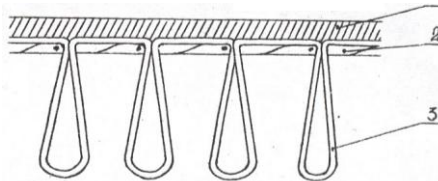


Рис. 113. Схема строения нетканого полотна тафтингового способа производства с петельным ворсом

Иглопробивное полотно получают путем прокалывания иглами специальной конструкции волокнистого холста (бескаркасное полотно) или волокнистого холста, дублированного тканью (каркасное полотно). В результате прокалывания иглами в структуре полотна изменяется положение волокон, нарушается их ориентация (рис. 114). В местах проколов образуются пучки волокон, расположенные перпендикулярно плоскости холста, с помощью которых происходит связывание структуры полотна. Волокна располагаются в пучке в виде воронки, несколько расширяющейся в месте входа иглы в холст. Прочность связывания холста зависит от его толщины и частоты проколов. Чем больше толщина полотна, тем лучше пучки волокон связывают его слои; с увеличением частоты расположения пучков повышается прочность связывания. Однако увеличение числа проколов выше определенного предела приводит к снижению прочности и даже к разрушению полотна.

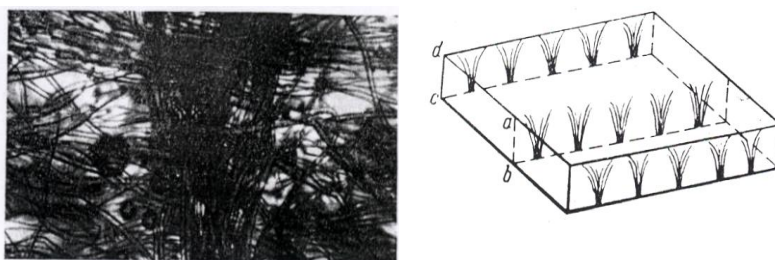


Рис. 114. Ориентация волокон в третьем направлении и продольный разрез иглопробивного нетканого полотна

Отличительная особенность структуры нетканого *клееного полотна* – наличие зон скрепления волокон или нитей связующими веществами. Структура склеек характеризуется конструкцией, внешним видом, размерами, распределением и числом волокон в склейке. Различают несколько типов склеек, встречающихся в структуре нетканых полотен (рис. 115).

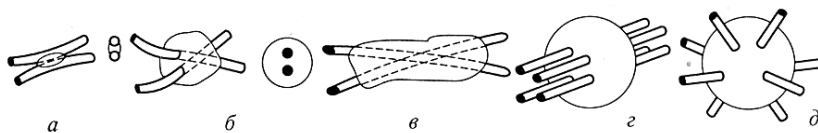


Рис. 115. Основные типы склеек: а – контактная; б – склейка-муфта; в – ламельная; г, д – агрегатные с параллельным и хаотичным расположением волокон соответственно

Контактные склейки (рис 115, а) образуются прослойкой связующего между волокнами в местах их контакта. Они характеризуются минимальными размерами и небольшой прочностью; возникают преимущественно при использовании в качестве связующего комбинированных и бикомпонентных волокон, фибридов и при горячем формовании фильерного холста.

Склейки-муфты (рис. 115, б) образуют более прочное соединение, но менее подвижное, чем контактные, так как пленка связующего обволакивает волокна в местах пересечения. Эти склейки возникают при скреплении холстов жидкими или твердыми связующими.

Ламельные склейки в виде пластин (рис. 115, в) являются как бы увеличенными по длине муфтами, они резко ограничивают подвижность волокон в соединении. Ламельные склейки возникают преимущественно при использовании в качестве связующего латексов.

Агрегатные склейки скрепляют более двух волокон, расположенных параллельно (рис. 115, г) или хаотически (рис. 115, д). При параллельном расположении волокон конструкция склейки сочетает в себе контактную склейку и муфту, такая склейка обладает максимальной прочностью и минимальной подвижностью. При хаотическом расположении волокон прочность склейки намного ниже.

В нетканых полотнах могут встречаться склейки одновременно разных типов, долевое соотношение которых зависит от вида волокон, структуры холста, вида связующего и условий изготовления полотна. Различают три основных типа структуры нетканых клееных материалов: сегментную, агломератную и точечную.

В сегментной структуре (рис 116, а) основную долю составляют агрегатные и ламельные склейки, которые имеют тенденцию к образованию непрерывной трехмерной сетчатой структуры внутри материала. В материалах сегментной структуры свойства определяются в большей степени свойствами связующего, чем свойствами волокон, подвижность которых очень мала. Материалы отличаются жесткостью и малой проницаемостью.

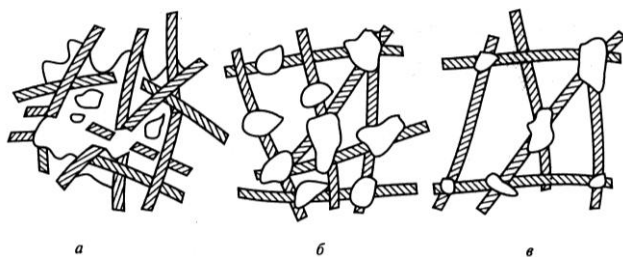


Рис. 116. Типы структуры нетканого полотна: а – сегментная; б – агломератная; в – точечная

Агломератная структура (рис. 116, б) характеризуется наличием преимущественно склеек-муфт, а также случайными скоплениями связующего различной формы. По сравнению с сегментной структурой она более подвижная и менее жесткая.

В точечной структуре (рис. 116, в) присутствуют контактные склейки и склейки муфты. В ней наиболее рационально распределяется связующее. Свойства полотна точечной структуры определяются свойствами составляющих волокон, характером их расположения и прочностью склеек. Такие полотна отличаются мягкостью, подвижностью, хорошей проницаемостью.

До сих пор нет устоявшейся классификации характеристик структуры нетканых полотен, что связано с постоянным совершенствованием технологии их изготовления и появлением новых разновидностей структур. Поэтому в настоящее время структура нетканых полотен характеризуется параметрами их основы (волокнистого холста, систем нитей, ткани, трикотажа и т.д.) и параметрами элементов скрепления (прошивок, склеек).

Структура волокнистого холста определяется линейной плотностью волокон и нитей, степенью их распрямленности и ориентацией в холсте, числом слоев прочесов. Степень распрямленности волокон характеризуется коэффициентом изогнутости C , который представляет собой отношение истинной длины L_v волокна к расстоянию a между точками скрепления волокна или его концами:

$$C = L_v/a. \quad (5.1)$$

Ориентация волокон в холсте оценивается углом наклона β волокна к продольному направлению холста. Так как расположение волокон в холсте неодинаковое, то принято определять показатели указанных характеристик у большого числа волокон и строить кривые их распределения, по которому можно установить преимущественное значение коэффициента изогнутости и угла ориентации.

Если в качестве основы нетканого полотна служат системы параллельных нитей, ткань или трикотаж, то характеристиками структуры этого полотна является число нитей по длине и ширине, а также общепринятые характеристики структуры ткани и трикотажа.

К структурным характеристикам нетканых полотен независимо от их строения и способа производства относятся весовое заполнение E_m и общая пористость R полотна, которые определяются так же, как и для других текстильных материалов. Кроме того, для вязально-прошивных полотен дополнительно определяют плотность провязывания (прошива), по длине ПД и по ширине ПШ, а также длину нитей в петле l_n . Длину прошивной нити на один квадратный метр полотна рассчитывают по формуле

$$L = 0,4 \dot{I}_A \cdot \dot{I}_O \cdot l_n \quad (5.2)$$

и определяют уработку нити, %,

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100, \quad (5.3)$$

где L_1 – длина нити, мм;

L_2 – длина участка полотна, с которого вытянута нить, мм.

Структура иглопробивных полотен характеризуется числом проколов, приходящихся на 1 см^2 – *частотой проколов*. Для клееных нетканых полотен определяют долю связующего в общей массе полотна и коэффициент использования связующего $K_{\text{СВ}}$, который определяется как отношение массы $M_{\text{СКЛ}}$ или объема $V_{\text{СКЛ}}$ связующего в склейках к общей массе $M_{\text{СВ}}$ или объему $V_{\text{СВ}}$ связующего в полотне:

$$K_{\text{СВ}} = M_{\text{СКЛ}} / M_{\text{СВ}} = V_{\text{СКЛ}} / V_{\text{СВ}} \quad (5.4)$$

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «нетканое полотно».
2. Перечислите этапы производства нетканых полотен. В чем заключается их сущность?
3. Перечислите и охарактеризуйте способы формирования ватки-холста при производстве нетканых полотен.
4. Дайте характеристику способов скрепления элементов основы нетканого материала, относящихся к механической технологии.
5. Охарактеризуйте физико-химические способы получения нетканых полотен.
6. Какими характеристиками оценивают структуру нетканых полотен различных способов производства?

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НОВЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА

6.1. Вязанотканые полотна

Своеобразное сочетание ткачества и трикотажного вязания положено в основу нового способа производства текстильного материала, называемого вязанотканым или трикотканью.

Для изготовления вязанотканого полотна разработана машина «Метап» (Чехия) на базе классического ткацкого станка, на котором подача нитей основы и образование зева нитями выполняются обычными способами. Особенность машины «Метап» состоит в прокладывании нитей утка. Между группами нитей основы (рис. 117, а) установлены вязальные язычковые иглы, против которых расположены ушковые нитепрокладчики. Одновременно прокладывается столько нитей утка, сколько игл установлено по ширине машины. При образовании зева язычковые иглы выдвигаются вперед и выполняется операция заключения (рис. 117, б). Ушковые нитепрокладчики отклоняются в зев вправо и прокладывают нити утка на соседние иглы (рис. 117, в) затем возвращаются в исходное положение. Язычковые иглы отходят назад, при этом выполняются все последующие операции петлеобразования, а зев закрывается (рис. 117, г). При повторении операций нитепрокладчики отклоняются влево и после прокладывания нитей на соседние слева иглы опять возвращаются в исходное положение. Далее цикл прокладывания и провязывания нитей утка повторяется.

Вязанотканое полотно (рис. 118) состоит из полосок ткани, между которыми располагаются петельные столбики, образованные нитями утка и соединяющие полоски ткани в единое полотно. В связи с особенностями прокладывания нитей утка их расположение в структуре тканых полосок попарное. Так как значительную часть (76–85%) вырабатываемого вязанотканого полотна составляет ткань, то оно обладает в основном свойствами тканей. Однако наличие петельных столбиков в структуре полотна повышает его растяжимость в поперечном направлении, улучшает проницаемость, придает мягкость и драпируемость.

Рассмотренным способом могут вырабатываться шерстяные, шелковые, хлопчатобумажные и льняные полотна различного назначения. Характерная особенность их внешнего вида – продольный рубчик; эта особенность несколько ограничивает ассортимент получаемых материалов. Способ получения вязанотканых полотен весьма перспективный. Производительность машины «Метап» в 1,6–2,3 раза выше производительности бесчелночных ткацких станков.

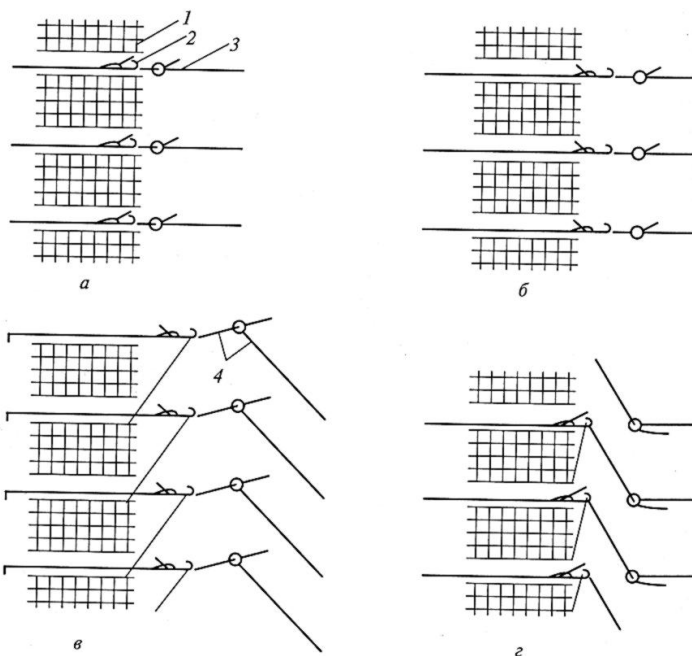


Рис. 117. Схема образования вязанотканого полотна (трикотаж):
 а – исходная позиция; б – заключение; в – прокладывание нитей утка;
 г – возвращение ушковой нитепрокладчика в исходное положение;
 1 – нить основы; 2 – язычковая игла; 3 – ушковый нитепрокладчик;
 4 – нить утка

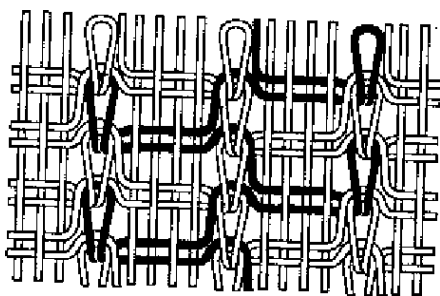


Рис. 118. Схема переплетения вязанотканого полотна

6.2. Особенности получения и структуры высокоэластичных материалов

Появление эластановых волокон, свойства которых рассмотрены в 1-й главе, в начале 60-х годов XX века стимулировало развитие и рост новых типов текстильных материалов и одежды, которая обеспечивала лучший комфорт и облегчаемость по сравнению с традиционными тканями и трикотажными полотнами. Полиуретановые волокна типа спандекс, Лусга® коренным образом изменяют функциональные свойства одежды, улучшая такие важные показатели, как драпируемость и несминаемость. При этом дизайнеры получают большую гибкость, как в проектировании одежды, так и текстильных полотен, которые могут обладать различными поверхностными и объемными эффектами. Любое изделие, ткань или трикотаж, содержащие эластановые волокна типа Лусга®, становятся более «живыми», мягкими, изящными, кроме того, повышается формоустойчивость одежды и увеличиваются сроки носки. В наилучшей степени ценные свойства полиуретановых (эластомерных) волокон проявляются в плотнооблегающей одежде, в том числе спортивной. При вложении этих волокон достигается требуемая степень облегания при сохранении эргономических свойств изделия, и обеспечивается (в случае спортивной одежды и изделий медицинского назначения) оптимальный уровень давления на тело человека.

При получении текстильных материалов полиуретановые волокна, в частности Лусга®, могут использоваться как в «чистом» виде, то есть в виде монофиламентной нити, так и в виде эластомерных нитей с сердечником из полиуретанового волокна и оплеткой из других видов волокон, структура которых рассматривалась во 2-й главе.

При производстве тканей Лусга® используется в виде эластановых нитей с оплеткой, что обусловлено необходимостью защищать полиуретановые мононити от значительных механических воздействий в процессе ткачества, в частности, от циклических ускорений нити, пиковых напряжений, существенных фрикционных сил, сопровождаемых повышением температуры. При использовании таких нитей в качестве основы ткань приобретает эластичность в продольном направлении. Если эластановая нить применяется в уточной системе, то получают ткани с повышенной растяжимостью и эластичностью по утку. Использование нитей с Лусга® в основе и утке позволяет обеспечить биэластические свойства ткани, то есть такой материал обладает повышенной растяжимостью и эластичностью как в продольном, так и в поперечном направлениях. На рис. 119 представлены схемы строения тканей с эластичностью по основе (рис. 119, а), по утку (рис. 119, б) и биэластичных (рис. 119, в).

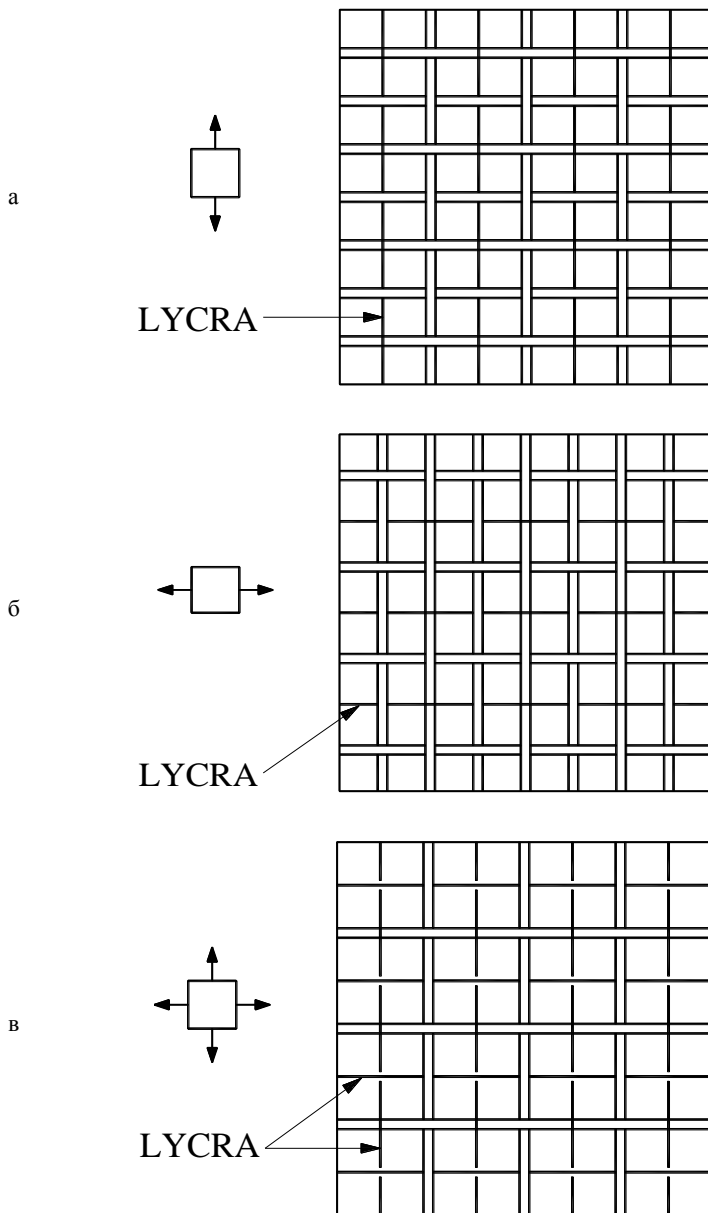


Рис. 119. Схемы строения ткани с вложением эластановой нити Lycra®
а – эластичной по утку; б – эластичной по основе; в – биэластичной

Для эластичных тканей, помимо эластановых нитей, традиционно применялись текстурированные нити, обычно полиамидные, которые иногда могли обеспечить необходимый результат в случаях относительно низкой эластичности. Однако применение эластановых нитей обеспечило ряд преимуществ по отношению к текстурированным. Например, для обеспечения эластичной растяжимости на уровне 15–30% требуется относительно низкое содержание эластановой нити: обычно 2–4%. В то же время для достижения такой эластификации ткани необходимо применять по меньшей мере 40% текстурированных нитей. Кроме того, незначительное содержание эластановых нитей позволяет сохранить тактильные и визуальные ощущения основного волокнистого состава ткани (хлопка, шерсти и т.д.).

При изготовлении трикотажных полотен и изделий эластомерные нити применяются практически на всех видах вязального оборудования: плоском поперечновязальном (кулирном), основовязальном и кругловязальном.

В начале 60-х годов *основовязанные* полотна типа рашель были основным видом материалов, производимых с использованием эластановых нитей. Первые эластичные рашель-полотна содержали нить Лусга® линейной плотности 23 текс и выше, обкрученную в два слоя полиамидной комплексной нитью. Вскоре было доказано, что Лусга® в «голом» виде достаточно прочна, чтобы выдержать нагрузки, действующие в процессе вязания, поэтому необходимость обкручивания (что требовалось при использовании резины) отпала. Это привело к тому, что появилась возможность вырабатывать полотна с меньшей поверхностной плотностью. Кроме того, для основовязальных машин была разработана конструкция контролируемого привода навоев с эластичной нитью, что позволило осуществлять позитивную подачу этих нитей в зону вязания. Новые основовязанные полотна характеризовались такими же компрессионными усилиями, что и предыдущие. При этом полотна с вложением Лусга® стали значительно белее и не имели неприятного запаха резиновой нити.

Появление в конце 60-х годов более тонких нитей Лусга®, в частности 4,4 и 7,8 текс, позволило впервые начать выпуск эластичных полотен типа трико. Эти полотна, в которых эластановая нить провязывалась, а не прокладывалась, как в более тяжелых полотнах типа рашель, обладали действительно двухмерной эластичностью, что открыло дорогу к современным купальным костюмам и нижнему белью.

Последовательное повышение класса вязальных машин (с 48 кл. – в 60-х гг. до 64 и 72 кл. – в 90-х гг.) и скорости вязания (с 600 рядов в мин – в 60-х гг. до 2500 рядов в мин и более – в настоящее время), а также разработка составных (comround) игл в 70-х гг. позволили существенно увеличить производительность машин и получать очень легкие

полотна. С другой стороны, эти обстоятельства наложили дополнительные требования к прочности эластических нитей.

В однофонтурных кулирных полотнах типа гладь эластичная нить обычно прокладывается через ряд путем провязывания совместно с неэластичной нитью (платированное кулирное полотно) либо в виде футерного наброска (рис. 120). Такие полотна обладают большей эластичностью и стабильностью по сравнению с традиционным поперечновязанным трикотажем. При вязании на плоском оборудовании предпочтение отдается обкрученным эластомерным нитям. При использовании необкрученной мононити увеличивается вероятность ее выхода на поверхность трикотажа, что делает полотно неравномерным по структуре. В результате наносится ущерб эластичности и внешнему виду изделия. В кругловязаном трикотаже эластомерная мононить располагается в виде непрерывной спирали, и ее выскальзывание из петель структуры сведено к минимуму.

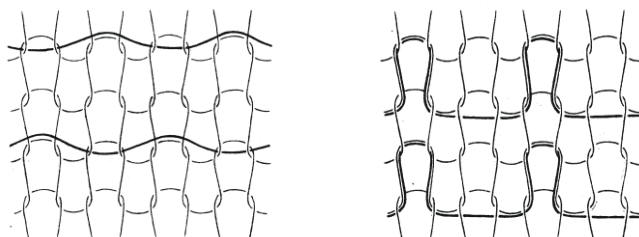


Рис. 120. Схемы переплетений высокоэластичных полотен на базе кулирной глади: а – футерованное переплетение, б – платированное переплетение

Появление кругловязанных (трубчатых) высокоэластичных полотен позволило проектировать практически бесшовные изделия, а следовательно упростить технологический процесс их производства. Однако такие полотна можно использовать для производства изделий, область облегания которых имеет примерно одинаковые обхваты (например короткие майки типа топ).

Для производства формоустойчивых цельновязанных изделий, имеющих различные измерения по ширине на разных участках, разработаны рельефные трикотажные полотна. Такой трикотаж представляет собой многозональное полотно, имеющее области с различной растяжимостью и плотностью в соответствии с зонами прилегания. В настоящее время рельефные полотна используются для изготовления верхней одежды, бельевых изделий, купальных костюмов. Форма изделия достигается без дополнительных членений по конструктивным ли-

ниям и использования различных рельефов. Отсутствие швов создает идеальное облевание, швы не перетягивают полотно, не оставляют следов на коже, не создают складок материала.

В двухфонтурных полотнах ластичных и интерлочных переплетений эластомерная нить может провязываться одновременно с нерастяжимой нитью либо прокладывается в виде прессовых набросков или в виде утка между остовами петель. В данном случае используются оплетенные и неоплетенные нити как в отдельности, так и в комбинации друг с другом (рис. 121). Такие полотна представляют собой двухслойный трикотаж, образованный несколькими системами нитей, одна из которых формирует лицевую сторону полотна, а другая – изнаночную.

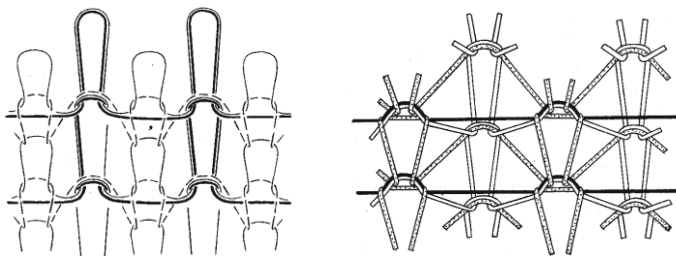


Рис. 121. Схемы переплетений двухслойного высокоэластичного трикотажа: а, б – прессовые переплетения на базе ластика 1:1

При основовязании, например на двухгребеночной машине, одна система провязывает эластомерную нить, а вторая – неэластомерную. Базовыми переплетениями могут быть трико-цепочка, трико-трико, трико-сукно и другие основовязанные переплетения (рис. 122).

При вязании на рашель-машинах эластомерные нити применяются, как правило, для образования грунта сетчатых полотен (рис. 123). По сравнению с аналогичными полотнами, изготавливаемыми по традиционной технологии из неармированной полиуретановой нити, эти полотна имеют лучшие гигиенические свойства, однако растяжимость их значительно ниже из-за ограниченной растяжимости армированной эластомерной нити.

Ценные свойства высокоэластичных материалов и разнообразие их структур определяют направления дальнейшего развития их производства. Несомненно, быстрый рост производства эластичных материалов с вложением полиуретановых нитей – это прогноз на ближайшие годы. Ожидается большее проникновение эластичных нитей в верхнюю одежду из тканей, трикотажных и даже нетканых полотен, нормой для которых станет эластичность, способность сохранять ее долгое время, а также превосходная стабильность размеров и несминаемость.

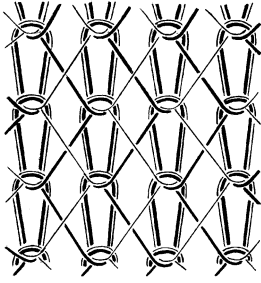


Рис. 122. Схема переплетения высокоэластичного основовязаного полотна типа трико

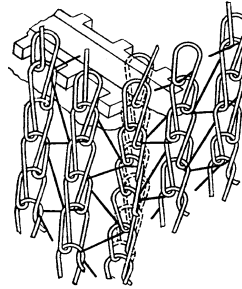


Рис. 123. Схема получения высокоэластичного основовязаного полотна типа рашель

Будет наблюдаться тенденция ухода от «универсальной» эластановой нити, которая могла бы использоваться для всех материалов (трикотаж, ткани и т.д.), к специальным типам, целенаправленно спроектированным для удовлетворения конкретных требований определенного вида текстильных материалов. В частности, развитие эластановых нитей будет идти по пути полной совместимости с разнообразными текстильными волокнами/нитьями (хлопком, шерстью, вискозой, полиэфирными, ацетатными, шелковыми нитями) в крашении и отделке.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности технологии производства вязанотканых полотен?
2. Каким образом структура вязанотканого полотна влияет на его свойства?
3. Охарактеризуйте преимущества свойств текстильных материалов с вложением эластановых нитей перед традиционными материалами.
4. Почему при производстве тканей используют только эластановые нити с оплеткой из других видов волокон или нитей?
5. Чем по способу производства различаются высокоэластичные трикотажные полотна типа трико и типа рашель?

Глава 7. ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Суровые текстильные материалы подвергаются отделке на отделочных фабриках.

Отделка представляет собой совокупность технологических операций, цель которых состоит в улучшении внешнего вида и придании материалам определенных свойств с учетом их назначения.

Основными процессами отделки являются:

- очистка и подготовка (предварительная отделка);
- крашение;
- печатание;
- заключительная отделка.

Характер и условия обработки при отделке текстильных материалов могут меняться в зависимости от вида, сырьевого состава материала и его назначения.

Отделка текстильных материалов рассмотрена на примере отделки тканей, как наиболее широко применяемого их вида. Ниже приведена характеристика процессов и операций отделки тканей различного волокнистого состава.

7.1. Очистка и подготовка

Для всех тканей очистка и подготовка начинается с приёма и разбраковки суровья, выявления и устранения различных дефектов ткачества.

Хлопчатобумажные ткани. Эти ткани при очистке и подготовке проходят следующие операции.

Опаливание – обработка суровой ткани на опаливающей машине (с помощью плитки, цилиндрической или газовой). При опаливании одиночные волокна, выступающие на поверхности ткани, обгорают и удаляются. В результате поверхность ткани становится чище. Суровье, предназначенное для выработки начесных и ворсовых тканей, а также марля не опаливаются.

Расшлихтовка – удаление шлихты и части других естественных примесей с целью облегчения отваривания и беления. Для расшлихтовки ткань замачивают в воде (при температуре 30–40°C) и укладывают в ящики для вылеживания на 4–24 ч в зависимости от плотности ткани. При этом во влажной ткани происходит гидролиз крахмала. Расшлихтованная ткань становится мягче и лучше смачивается.

Отваривание – применяется для удаления из ткани остатков крахмала и содержащихся в волокнах азотистых, жировосковых и пектиновых веществ; производится в специальных варочных котлах, где ткань

пропитывается варочным раствором, в состав которого входят едкий натр, бисульфит натрия (для предохранения целлюлозы от окисления кислородом воздуха), силикат натрия (для уменьшения адсорбции загрязнений из варочного раствора на ткань). После пропитывания ткань плотно укладывают в котел и закрывают крышкой. Варочный раствор, проходя через подогреватель, постепенно снизу заполняет котел с тканью и вытесняет воздух (присутствие кислорода воздуха в котле приводит к ослаблению ткани). Отваривание продолжается 3–4 ч (при температуре 120–130°C). После отваривания ткань становится мягкой и лучше смачивается водой, но имеет серо-бурую окраску, более яркую, чем до отваривания.

Беление – разрушает и обесцвечивает вещества, придающие волокнам серо-бурую окраску. В качестве отбеливателей применяются окислители: гипохлорит натрия или кальция (гипохлоритный способ), перекись водорода (перекисный способ), хлорит натрия.

При гипохлоритном способе беления ткань пропитывают раствором гипохлорита натрия, который в водном растворе гидролизуется. Образующаяся хлорноватистая кислота неустойчива и подвергается различным превращениям с выделением активного хлора, оказывающего основное отбеливающее действие.

При перекисном способе в белящий раствор, кроме перекиси водорода, вводят едкий натр, активизирующий процесс беления. Перекисный способ значительно ускоряет процесс обработки ткани и обеспечивает высокую степень её белизны.

Применяется также непрерывный запарной щелочно-перекисный способ беления тканей в специальном агрегате, состоящем из нескольких запарных аппаратов, жгутопропиточных, жгутопромывных и жгутоотжимочных машин. При этом способе длительность процесса беления сокращается в несколько раз и обеспечивается хорошее качество беления.

Мерсеризация – обработка натянутой ткани 25%-м раствором едкого натра при температуре 15–18°C в течение 30–50 с (суровые неотбеленные ткани обрабатываются в течение 2–3 мин). После мерсеризации ткань становится шелковистой, увеличиваются её блеск, гигроскопичность и прочность. Мерсеризованные ткани хорошо прокрашиваются, приобретая прочную и сочную окраску.

Ворсование – необходимо для получения начеса на ткани (байка, фланель, бумазея, замша, сукно, вельветон и др.). Основным рабочим органом ворсовальной машины является барабан, на поверхности которого расположено от 24 до 40 валиков. Четные валики обтянуты лентой с иглами, направленными в сторону движения ткани; на нечетных валиках иглы направлены в сторону, противоположную её движению. Во время работы машины барабан вместе с валиками совершает вращатель-

ное движение; кроме того, валики вращаются вокруг своей оси. Ткань, продвигаясь по барабану, касается игольчатой поверхности валиков. При этом иглы выдергивают кончики волокон из утка и расчесывают их в одну (четные валики), а затем в другую (нечетные валики) сторону.

Для получения хорошего начеса ткань пропускают несколько раз через ворсовальную машину.

Льняные ткани. Очистку и подготовку льняных тканей обычно ведут по схеме хлопчатобумажного производства, но более осторожно, повторяя операции несколько раз. Это связано с тем, что льняное волокно в отличие от хлопка содержит больше сопутствующих веществ, в том числе лигнина, который плохо удаляется. Вследствие этого льняные ткани труднее поддаются отвариванию, белению и другим видам работ. Кроме того, приходится следить за тем, чтобы не разрушить технические волокна до элементарных и таким образом не ухудшить свойства ткани.

Льняные ткани часто вырабатываются из пряжи уже частично отбеленной. С учетом этого разрабатывается и технология отделки.

Схема технологического процесса очистки и подготовки льняных тканей следующая: опаливание, расшлихтовка путем замачивания в теплой воде и вылеживания после этого в течение 10–12 ч; отваривание, повторяемое обычно два раза и выполняемое при более низкой концентрации щелочи, чем для хлопчатобумажной ткани; беление, производимое комбинированным гипохлоритно-перекисным способом.

Шерстяные ткани. Очистка и подготовка суконных тканей несколько отличаются от очистки и подготовки гребенных (камвольных) тканей. Ниже приводятся особенности технологического процесса отделки гребенных и суконных тканей.

Опаливание производится только для гребенных тканей и выполняется обычно на газоопаливающей машине.

Промывание применяется для суконных и гребенных тканей с целью удаления из ткани жира, шлихты и разных загрязнений. Промывают ткани водным раствором, содержащим мыла, либо моющие препараты (сульфонол, ОП–10), соду.

Карбонизация – обработка чистошерстяных тканей 4–5% раствором серной кислоты с последующим высушиванием (при температуре 70–95°C) и прогреванием (при температуре 105–110°C). При карбонизации происходит химическое разрушение растительных примесей (остатков репья, соломы и т.п.), оставшихся в ткани; шерстяные волокна при этом почти не повреждаются.

Заваривание – обработка расправленной ткани кипящей водой в течение 20–30 мин с последующим охлаждением. В результате заваривания снимается напряжение волокон, возникшее при прядении; фиксируется положение волокон в пряже и на поверхности ткани. Заваривание

предотвращает также появление на ткани заломов (неустраняемых заминов или полос на ткани). Применяется заваривание в основном для гребенных тканей; многие из них проходят первое заваривание при промывании.

Валка – применяется для суконных и частично для гребенных тканей с целью уплотнения (усадки) их по основе и утку и образования на поверхности войлокообразного застила. Валка основана на проявлении специфических свойств шерстяных волокон (чешуйчатости, извитости, высокой упругости) и зависит от тонины волокон: чем тоньше волокна, тем выше качество валки; ткани, выработанные из более толстой пряжи с меньшей круткой, лучше уваливаются. Процесс валки значительно ускоряется при увлажнении ткани. Валку тканей производят на валяльной машине. Суконные ткани уваливают от 2 до 18 часов, некоторые гребенные ткани – от 15 до 30 мин (фулировка). Ткани, вырабатываемые с ворсом (бобрик, байка, велюр и т.п.), подвергают *ворсованию* на специальных (ворсовальных) машинах.

Шелковые ткани. Ткани из натурального шелка при очистке и подготовке подвергают *отвариванию* – обработке в мыльном растворе (при температуре 92–95°C) в течение 1–2 ч. Ткани, выработанные из шелковой пряжи или из шелковой в сочетании с хлопчатобумажной пряжей, перед отвариванием *опаливают* на газоопаливающей машине.

При отваривании волокна освобождаются от серицина и различных примесей. После отваривания ткань становится значительно мягче, приобретает ровный белый с кремоватым оттенком цвет и в дальнейшем легко и равномерно окрашивается в различные цвета.

Ткани из искусственных и синтетических волокон не имеют естественных примесей и содержат в основном легкосмываемые вещества: шлихту, мыло, минеральное масло.

Подготовка и очистка тканей из искусственных волокон заключается в отваривании этих тканей в специальных аппаратах без натяжения. Для придания тканям белизны в процессе отваривания применяют *перекисную обработку*.

Ткани из синтетических волокон промывают (при температуре 70–80°C) в мыльном растворе, а затем стабилизируют. В процессе *стабилизации* ткань в расплавленном состоянии при натяжении и фиксированной ширине подвергается кратковременному (30–50 с) действию высокой температуры (в водной, воздушной или паровой среде), а затем охлаждается холодным воздухом. Температура стабилизации устанавливается в зависимости от вида волокнообразующего полимера (190–215°C), причем обязательно выше температуры технологической обработки или эксплуатации материала из этого полимера, но ниже температуры его размягчения. *Стабилизация* – важная технологическая операция, обеспечивающая формирование структуры и свойств материалов.

При стабилизации создаются условия, благоприятные для развития релаксационных процессов и снятия внутренних напряжений в материале. Ткань после стабилизации хорошо сохраняет линейные размеры и форму как при технологической обработке, так и при носке швейных изделий.

7.2. Крашение

Крашение – это процесс нанесения красителя на текстильный материал, в результате чего он изменяет свой цвет.

Процесс крашения состоит из трех стадий:

- адсорбция (поглощение красителя поверхностью волокон);
- диффузия (проникновение красителя в глубь волокна);
- фиксация красителя (закрепление на волокне).

При погружении текстильного материала в раствор красителя отдельные молекулы или ионы красителя адсорбируются на внешней поверхности волокна. Затем происходит медленное проникновение (диффузия) красителя внутрь волокон и фиксация на внутренней поверхности волокна. При этом, чем меньше размеры частиц красителя и чем больше набухает волокно, тем скорее частицы красителя проникают внутрь.

Процесс крашения и степень закрепления красителя на волокне зависят от следующих факторов: структуры материала, вида волокна, диффузионной способности красителя, добавок электролита, температурного режима и т.п.

В текстильной промышленности в основном используют синтетические красители: кислотные, хромовые, прямые, кубовые, кубозоли, сернистые, азокрасители, активные, дисперсные и др. Выбор красителя определяется волокнистым составом материала и перечнем физико-химических воздействий, которым будет подвергаться материал в процессе эксплуатации. Различные виды красителей дают окраску, устойчивую к различным видам физико-химических воздействий.

Кислотные красители. Растворимы в воде, применяются при окрашивании белковых и полиамидных волокон. Обеспечивают яркую, сочную окраску, которая, однако, не устойчива к свету, стирке и трению.

Кислотно-протравные (хромовые) красители. Растворимы в воде, применяются при окрашивании белковых и полиамидных волокон. Дают окраску, более устойчивую к различным физико-химическим воздействиям, однако несколько снижают прочность материалов.

Прямые красители. Растворимы в воде, окрашивают целлюлозные, белковые и полиамидные волокна. Дают яркую, сочную окраску, которая не устойчива к мокрым обработкам и свету. Для лучшего закрепле-

ния красителя на волокне применяют специальные закрепители (ДЦУ, ДЦМ и др.)

Кубовые красители. Нерастворимы в воде. Путем восстановления их переводят в водорастворимые натриевые соли лейкосоединений, которые легко усваиваются волокнистым материалом. В процессе сушки лейкосоединение окисляется кислородом воздуха и переходит в исходный краситель. Дают яркую и прочную к мокрому трению окраску. Используются при окрашивании целлюлозных волокон для получения широкой гаммы цветов и оттенков.

Кубозоли являются водорастворимыми производными кубовых красителей, применяются при окрашивании целлюлозных волокон и их смесей с полиэфирными волокнами.

Сернистые красители. Водонерастворимы. Крашение проводится аналогично кубовому, но восстановление осуществляется сернистым натрием. Сообщают тканям прочную окраску, вследствие чего их используют, в основном, для окрашивания одежных и подкладочных тканей из целлюлозных волокон. Получаемая окраска тусклая. При длительном хранении ткани, окрашенные такими красителями, несколько теряют прочность вследствие образования серной кислоты из-за распада красителя.

Азокрасители образуются на волокне в процессе крашения. Ткань пропитывается растворами, представляющими собой составные части красителя – азо- и диазосоставляющие. Реакция сочетания этих составляющих происходит на волокне при низкой температуре, поэтому красители часто называют холодными, ледяными. Это единственный способ крашения, требующий охлаждения. Азокрасители дают яркую окраску, устойчивую к мокрым обработкам, используются при окрашивании целлюлозных волокон в цвета теплой гаммы.

Активные красители отличаются исключительной яркостью и прочностью окраски. Крашение производится в нейтральной, а затем щелочной среде для закрепления красителя на волокне. Эти красители содержат активные группы, которые способны вступать в химическое взаимодействие с волокнообразующим полимером и образовывать прочные ковалентные связи, что и обуславливает высокую прочность получаемой яркой окраски к мокрым обработкам, свету и трению. Применяются для окрашивания целлюлозных, белковых (шерсть и шелк) и полиамидных волокон.

Дисперсные красители нерастворимы в воде. Выпускаются в виде порошков и паст, содержащих краситель, диспергатор, смачиватель. Крашение производят дисперсиями, при этом частицы красителя диффундируют в структуру волокон, где удерживаются силами межмолекулярного взаимодействия. Применяются для окрашивания полиамидных,

полиэфирных, полиакрилонитрильных и ацетатных волокон. Окраска устойчива к мокрым обработкам, но недостаточно устойчива к свету.

Черно-анилиновое крашение представляет собой пропитывание ткани солянокислым анилином с последующей обработкой горячим паром. Под действием кислорода воздуха на ткани идет цветная реакция окисления анилина: окраска становится желтой, зеленой, фиолетовой и затем черной. Полученная глубокая черная окраска устойчива к свету, стирке, трению. Однако при крашении черным анилином происходит снижение прочности ткани на 10–12%. Применяется оно для окрашивания хлопчатобумажных тканей.

Металлосодержащие красители водорастворимы, применяются при окрашивании шерстяных тканей. Они быстро и равномерно окрашивают ткань, обеспечивая окраску, стойкую к действию света, пота и трения.

Кислотные антрахиноновые красители обеспечивают яркость, чистоту тонов и высокую прочность окраски шерстяных тканей.

7.3. Печатание

Печатание – нанесение и закрепление красителя на отдельных участках материала. Для печатания используются рассмотренные выше красители: прямые, кубовые, кубогенные, активные, азокрасители, черный анилин и пигменты, приготовленные особым способом и имеющие густую, вязкую консистенцию.

Получение рисунчатых расцветок на тканях может быть выполнено одним из следующих способов.

Печатание сетчатыми шаблонами (фотофильмпечатать). При этом способе печатания основным рабочим инструментом является шаблон, представляющий собой раму с натянутой на неё тонкой сеткой (капроновой или медной). При изготовлении шаблона сетку на определенных участках покрывают пленкой, непроницаемой для краски, с таким расчетом, чтобы не закрытые пленкой участки образовывали определенный, заранее заданный рисунок.

При печатании на ткань накладывают шаблон и с помощью резиновой пластинки (ракли) протирают краску. Для получения многоцветных рисунков требуется применять столько шаблонов, сколько цветов имеется в рисунке. Этот способ печатания довольно трудоемкий и малопроизводительный. Однако вследствие того, что этим способом возможно воспроизводить на ткани самые сложные рисунки с фотографической точностью, его широко применяют для печатания шелковых креповых тканей.

Аэрографный способ. При печатании этим способом на ткань накладывают картонный шаблон с вырезами в виде определенного рисунка.

ка. С помощью пульверизатора через вырезы в шаблоне на ткань наносят краситель. Меняя положение пульверизатора и время обработки, получают окраску любой интенсивности. Аэрографным способом печатания можно создавать рисунки с плавными переходами от одного тона к другому. Данный способ печатания применяется для шелковых и ворсовых тканей.

Машинная печать. Этот способ наиболее распространенный; он применяется для получения одноцветных и многоцветных рисунков на ткани. Печатающим органом печатной машины служит полый медный цилиндр (печатный вал), на поверхности которого выгравирован рисунок (узор). Печатные машины бывают одновальные – для печатания на ткани одноцветных рисунков и многовальные (до 16 валов) – для получения многоцветных рисунков (число цветов в рисунке всегда соответствует числу печатных валов машины, так как каждый вал печатает только одним цветом определенную часть рисунка).

В последнее время широкое распространение получили высокопроизводительные печатные машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами. Каждый шаблон представляет собой перфорированный никелированный цилиндр, на котором фотохимическим способом, как и на плоских сетчатых шаблонах, получен определенный рисунок. На машинах с цилиндрическими шаблонами печатают большой ассортимент тканей, трикотажных полотен и других материалов.

При печатании на тканях из химических волокон (ацетатных и синтетических) широко применяется способ теплопереводной печати – сублистатик, при котором рисунок дисперсными красителями наносится на бумагу, с которой с помощью каландра, нагретого до температуры 150–220°C, переводится на смоченную ткань. Продолжительность обработки 30 с.

Различают три вида печати: прямую, вытравную и резервную. При *прямой (накладной) печати* краску наносят непосредственно на ткань. В зависимости от площади, занимаемой рисунком, различают ткани: бело-земельные, в которых цветной рисунок занимает до 40% площади ткани; полугрунтовые – 40–60%; грунтовые – более 60% площади ткани.

Разновидностями прямой печати являются *растровая печать*, т.е. нанесение рисунков тремя красителями (ярко-голубым, ярко-красным и ярко-жёлтым), которые накладывают на ткань в чистом виде или смешивают, и *печать под акварель*, т.е. нанесение рисунков на увлажненную ткань. Печать под акварель дает рисунки с размытыми контурами, напоминающие акварельные.

Помимо традиционных красителей при прямой печати используются пигменты, которые закрепляют на ткани с помощью пленкообразователя, что придаёт рисунку повышенную жесткость и снижает воздухо- и паропроницаемость тканей. Недостатком пигментной печати

является также нестойкость рисунков к сухому и мокрому трению. При стирке и химической чистке рисунки, нанесенные пигментной печатью, бледнеют.

Вытравная печать позволяет получать рисунки путем нанесения на гладкоокрашенную ткань вытравки – вещества, разрушающего краситель и таким образом обесцвечивающего ткань на заданном участке. Применяют также цветные вытравки – вещества, в состав которых, кроме вытравки, входит краситель, устойчивый к действию вытравки.

Резервная печать состоит в том, что на ткань перед гладким крашением наносят вещество – резерв, предохраняющий ее на определенных участках от краски при крашении. После снятия резерва возникают белые рисунки на окрашенной ткани.

В настоящее время получили распространение модные эффекты печати, повышающие качество тканей и расширяющие их ассортимент. Для улучшения и разнообразия художественно-колористического оформления тканей за рубежом и в России широко используется рельефная печать, позволяющая воспроизводить вышивку; печать под серебро, имитирующая металлическую нить, перламутровая печать, создающая мерцающие эффекты; печать бронзовым и алюминиевым порошком; матовая белизна – печатание диоксидом титана и др. Эти виды печати используются для нарядных платьевых и блузочных хлопчатобумажных, льняных, шелковых, а иногда и шерстяных тканей.

Для *рельефной печати* выпускаются различными фирмами одно-, двух- и трехкомпонентные составы. Объемный выпуклый узор образуется в процессе сушки тканей с печатными узорами при температуре выше 100°C и закрепляется при последующей термофиксации при температуре 130–150°C в течение 1,5–5 мин. Для печатания используют или печатные машины со специальными печатными валами, имеющими глубину гравюры 0,25–0,3 мм, или машины с сетчатыми шаблонами (фотофильмпечатать).

Интересные эффекты дает сочетание рельефной печати и печати пигментами быстрой фиксации. Рельефная печать при этом осуществляется последним валом.

Переливающийся эффект *перламутровой печати* достигается применением пигментов, содержащих диоксид титана и слюду. Перламутровые пигменты дают на ткани тонкие прозрачные пластинки с гладкой поверхностью и высоким показателем преломления.

Печать бронзовым и алюминиевым порошком имитирует металлическую нить (люрекс). Алюминиевый порошок дает рисунки, имеющие невысокую устойчивость к сухому трению и мокрому вытиранию. При стирке и химической чистке рисунки повреждаются или полностью исчезают.

Эффект, аналогичный печати алюминиевым порошком, достигается добавлением в составы для перламутровой печати небольшого количества черного пигмента. При этом устойчивость рисунка увеличивается.

Эффект *печати под серебро* (глиттэрэффект) получают в результате использования блестящей полиэфирной пленки с размером частиц более 1,4 мкм.

Печатание диоксидом титана позволяет получать на ткани матовые белые рисунки, так называемую *матовую бель*.

7.4. Заключительная отделка

Заключительная отделка – завершающий этап отделки текстильных материалов. Её цель – придать материалу красивый внешний вид, разгладить его и тем самым облегчить в дальнейшем проведение операций раскроя и пошива в швейном производстве.

Хлопчатобумажные и льняные ткани. Хлопчатобумажные и льняные ткани при заключительной отделке подвергаются аппретированию, ширению и глажению.

Аппретирование – нанесение на ткань аппрета, содержащего в своем составе клеящее вещество (крахмал, клей), мягчитель (жир, мыло, глицерин), антисептики (формалин, борная кислота). После нанесения аппрета ткань становится гладкой, плотной, приобретает в зависимости от состава аппрета жесткость или, наоборот, мягкость.

Ширение производится на цепной ширильной машине, предназначенной для выравнивания ткани по ширине, устранения её перекосов, распрямления изогнутых нитей утка. Наибольший эффект получается при ширении ткани во влажном состоянии. Поэтому перед ширением ткань, как правило, увлажняют на брызгальных машинах.

Глажение (каландрование) проводится на каландрах. Отделочный каландр состоит из массивного стального и наборных (имеющих упругую поверхность) валов. Стальной вал полый с внутренним обогревом. При каландровании ткань проходит между стальным и наборным валами, прижатыми друг к другу. При слабом прижатии валов получается эффект разглаживания; с увеличением степени прижатия валов на ткани появляется блеск, который значительно усиливается, если стальной вал нагрет, и имеется проскальзывание одного вала относительно другого.

Некоторые ткани (сатин и др.) подвергают глажению на серебристых каландрах. В отличие от обычного каландра стальной вал серебристого каландра имеет на поверхности гравировку в виде тонких мелких штрихов. В результате глажения на серебристом каландре ткань приобретает повышенный шелковистый блеск. Однако этот блеск неустойчив и пропадает после стирки.

Некоторые хлопчатобумажные и льняные ткани подвергают специальным видам отделки. Так, для получения устойчивого эффекта аппретирования ткани обрабатывают несмываемыми аппретами. В качестве таких аппретов используют: простые эфиры целлюлозы, производные крахмала, синтетические смолы и др. Обработка несмываемыми аппретами способствует не только сохранению хорошего внешнего вида ткани после стирки, но и повышению ее носкости.

С целью получения устойчивого к стирке блеска некоторые ткани перед каландрованием пропитывают раствором метиллолмеламина, в результате чего они приобретают устойчивый эффект лощения (блеск), не изменяющийся после стирки.

Готовые хлопчатобумажные ткани при увлажнении значительно усаживаются. Малоусадочную ткань можно получить, подвергая её противоусадочной отделке. Для этого ткань обрабатывают в отделочном производстве без натяжения (что весьма сложно) либо отделывают её на специальной усадочной машине, куда увлажненная ткань поступает с некоторой слабиной (напуском), благодаря чему и происходит её усадка.

Третий способ получения малоусадочной ткани, имеющий широкое применение, состоит в химической обработке ткани, после которой резко снижается набухаемость волокон и, следовательно, их усадка. Этот способ основан на блокировке групп –ОН в целлюлозе химическими веществами (формадегидом, глиоксалем).

Уменьшить сминаемость хлопчатобумажных и льняных тканей можно, подвергая их несминаемой отделке – обработке раствором диметилломочевины или метиллолмеламином.

Для тканей с небольшой плотностью из слабокрученой пряжи применяют не требующую глажения отделку. Изделия из этих тканей при носке мало мнутся, легко и быстро разглаживаются. Сминаемость таких тканей снижается не только в сухом, но и во влажном состоянии.

Шерстяные ткани. При заключительной отделке шерстяные ткани проходят следующие виды обработки: стрижку, аппретирование (только полшерстяные), прессование, декатирование.

Стрижка гребенных тканей выполняется с целью удаления с их поверхности отдельно торчащих волоконцев, стрижка суконных тканей – для подравнивания высоты ворса (начеса). Шерстяные ткани стригут с лицевой и изнаночной сторон.

Аппретированию подвергаются некоторые полшерстяные костюмные и платьевые ткани. Для придания им мягкости и уменьшения сминаемости их обрабатывают аппретами, в состав которых вводят крахмал, смягчители и т.д.

Прессование применяется для уплотнения, выравнивания ткани и придания ей блеска. Ткань прессуется на цилиндрических прессах (само-

прессах), представляющих собой полый цилиндр с двумя полыми корытами, прилегающими к цилиндру. При работе пресса ткань пропускают между нагретым паром цилиндром и корытами. Регулируя зазор между цилиндром и корытами, получают на ткани требуемый эффект прессования.

Декатирование заключается в обработке ткани горячим паром с последующим высушиванием. Эта операция выполняется для уменьшения усадки ткани, придания ей устойчивых линейных размеров. При декатировании ткань свободно наматывают на декатир – полый дырчатый цилиндр, сверху закрывают кожухом, а внутрь цилиндра в течение 5–10 мин подают горячий пар. Потом с помощью вакуум-насоса пар отсасывают из ткани и затем охлаждают её.

Специальные виды отделки применяют также и для шерстяных тканей.

Несминаемая отделка используется главным образом для полушерстяных тканей из шерстяных и вискозных штапельных волокон. Для отделки этих тканей применяют химические препараты (диметилломочевину и др.).

Безусадочной отделке подвергают большинство тканей из шерстяной малокрученной пряжи, обладающих значительной усадкой. Для этого ткани обрабатывают специальными растворами (метилолмеламином, сополимером винилпиридина и бутилакрилата и др.). После такой обработки значительно уменьшается усадка и свойлачиваемость материала, повышается несминаемость и устойчивость к истиранию. Швейные изделия, изготовленные из тканей, подвергнутых безусадочной отделке, лучше сохраняют форму.

Шелковые ткани. Креповые ткани из натурального шелка при заключительной отделке обрабатывают 1%-м раствором уксусной кислоты, а затем высушивают на игольчатой сушильноусадочной машине. В результате повышается мягкость и эластичность ткани.

При заключительной отделке ворсовых тканей выполняют следующие операции: поднятие ворса путем выколачивания ткани с изнаночной стороны на отколоточной машине; стрижку на стригальной машине для выравнивания высоты ворса; аппретирование (аппрет наносится только с изнанки). Затем ткань пропускают через игольчатую сушильноширильную машину.

Ткани из искусственных волокон, особенно из вискозных, характеризуются значительной деформируемостью во влажном состоянии. Поэтому в процессе заключительной отделки обработку ведут с минимальным натяжением этих тканей. Аппрет для тканей из искусственных волокон составляют в основном из умягчающих веществ (олеинового мыла, ализаринового масла и др.), без крахмала, чтобы уменьшить присущую этим тканям жесткость. Сушатся ткани на игольчатых сушильноусадочных машинах.

Для улучшения крепового эффекта креповые ткани в завершение заключительной отделки обрабатывают влажным паром на декатире.

Характерной особенностью тканей из вискозных штапельных волокон является их значительная сминаемость. Для уменьшения сминаемости этих тканей применяют несминаемую отделку, суть которой сводится к обработке ткани отверживающими смолами, способными проникать в структуру волокна и равномерно распределяться в ней. В настоящее время для уменьшения сминаемости ткани из вискозных штапельных волокон обрабатывают такими препаратами, как карбамол, метазин, которые хорошо растворяются в воде. После такой отделки вискозных тканей резко уменьшается их сминаемость (угол восстановления этих тканей становится не менее 100 град), снижается набухаемость волокон, усадка ткани при стирке и её загрязняемость, несколько повышается прочность ткани при растяжении.

Для расширения ассортимента, улучшения качества тканей, придания им внешнего эффекта и нужных свойств могут производиться специальные отделки, некоторые из которых уже описаны выше. Наиболее часто применяемые виды специальных отделок и область их применения даны в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Специальные виды отделки тканей различного волокнистого состава

Наименование специальной отделки, ее обозначение при маркировке	Характеристика отделки
1	2
Хлопчатобумажные ткани	
1. Муслиновая отделка	Придание мягкости путем аппретирования слабым раствором клеящих или раствором только смягчающих веществ (мыло, эфиры высших жирных кислот – ализариновое масло, алкамон ОС-2, стеорос и др.) и последующей сушки
2. Жесткая отделка	Придание жесткости путём аппретирования концентрированным раствором крахмала, последующей сушки и обработки каландром. Отделка неустойчива к мокрым обработкам
3. Фуляровая отделка	Придание мягкости, блеска путём аппретирования раствором с малой концентрацией клеящих веществ (крахмал, декстрин, клей, разваренные в воде), последующей сушки и прохождения через горячий каландр

Продолжение табл. 7.1

1	2
4. «Стирай-носи»	Применяется для придания противоусадочных и противосминаемых свойств. Заключается в пропитке раствором предконденсатов на основе карбомола, метазина. Ткань не требует глажения после стирки при малых механических воздействиях
5. «Форниз» (формирование несминаемого изделия)	Фиксация формы и придание изделию несминаемости при его термообработке в швейном производстве. Предварительно ткань для изделия пропитывают раствором предконденсатов, сушат и заворачивают в полиэтиленовую плёнку
6. СКЭТ (смола, катализатор, электрокаландр, термообработка)	Получение рисунка с несмываемым блеском печатанием при добавлении в печатную краску предконденсата (карбомола) с последующим прохождением через каландр и термообработкой, в результате чего рисунок становится блестящим и ярким, а ткань менее сминаемой
7. Тиснение – Т	Получение рельефного рисунка поверхности материала
8. Стойкое тиснение – СТ	Получение рельефного рисунка с помощью тиснильного каландра с выпуклой гравировкой на ткани, предварительно пропитанной раствором предконденсата (карбомола, метазина, гликозина). Недостаток – потеря прочности в мокром состоянии на 20–40%
9. Улучшенное тиснение – УТ	То же, что СТ, но устойчивый эффект достигается с меньшей потерей прочности
10. Серебристо-шелковистая отделка – СШО	Придание блеска и шелковистости. В отличие от СТ применяется раствор с меньшим содержанием клеящих веществ и серебристый каландр, гравированный частыми штрихами
11. Серебристо-шелковистая улучшенная – СШУ	То же, но устойчивый каландровый эффект достигается с меньшей долей потери прочности
12. Лощеная или гляцевая отделка – Л	Придание блеска путем нанесения аппрета с высокой концентрацией крахмала и веществ, способствующих получению блеска (парафина, воска, стеарина), последующей сушки и обработки ткани горячим гладким каландром

Продолжение табл. 7.1

1	2
13. Улучшенное лощение – УЛ	Придание тканям устойчивого каландрового эффекта, но с меньшей долей падения прочности
14. Устойчивый блеск (несмываемая глянцева отделка – НГО)	Придание повышенного блеска. Отделка аналогична стойкому тиснению, но наносится с помощью гладкого каландра
15. Легкость отстиривания – ЛО	Обработка тканей препаратом эмукрил с целью облегчения отстиривания
16. Малосминаемая – МС и малоусадочная отделка – МУ	Пропитка раствором предконденсатов (термоактивные смолы – карбол, метадин и др.) с последующей сушкой, термообработкой, промывкой и сушкой. Недостаток – потеря прочности на 20–40%
16.1. Снижение усадки тканей до 3,5%, МУ – 3,5%.	
17. Малосминаемая улучшенная – МСУ	Придает устойчивую шелковистость, блеск, не снижает гигиенические свойства
18. Противоусадочная химическая отделка – ПУХО, ПХ	Обеспечивает снижение усадки тканей, придает повышенную формоустойчивость
19. Улучшенная противоусадочная химическая отделка – УПХ	То же, но с уменьшением падения прочности
20. Малосминаемая комфортная отделка – МКО	Придает высокий эффект несминаемости с минимальным падением прочности
21. Легкое глажение – ЛГ и легкое глажение улучшенное – ЛГУ	Придает тканям устойчивость к стирке и снижает сминаемость в мокром состоянии
22. Стойкое аппретирование: 22.1. Несмываемый аппрет – АП; 22.2. Малосмываемый аппрет на основе различных полимеров – МА; 22.3. Малосмываемый аппрет на основе термоактивных смол – МАРС и улучшенный – МАРС-У; 22.4. Малосмываемый аппрет на основе термопластичных смол – МАПС и улучшенный – МАПС-У	Пропитывание тканей эмульсиями или латексами термопластичных смол и каучуков (ПВХ; ПВА и др.) с последующей обработкой, в процессе которой на ткани образуется тонкая пленка. Придает несминаемость, упругость, устойчивость к многократным стиркам, улучшает механические свойства, но снижает гигиенические показатели

Продолжение табл. 7.1

1	2
23. Формоустойчивая отделка ворсоразрезных тканей – ФУО	Придает устойчивый мягкий гриф и шелковистость
24. Аппрет джинсовых тканей: 24.1. Высокой степени жесткости – ДВА 24.2. Повышенной степени жесткости – ДАП 24.3 Средней степени жесткости – ДАС	Придание необходимой степени жесткости джинсовым тканям
25. Кислотозащитная – КЗ-П, К20	Пропитывание тканей, предназначенных для специальной одежды, кремнийорганическими или другими препаратами с целью повышения устойчивости к действию кислот и придания кислотоотталкивающих свойств. Должно возобновляться после стирки
26. Огнезащитная – ОЗ–ОП»	Пропитывание тканей солями борной, фосфорной, кремниевой кислот или сложными фосфорнокислыми эфирами целлюлозы. Применяется для обивочно-декоративных тканей в театрах, на кораблях и самолетах, а также для спецодежды. Должна возобновляться после стирки
27. Водоотталкивающая на основе парафиностеариновых эмульсий и солей алюминия – ВО и водоотталкивающая на основе фоботекса – ВО-У	Обработка плащевых тканей гидрофобизирующими препаратами с целью снижения их смачиваемости. В результате обеспечиваются водоотталкивающие свойства, а при добавлении аминопластов или фторсодержащих соединений и грязеотталкивающие свойства
28. Комбинированная водоотталкивающая и биостойкая отделка – КОМ-П	Придание водоотталкивающих свойств и устойчивости к действию микроорганизмов (гниению). Применяется для плащевых, палаточных, брезентовых и т.п. тканей
29. Антимикробное пропитывание: 29.1. Биостойкая фунгицидная – БС-Ф 29.2. Биостойкая фунгицидная и бактерицидная – БС-ФБ	Обработка гексохлореном или фурагином с солями металлов для придания бактерицидных и биостойких свойств

Продолжение табл. 7.1

1	2
30. Набивка – ФФП	Получение печатного рисунка способом фотофильмпечатать при плоской печати (сетчатыми шаблонами). (Подробнее в разделе 6.3)
31. Набивка – ФФПР	Получение печатного рисунка способом фотофильмпечатать на ротационных печатных машинах
32. Печать перламутровая – ПМЭФ	Печать перламутровая и металлическими порошками. (Принцип получения рассмотрен в разделе 6.3)
33. Рельефная печать – РП	Получение рельефного печатного рисунка, позволяющего имитировать вышивку. (Принцип получения рассмотрен в разделе 6.3)
Льняные ткани	
1. Малоусадочная – МУО	Обработка простынных полотен и тканей иного назначения для снижения потребительской усадки, аналогична отделке хлопчатобумажных тканей
2. ПБ (повышенная белизна)	Повышенная белизна (84–86%) и устойчивость к истиранию (16–20 тыс. циклов) тканей и штучных изделий, выработанных из пряжи хлористого беления и пряжи окислительной варки, обработанных оптическими отбеливателями
3. Легкое глажение – ЛГ	Аналогична отделке х-б тканей
4. Улучшенная гляцевая отделка – УГО	Применяется для скатертей, скатерных полотен, салфеток и т.п. Аналогична отделке х-б тканей
5. Антистатическая отделка – АО	Придание антистатических свойств льнолавановым тканям за счет применения поверхностно-активных веществ, снижающих поверхностное электрическое сопротивление
6. Водоотталкивающая отделка – ВО	Придание водоотталкивающих свойств скатертным полотнам и скатертям за счет использования гидрофобизирующих препаратов (эмульсий)
7. Лощение или гляцевая отделка – Л	Аналогична отделке х-б тканей. Применяется в основном для скатерных полотен, скатертей, полотенец, салфеток и т.п.

Продолжение табл. 7.1

1	2
8. Легкость отстиривания – ЛО	Аналогична Л
9. Снижение жесткости – СЖ	Применяется для снижения жесткости чистольняных тканей
10. Устойчивая драпируемость – УД	Обработка портьерных и декоративных тканей с целью придания необходимой драпируемости
11. Огнезащитная пропитка – ОП	Аналогична применяемой для х.-б тканей. Наиболее часто ей подвергаются парусины, а также портьерные и декоративно-обивочные материалы
Шелковые ткани	
1. Антистатическая отделка – АСО	Снижение электризуемости тканей из искусственных и синтетических нитей за счет обработки поверхностно-активными веществами, снижающими поверхностное электрическое сопротивление
2. Несминаемая – НО и малосминаемая отделка – МС	Несминаемая, малосминаемая и малоусадочная отделка на основе применения смолообразующих препаратов
3. Дополнительная отделка – ДО	Тиснение, каландрование, муаровая, поплиновкая, буклированная отделка всех тканей
4. Огнестойкая пропитка – ОП	Обрабатываются портьерные, мебельно-декоративные ткани и ткани для спецодежды
5. Износостойкая устойчивая отделка – ИО	Повышение износостойких свойств тканей из вискозных, ацетатных и триацетатных волокон и нитей
6. Противогнилостная пропитка – ПО	Обработка антисептическими веществами (соли хрома, меди, ртути, свинца, органические соединения) тканей из целлюлозных волокон и нитей специального назначения
7. Водоотталкивающая отделка синтетических тканей – ВСТ	Обработка гидрофобизирующими препаратами плащевых и курточных синтетических тканей и тканей с содержанием синтетических волокон
8. Тиснение синтетических тканей – ТСТ	Получение рельефного рисунка на поверхности тканей за счет использования термопластичных свойств синтетических волокон и нитей путем пропускания через горячий тиснильный каландр

Продолжение табл. 7.1

1	2
9. Лаке – ЛК	Получение лакированного блеска в результате расплавления поверхности ткани при обработке горячим фрикционным каландром. Применяется для тканей из термопластичных волокон и нитей: ацетатных, полиамидных, полиэфирных и др.
10. Гофре	Получение выпуклостей путем местной обработки раствором, вызывающим усадку отдельных участков тканей
11. Клоке	Получение отдельных выпуклых участков по поверхности ткани за счет применения разноусадочных волокон и нитей в структуре материала
12. Плиссе	Получение устойчивых мелких заложённых складок на триацетатных и других материалах
13. Тиснение бархата – ТБ	Получение рельефной ворсовой поверхности на ворсоворазрезных тканях
14. Набивка – НЖ или ННЖ	Получение печатного рисунка, имитирующего эффект жаккардового рисунка
15. Термопереводная печать – ТР или ИТР	Получение печатного рисунка на шелковых тканях из химических волокон способом термопереводной печати сублистатик при заполнении рисунком свыше 50% площади ткани
16. Металлизация	Нанесение металлизированного слоя путем распыления металлической краски, состоящей из металлических частиц, пленкообразующего вещества и растворителя, или путем осаждения в вакууме
Шерстяные ткани	
1. Антистатическая – АС	Придает антистатические свойства полушерстяным тканям с вложением синтетических волокон
2. Антистатическая умягчающая – АСУ	Снижает электризуемость и повышает мягкость полушерстяных тканей с вложением синтетических, в том числе полиэфирных волокон. Наиболее широко применяется при отделке костюмных камвольных тканей

Окончание табл. 7.1

1	2
3. Малосминаемая – МС и малоусадочная МУО	Пропитка раствором предконденсатов и эмульсией кремнийорганических соединений в присутствии катализаторов с последующей сушкой (без термообработки, промывки, повторной сушки). Применяется для полушерстяных тонкосуконных тканей с содержанием целлюлозных волокон
3.1. Несминаемый аппрет – НА	Обработка синтетическими латексами для снижения сминаемости и усадки после замочки
4. Противомолевая (молеустойчивая) обработка – МО	Пропитка растворами фтористых солей хлорированных ароматических сульфокислот и др.
5. Водоотталкивающая обработка – ВОП	Проводится с применением препаратов типа «Персистоль Е», применяется для костюмных и пальтовых тканей
6. Отбеливание – О	Придание необходимой степени белизны
7. Противосвойлачивающая обработка – ПСО	Уменьшение свойлачиваемости шерстяных, в том числе тонкосуконных тканей
8. Автоклавное декатирование – АД	Снижение усадки ткани за счет обработки на специальном оборудовании паром
9. Антимикробная – АМО	Придание антибактериальных и антимикробных свойств
10. Фунгицидная обработка – БО	См. пункт 9
11. Велюр	Получение ворсовой поверхности с поднятым ворсом (драп-велюр)
12. Кастор	Получение низкостриженного, сглаженного и запрессованного ворса (драп-кастор)
13. Флаконе, ратин	Получение ворса, фигурно расположенного соответственно в виде «елочки» или полос (шариков), (драп-флаконе, драп-ратин и аналогичные им пальтовые ткани

Контрольные вопросы

1. Каковы основные цели и основные этапы отделки текстильных материалов?
2. Каким технологическим операциям подвергаются хлопчатобумажные, льняные, шерстяные и шелковые ткани при их подготовке к крашению и печатанию? Их сущность.
3. Сущность процесса крашения. Какие основные факторы определяют степень закрепления красителя на материале?
4. Охарактеризуйте основные способы печатания. Какие традиционные и новые виды печати вы знаете? Дайте их характеристику.
5. Как классифицируются набивные ткани в зависимости от занимаемой печатным рисунком площади?
6. Перечислите основные операции заключительной отделки тканей различного волокнистого состава (хлопчатобумажных, льняных, шерстяных, шелковых) и дайте их характеристику.
7. Какие виды специальных отделок тканей Вы знаете? Как они влияют на свойства тканей?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

Айзенштейн Э.М. Полиэфирные: прогноз на завтра / Текстильная промышленность. 2002. № 1. – С. 33–35.

Айзенштейн Э.М. Производство химических волокон: новые скорости, новые возможности: Материалы интернет-издания «Текстильная промышленность».

Андронов В.Ф., Петрова И.Н. Синтетические красители в легкой промышленности: Справочник. – М.: Легпромиздат, 1989. – 368 с.

Болик Дж. Е. История развития эластановой нити Лайкра // В зеркале. 2000. № 4.

Болик Дж.Е. Тенденции будущего, [electronic resource] Доступно из URL: <http://www.lycra.ru> [Дата обращения 22 апреля 2004 г.]

Болик Дж. Е. Тенденции в технологии формования эластановых нитей. Доступно из URL: www.lycra.ru

Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное производство. – М.: Академия, 2004. – 448 с.

Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению швейного производства. – М.: Академия, 2003. – 416 с.

Капкаев А.А. Развитие мирового производства эластановых нитей // Директор. 2001. № 8.

Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 240 с.

Коляденко С.С., Месяченко, В.Г., Кокешинская В.И. Товароведение текстильных товаров. – М.: Экономика, 1981. – 312 с.

Краткий курс химической технологии волокнистых материалов / Т.Д. Балашова, Н.Е. Булушева, Т.С. Новородовская, С.Ф. Садова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.

Кричевский Г.Е. Роль химии в производстве текстиля // Текстильная промышленность. 2002. № 4. – С. 18–20.

Кудрявцева Т.Н., Исламова С.В. Полиэфирные профилированные волокна, имитирующие «лебяжий пух» // Текстильная промышленность. 2003. № 1–2. – С. 17–18.

Кукин Г.Н. Соловьев А.Н., Коблякова И.И. Текстильное материаловедение (Волокна и нити). – М.: Легпромиздат, 1989. – 352 с.

Кукин Г.Н. Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (Исходные текстильные материалы). – М.: Легпромиздат, 1985. – 216 с.

Куликова Н.А., Савина С.А., Сафрошкина М.А. Классификация и строение текстильных полотен. – Л.: Изд-во ЛИТЛП им. Кирова, 1987. – 52 с.

* Рекомендуемая литература выделена жирным шрифтом

Лабораторный практикум по технологии нетканых материалов / Г.Л. Барабанов, В.М. Горчакова, С.А. Овчинникова, Ю.Я. Тюменев, В.В. Шошин. – М.: Легпромиздат, 1988. – 416 с.

Лайкра завоевывает позиции в СНГ // Текстильная промышленность. 1993. № 8–9.

Мальцева Е.П. Материаловедение текстильных и кожевенно-меховых материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1980. – 240 с.

Микрофибры и микрофибра // Директор. 2000. № 3, март. – С. 32.

Модестова Т.А., Флерова Л.Н., Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 472 с.

Назаров Ю.П., Афанасьев В.М. Нетканые текстильные материалы. – М.: Легкая индустрия, 1971. – 200 с.

От функциональности – к моде // Директор. 2000. № 1, январь. – С. 24–25.

Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985. – 208 с.

Пирус Максим. Красота и изящество: российский аспект // Директор. 2000. № 8, май. – С. 18.

Прогноз развития ассортимента и объемов химических волокон и нитей // Текстильная промышленность. 2003. № 3. – С. 43–44.

Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Материаловедение швейного производства. – М.: Академия, 2001. – 240 с.

Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. – М.: Легпромиздат, 1989. – 288 с.

Сафонов В.В. Современные направления в химической технологии текстильных материалов. Ч. 1. Химическая классификация // Текстильная промышленность. 2002. № 4. – С. 31–23.

Сафонов В.В. Современные направления в химической технологии текстильных материалов. Ч. 3. Биологическая интенсификация и экономичность технологических процессов // Текстильная промышленность. 2002. № 6. – С. 29–32.

Семинар «Merul^R – полиамидные нити нового поколения» в МГТУ // Текстильная промышленность. 2002. № 6. – С. 23.

Сенченко Б.Н. Крашение текстильных изделий. – М.: Легкая индустрия, 1967. – 148 с.

Технология производства нетканых материалов / Е.Н. Бершев, В.В. Курицына, А.И. Куриленко, Г.П. Смирнов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 352 с.

Труевцев Н.И., Труевцев Н.Н., Гензер М.С. Технология и оборудование текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 640 с.

Усенко В.А. Производство крученых и текстурированных химических нитей. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 252 с.

Юркевич В.В., Пакшвер А.Б. Технология производства химических волокон. – М.: Химия, 1987. – 304 с.

A. Wynne. The Motivate series / Macmillan Text for Industrial Vocational and Technical Education. – London and Basingstoke: Macmillan Education LTD, 1997. – 310 p.

Dr. Arindam Basu. Textile Testing. Fibre, Yarn & Fabric. –The South India Textile Research Association, Coimbatore – 64/014. India, 2001. – 381 p.

Haus I., Koslowski. Dictionary of Man-Made Fibres. – London, 2000. – P. 106–109; 120–129; 212–259.

Handu T., Phillips G. New Fiber. Second edition, – Woodhed Publishing LTD. – Cambridge, England, 1997. – 251 p.

Multicomponent Fibres and Microfibres. Progress in Textiles: Science & Technology. Vol.2. Textile Fibres: Developments and Innovations. – Cambridge, England. – P. 354–377.

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

А

Абака – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из листьев растения абака (текстильный банан).

Альпака – шерсть ламы из семейства верблюдовых – тонкое, прочное, блестящее волокно

Алюнит – монополь в виде ленточек из алюминиевой фольги с цветным покрытием (часто под золото и серебро) полиэтиленовой пленкой.

Ангора – пух ангорского кролика – мягкое, тонкое, водостойкое и молеустойчивое волокно.

Анид – синтетическое полиамидное волокно, получаемое из полигексаметиленадипамида, или нейлона 6.6.

Аппаратная пряжа – пряжа, получаемая по аппаратной системе прядения, отличается высокой объемностью, пушистостью, незначительной прочностью и устойчивостью к многократным деформациям из-за слабой распрямленности и ориентации волокон.

Аппаратная система прядения – самая короткая и экономичная система прядения, позволяющая перерабатывать волокна различной длины, в том числе очень короткое волокно. Отличительная черта – отсутствие этапа предпрядения.

Аппрет – вещества, наносимые на поверхность текстильного материала в процессе заключительной отделки с целью придания определенных свойств, например жесткости или мягкости.

Аппретирование – процесс нанесения аппрета.

Арамидные волокна – группа высокопрочных и термостойких синтетических волокон, получаемых на основе полиамидов ароматического строения.

Армированная нить – текстильная комбинированная нить, состоящая из сердечника и оплетки (наружного слоя).

Асбестовое волокно – натуральное неорганическое (минеральное) волокно, обладающее очень высокой термостойкостью и негорючестью, что определяет его применение.

Ацетатное волокно – искусственное химическое волокно из группы эфирцеллюлозных волокон, получаемое на основе диацетилцеллюлозы.

Аэрон – общее российское название текстурированных комплексных нитей обычной растяжимости, получаемых аэродинамическим способом изменения структуры.

Б

Белан – текстурированная полиэфирная комплексная нить повышенной растяжимости.

Беление – технологическая операция отделки текстильных материалов, целью которой является повышение степени их белизны (обработка текстильного материала различными отбеливателями: хлорсодержащими, перекисью водорода, оптическими).

Бикомпонентное волокно – волокно, состоящее из двух видов полимеров, соединенных между собой по поверхности раздела.

Бизластичная ткань – ткань, обладающая эластическими свойствами как по основе, так и по утку за счет присутствия эластановых нитей в обеих системах.

В

Валка – одна из отделочных операций шерстяных тканей, обеспечивающая уплотнение их структуры за счет механических воздействий на материал.

Велюровая нить – комбинированная нить, состоящая из сердцевинной однокруточной нити, в которой перпендикулярно продольной оси закреплено множество коротких волокон, создающих бархатистую поверхность нити.

Верблюжья шерсть – пуховые волокна длиной 60–70 мм и средней тониной 20,6 мкм.

Винол – синтетическое волокно из группы поливинилспиртовых волокон, выпускаемое в виде водорастворимых и водонерастворимых фракций.

Вискоза – гидратцеллюлозное искусственное химическое волокно, первое из коммерчески производимых химических волокон.

Влажность – показатель гигроскопических свойств волокон и нитей, характеризующий количество влаги, содержащейся в волокне (нити) при определенных климатических условиях, выраженное в процентах от массы абсолютно сухого волокна (нити). Различают *фактическую*, *кондиционную* и *максимальную* (гигроскопичность) влажность волокна (нити).

Волокно – гибкое прочное тело с малыми поперечными размерами и относительно большой, но ограниченной длины, применяемое в различных отраслях народного хозяйства.

Ворсование – технологическая операция отделочного производства некоторых текстильных материалов, заключающаяся в образовании на их поверхности начесного ворса.

Высокомолекулярное соединение (ВМС) – химическое соединение, молекула которого образована определенным числом (несколько

десятков, сотен и даже тысяч) повторяющихся групп атомов и имеет значительную молекулярную массу.

Высокообъемная пряжа – пряжа с повышенной растяжимостью (более 30%) и объемностью, достигаемыми за счет применения разноусадочных волокон в ее структуре или путем аэродинамической обработки.

Высокоэластичный материал – ткань или трикотаж, в структуре которых присутствуют эластановые нити.

Вязально-прошивное полотно – нетканое полотно, структурные элементы основы которого соединены с помощью прошивных нитей, образующих трикотажное переплетение.

Вязанотканое полотно – текстильный материал, состоящий из полосок ткани, между которыми располагаются петельные столбики трикотажа, образованные нитями утка и соединяющие полоски ткани в единое целое.

Г

Гетероцепный полимер – полимер, в основную цепь макромолекулы которого кроме атомов углерода входят атомы и других химических элементов, например кислорода, азота и др.

Гигроскопичность – влажность волокна (нити) при относительной влажности воздуха, близкой к 100%, и температуре воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Гофрон – текстурированная комплексная нить повышенной растяжимости, имеющая плоскую извитость, достигаемую способом гофрирования в термокамере.

График ткацкого переплетения – условное графическое изображение переплетения ткани на клетчатой бумаге.

Графическая запись трикотажного переплетения – условное графическое изображение трикотажного переплетения, отражающее схему прокладывания нити в полотне.

Гребенная пряжа – пряжа, получаемая по гребенной системе прядения и отличающаяся высокой тониной, прочностью и равномерностью.

Гребенная система прядения – система прядения наиболее длинных волокон, являющаяся самой длинной и наименее экономичной. Отличительная черта – наличие дополнительного технологического процесса – гребнечесания. Из-за значительного количества отходов (до 25%) получаемая пряжа – самая дорогая.

Д

Деформация (удлинение) волокна/нити – приращение длины волокна или нити при приложении определенной нагрузки (усилия), вы-

раженное в абсолютных (*абсолютная*) или относительных (*относительная*) единицах.

Джут – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из стеблей растения с одноименным названием.

Дюйм – английская мера длины, равная 2,54 см.

З

Заключительная отделка – совокупность отделочных операций, целью которых является придание текстильному материалу окончательного товарного вида или специальных свойств.

И

Иглопробивное полотно – нетканое полотно, при производстве которого волокна в волокнистом холсте соединяются за счет изменения ориентации некоторых из них при прокалывании иглой специальной конструкции.

Искусственное волокно – химическое волокно, получаемое из природных ВМС.

К

Капрон – синтетическое полиамидное волокно, получаемое на основе поликапролактама, или нейлона-6.

Кабоцепный полимер – полимер, в основную цепь макромолекулы которого входят только атомы углерода.

Кардная пряжа – пряжа, получаемая по кардной системе прядения. По свойствам и структуре занимает промежуточное положение между аппаратной и гребенной пряжей.

Кардная система прядения – наиболее распространенная система прядения волокон, включающая все основные этапы производства: подготовку к прядению, предприятия, собственно прядение.

Кашемир – шерсть кашмирских коз, получаемая вычесыванием, очень тонкое и длинное (до 450 мм) волокно.

Кевлар (Kevlar) – арамидное высокопрочное волокно фирмы Du Pont, США, получаемое прядением из жидких кристаллов.

Кератин – белковое вещество, являющееся волокнообразующим полимером шерстяного волокна.

Клеевое полотно – нетканое полотно, структурные элементы основы которого склеены с помощью твердых или жидких связующих.

Койр – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из кожуры кокосового ореха.

Комбинированная нить – нить, содержащая в структуре нити двух и более видов, строения и волокнистого состава.

Комплексное волокно – волокно, состоящее из нескольких элементарных волокон, соединенных между собой склеиванием.

Комплексная нить (мультифиламент) – текстильная нить, состоящая из двух и более элементарных нитей, длина которых равна или несколько больше длины комплексной нити.

Крашение – процесс нанесения красителя на текстильный материал, в результате которого он изменяет свой цвет.

Креп – крученая комплексная нить высокой крутки (1500–2500 кр./м).

Крутка нити – число витков (кручений) периферийного слоя нити, приходящееся на единицу ее длины (в метрической системе – на 1 м).

Крученая нить – пряжа или комплексная нить, состоящая из нескольких одиночных пряж или комплексных нитей, скрученных между собой за один (*однокруточная*) или несколько (*многокруточная*) приемов кручения.

Л

Лавсан – синтетическое полиэфирное волокно, получаемое на основе полиэтилентерефталата.

Лайкра (Луста) – синтетическое полиуретановое высокоэластичное волокно, разработанное фирмой Du Pont, США.

Лайоцель или лиоцель (Lyocell) – группа гидратцеллюлозных искусственных волокон, получаемых непосредственно из раствора α – целлюлозы, отличающихся повышенной прочностью.

Лен – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из стеблей растения льна-долгунца.

Линейная плотность волокна/нити (текс) – косвенная характеристика толщины волокна/нити, представляющая отношение их массы в граммах к длине в км.

Люрекс – то же, что «алюнит».

М

Меланжевая пряжа – пряжа, выработанная из смеси разноокрашенных волокон.

Мерсеризация – кратковременная обработка хлопкового волокна, хлопчатобумажной пряжи или ткани 25-процентным раствором едкого натра при температуре 15–18°C.

Мертвый волос – тип волокна в составе овечьей шерсти, основной объем которого заполнен сердцевинным слоем, вследствие чего оно имеет значительную толщину и жесткость, высокую ломкость и низкую удельную прочность.

Метрический номер – косвенная характеристика толщины волокон и нитей, обратная линейной плотности и измеряемая в м/г.

Микроволокна (микрофибра) – сверхтонкие волокна, толщина которых может составлять 0,01–0,0001 текс.

Микрофибриллы – надмолекулярные образования в структуре полимера волокна, удерживаемые друг около друга за счет сил межмолекулярного взаимодействия или за счет перехода макромолекул полимера из одной микрофибриллы в другую.

Многокруточная нить/пряжа – см. крученая нить.

Модификация текстильных волокон – направленное изменение надмолекулярной или морфологической структуры (*физическая или структурная модификация*), а также химического состава макромолекулы полимера волокна (*химическая модификация*).

Мононить – одиночная текстильная нить, не делящаяся в продольном направлении без разрушения и пригодная для текстильной переработки.

Морфологическая структура волокна или микроструктура – определенная структурный уровень, включающий в себя внешнюю (длина, толщина, форма поперечного сечения и т.п.) и внутреннюю структуры (слоистость, пористость, наличие каналов и т.п.) волокна.

Мохер (могер, тифтин) – шерсть ангорской козы – тонкое, длинное (150–200 мм), малоизвитое и блестящее волокно.

Муслин – крученая комплексная нить повышенной крутки (230–900 кр/м)

Мулинированная нить – трощеная или крученая нить/пряжа, состоящая из нитей разного цвета или волокнистого состава.

Мэлан и мэрон – комплексные текстурированные полиэфирные и полиамидные соответственно нити повышенной растяжимости, полученные методом ложной крутки с последующей термостабилизацией.

Н

Натуральное волокно – текстильное волокно, образующееся в природе без участия человека.

Неоднородная нить – комплексная, пленочная или комбинированная нить, содержащая в своем составе нити разного волокнистого состава или структуры.

Нетканое полотно – текстильное полотно, изготовленное из одного или нескольких слоев текстильных материалов (иногда в сочетании их с нетекстильными материалами), элементы структуры которых скреплены различными способами.

Нитеподобные текстильные изделия – ленты, тесьма, шнуры и т.п., полученные вязанием, ткачеством или плетением и используемые при изготовлении текстильных полотен или изделий, чаще всего трикотажа, вместо текстильных нитей.

Нитепрошивное полотно – нетканое полотно вязально-прошивного способа производства, основой которого служит система продольных или/и поперечных нитей.

Нитрон – синтетическое полиакрилонитрильное волокно, получаемое из полиакрилонитрила или его сополимеров.

Номекс (Nomex) – арамидное синтетическое волокно, разработанное фирмой Du Pont, США, отличающееся повышенной прочностью, термо- и огнестойкостью.

Ньюцель (Newcell) – волокно из группы лайоцель, выпускаемое в виде филаментных (комплексных) нитей.

О

Одиночная (однониточная) **пряжа** – пряжа, полученная в результате прядения.

Однокруточная нить/пряжа – см. крученая нить.

Однородная нить/пряжа – текстильная нить любой структуры, составляющие элементы (волокна или нити) которой имеют одинаковый волокнистый состав.

Опорная поверхность – поверхность контакта ткани с плоскостью.

Основа – система параллельных нитей одной длины, намотанных на одну паковку с одинаковым натяжением. В ткани: *основа* – система нитей, идущих вдоль ткани.

Основовязанный трикотаж – трикотаж, каждая петля в петельном ряду которого образована своей нитью. Для его получения необходима основа.

Ость – толстое, довольно грубое и колючее шерстяное волокно, входящее в состав неоднородной овечьей шерсти.

Отделка текстильных материалов – совокупность технологических операций и процессов, направленных на придание суровому материалу товарного вида и определенных свойств.

Относительная разрывная нагрузка нити – разрывная нагрузка, приходящаяся на единицу линейной плотности нити.

П

Пенька – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из стеблей конопли.

Переходный волос – тип шерстяного волокна, входящего в состав овечьей шерсти, отличительной чертой структуры которого является наличие, но недоразвитость (прерывистость) сердцевинного слоя.

Печатание – нанесение и закрепление красителя на отдельных участках материала.

Пластическая деформация – составная часть (компонента) полной деформации, не исчезающая после снятия нагрузки и длительного отдыха.

Плотность ткани или трикотажного полотна – число структурных элементов (для ткани – нитей основы и утка; для трикотажа – петельных рядов или петельных столбиков), приходящихся на 100 мм длины или ширины материала.

Пленочная нить. *Элементарная пленочная нить* – пленочная ленточка, полученная разрезанием пленки или экструдированием из расплава с последующим вытягиванием и термофиксацией. При скручивании элементарных пленочных нитей малой ширины получают *комплексные* пленочные нити. При продольном расслоении пленочных нитей на фибриллы, имеющие между собой связи, получают *фибриллированную* пленочную нить.

Пневмомеханическая пряжа – пряжа, полученная пневмомеханическим способом прядения, относящимся к безверетенным, при котором волокна скручиваются и соединяются между собой в специальной камере под действием струи сжатого воздуха и центробежных сил. Отличается от кардной пряжи большей объемностью и круткой, меньшей ворсистостью поверхности и прочностью.

Пневмосоединенные и пневмотекстурированные нити – комплексные текстурированные нити со структурой, измененной аэродинамическим способом. *Пневмосоединенные* нити имеют более компактную структуру, *пневмотекстурированные* – обладают повышенной объемностью и растяжимостью.

Поликонденсация – реакция синтеза ВМС, сопровождающаяся выделением побочных продуктов, например воды.

Полимер – ВМС, состоящее из повторяющихся групп атомов (элементарных звеньев) одного вида.

Полимеризация – реакция синтеза ВМС, при которой не выделяются побочные продукты (вещества).

Полинозное волокно – структурно модифицированное вискозное волокно, по свойствам близкое к хлопку.

Полипропиленовое и полиэтиленовое волокна – синтетические карбоцепные волокна из группы полиолефиновых, полученные на основе полипропилена или полиэтилена соответственно.

Полная деформация – приращение длины волокна или нити при приложении нагрузки, меньше разрывной.

Поперечно-вязанный (кулирный) трикотаж – трикотаж, все петли петельного ряда которого образованы одной нитью.

Профилирование волокон – вид структурной модификации волокон, при котором используются фильеры, имеющие отверстия различной формы: треугольника, многолучевой звездочки, трилистника, щеле-

видные и т.п., что придает волокну соответствующую конфигурацию поперечного сечения и меняет его свойства, например повышает цепкость, блеск и т.п.

Прядение – совокупность технологических операций и процессов, посредством которых волокнистая масса превращается в пряжу. При получении химических волокон под *прядением* понимают процесс формирования волокна.

Пряжа – текстильная нить, изготовленная из штапельных волокон (т.е. волокон с ограниченной длиной) обычно скручиванием.

Пух – тип шерстяного волокна, не имеющего в своей структуре сердцевинного слоя, что обуславливает его тонину, извитость, высокую относительную прочность по сравнению с волокнами других типов.

Р

Разрывная нагрузка волокна/нити – максимальное растягивающее усилие, выдерживаемое волокном или нитью до разрыва.

Разрывное удлинение волокна/нити – приращение длины волокна или нити к моменту разрыва при их растяжении, выраженное в абсолютных (*абсолютное разрывное удлинение*) или относительных (*относительное разрывное удлинение*) единицах измерения.

Рами – натуральное волокно растительного происхождения, по свойствам аналогичное льну, используемое в странах Азии для производства тканей бытового назначения.

Раппорт ткацкого переплетения – минимальное число нитей основы или утка, создающее законченный рисунок переплетения.

Расчетный диаметр нити/волокна – диаметр поперечного сечения нити или волокна, определенный с учетом их средней плотности (объемной массы).

Рилон – российское название текстурированной комплексной нити повышенной растяжимости со спиральной извитостью. За рубежом нити аналогичной структуры называют *эджилон*.

С

Сдвиг ткацкого переплетения – число, показывающее, на сколько нитей рассматриваемое перекрытие смещено относительно предыдущего аналогичного перекрытия.

Серицин – белковое вещество, являющееся природным клеем, соединяющим шелковины коконной нити натурального шелка.

Сиблон – высокомодульное структурно модифицированное вискозное волокно, по структуре и свойствам близкое к хлопку.

Сизаль – натуральное волокно растительного происхождения, относящееся к листовым.

Синель – см. велюровая нить.

Система прядения – совокупность технологических операций и машин для их реализации, посредством которых волокнистая масса превращается в пряжу.

Синтетическое волокно – химическое волокно, получаемое из синтезированных в заводских условиях полимеров, которых в природе не существует.

Смешанная пряжа – пряжа, выработанная из смеси волокон различных видов.

Спандекс – торговая марка, в том числе российская, синтетического полиуретанового волокна.

Специальная отделка – отделочная операция, которой подвергаются отдельные виды текстильных материалов с целью придания им специфического внешнего вида или свойств.

Степень полимеризации – число элементарных звеньев в макромолекуле полимера (ВМС).

Структурная модификация – см. модификация текстильных волокон.

Т

Тактель (Tactell) – новое полиамидное волокно, разработанное на основе нейлона 6.6 фирмой Du Pont, США, выпускаемое в виде комплексных нитей, в том числе мультифиламентных, по свойствам комфорта превосходящее ранее производимые полиамидные волокна.

Текстильное волокно – волокно, пригодное для текстильной переработки.

Текстильная нить – текстильный продукт неограниченной длины и относительно малого поперечного сечения, состоящий из текстильных волокон и (или) филаментов (элементарных нитей).

Текстурированная нить – комплексная нить, как правило, химическая, с измененной путем дополнительной обработки структурой.

Тенцель (Tencell) – волокно группы лайоцель, выпускаемое, как правило, в виде штапельных волокон.

Тефлон – синтетическое волокно из группы поливинилфторидных, полученное на основе политетрафторэтилена.

Техническое волокно – то же, что комплексное волокно.

Тканепрошивное полотно – нетканое полотно вязально-прошивного способа производства, в качестве основы которого используется ткань, прошиваемая с помощью иглы специальной конструкции нитью, образующей односторонний или двусторонний петельный либо разрезной ворс.

Ткань – текстильное полотно, образованное двумя или более системами взаимно перпендикулярных нитей, соединенных между собой путем их переплетения в процессе ткачества.

Ткачество – процесс образования ткани на ткацком станке.

Ткацкое переплетение – порядок, в котором нити основы и утка перекрывают друг друга, располагаясь то с лицевой, то с изнаночной стороны.

Триацетатное волокно – химическое искусственное волокно из группы эфирцеллюлозных, получаемое на основе триацетата целлюлозы.

Трикотаж – текстильное полотно или изделие, в котором текстильные нити, изогнутые в процессе вязания, имеют сложное пространственное расположение.

Трикотажное переплетение – порядок, определяющий число и виды элементарных звеньев трикотажа и их взаимосвязь.

Трикоткань – то же, что вязанотканое полотно.

Троценая пряжа – пряжа, образованная сложением одиночных пряж без их скручивания между собой.

У

Удельная разрывная нагрузка волокна – разрывная нагрузка волокна в пересчете на единицу его линейной плотности (толщины), измеряемая в сН/текс или мН/текс.

Укрутка – уменьшение длины крученой нити после скручивания, выраженное в процентах от длины нескрученной нити.

Унция – английская мера веса, равная 28,35 г.

Упругая деформация – составная часть (компонента) полной деформации, мгновенно исчезающая (со скоростью звука) после снятия нагрузки.

Условный диаметр волокна – диаметр поперечного сечения волокна, рассчитанный с учетом плотности его вещества.

Уток – поперечная система нитей в ткани.

Ф

Фаза строения ткани – характеристика степени изогнутости нитей основы и утка в структуре ткани.

Фасонная нить/пряжа – текстильные нити, имеющие периодически повторяющиеся местные изменения структуры или окраски.

Фенилон – синтетическое волокно из группы арамидных, обладающее повышенной прочностью, термостойкостью и химической устойчивостью.

Фибриллы – надмолекулярные образования в структуре полимера волокна, представляющие собой объединения микрофибрилл, удерживаемые друг около друга силами межмолекулярного взаимодействия.

Фиброин – белковое вещество, являющееся волокнообразующим полимером натурального шелка.

Физическая модификация – см. модификация текстильных волокон.

Флокированная нить – текстильная комбинированная нить, полученная путем нанесения в электростатическом поле на стержневую нить, предварительно покрытую клеем, нарезанного ворса.

Формование химических волокон – продавливание через отверстия фильеры прядильного раствора или расплава с последующим застыванием образующихся струек-нитей.

Фторлон – синтетическое волокно из группы поливинилфторидных, получаемое на основе политетрафторэтилена как и тефлон.

Фулеровка – незначительная (в течение нескольких минут) валка шерстяных тканей, обычно применяется для гребенных (камвольных) тканей.

Фунт – английская мера веса, составляющая 453,59 грамма или 16 унций.

Фут – английская мера длины, равная 30.48 см или 12 дюймов.

Х

Химостойкость – устойчивость текстильных материалов к действию различных химических реагентов (*химическая устойчивость*).

Химическая модификация – см. модификация текстильных волокон.

Химическое волокно – волокно, получаемое в заводских условиях из природных или синтетических полимеров.

Хлопок – натуральное волокно растительного происхождения, получаемое из семян растения хлопчатника.

Хлорин – модифицированное поливинилхлоридное синтетическое волокно, получаемое на основе перхлорвинила.

Холстопробивное полотно – нетканый материал вязально-пробивного способа производства, основой которого служит волокнистый слой (ватка).

Ц

Целлюлоза (точнее *α-целлюлоза*) – полисахарид, являющийся волокнообразующим полимером целлюлозных волокон: натуральных волокон растительного происхождения и гидрацеллюлозных искусственных волокон.

Ш

Шерсть – натуральное волокно животного происхождения, получаемое из волосяного покрова различных животных: овец, коз, верблюдов, ламы и др.

Шелк натуральный – натуральное волокно животного происхождения, получаемое при разматывании или разрыхлении коконов тутового или дубового шелкопряда.

Шелк-креп – однокруточный крученый шелк высокой степени крутки.

Шелк-муслин – однокруточный крученый шелк средней степени крутки.

Шелк крученый – однокруточная или многокруточная нить из натурального шелка, состоящая из шелковин, с которых в значительной мере был удален серицин, с различной степенью крутки.

Шелк-основа – двухкруточный крученый шелк, получаемый из шелка крепа, скрученного с нитью шелка-сырца.

Шелк-сырец – комплексная нить натурального шелка, состоящая из нескольких сложенных вместе коконных нитей, шелковины которых склеены между собой и намотаны на одну паковку.

Шелк-уток – однокруточный крученый шелк пологой крутки.

Шелковая пряжа – пряжа, получаемая из отходов шелкомотания или разрыхленных до волокнистой массы коконов.

Шелковина – элементарная нить натурального шелка, входящая в состав коконной нити.

Штапельирование – процесс разрезания жгутов или лент, сформированных из химических элементарных нитей, на отрезки заданной (ограниченной) длины.

Штапельное волокно – элементарное волокно ограниченной длины (на практике так чаще всего называют химическое волокно, полученное в результате штапельирования).

Штапельная пряжа – пряжа, полученная из химических штапельных волокон.

Э

Эджилон – зарубежное название текстурированных комплексных нитей по структуре аналогичных рилону.

Эластическая деформация – часть (компонента) полной деформации, постепенно исчезающая после снятия нагрузки (за время отдыха).

Эластичность – свойство текстильного материала быстро восстанавливать свои размеры после значительного растяжения.

Элементарное волокно – единичное неделимое текстильное волокно.

Элементарная нить (филамент) – то же, что штапельное волокно, но практически неограниченной длины.

Энант – синтетическое полиамидное волокно, получаемое на основе полиэнантамида, или нейлона –7.

Я

Ярд – английская мера длины, равная трем футам или 0,9144 метра (91,44 см).

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Торговые марки химических волокон-аналогов российского и зарубежного производства

Группа волокон	Торговая марка волокон-аналогов и страна- производитель
1	2
1. Полиамидные волокна (Polyamid fibers – PA)	Капрон (Россия) Анид (Россия) Энант (Россия) Нейлон – общее зарубежное название полиамидов и соответственно волокон, получаемых на основе Нейлон 6 – капролактама и волокна на его основе Нейлон 6.6 – полигексамителенадипамид и волокна на его основе Нейлон 7 – полиэнантамид и волокна на его основе Амилан (Amilan/Япония) Бри-нейлон (Bri-Nylon/ЮАР) Борголон (Borgolon/Италия) Асота (Asota/Австрия) Перлон (Perlon/Германия) Стилон (Silon/Польша) Дедерон (Dederon/Германия) Карбил (Carbyl/Испания) Камалон (Camalon/США) Каплана (Caplana/США) Капролан (Caprolan/США) Лилион (Lilion/Франция, Италия, Испания, Бразилия) Силон (Silon/Греция) Новал (Noval/Испания, Франция, Германия) Грилон (Grilon/Швеция, Бразилия, Аргентина) Дэмилон (Demilon/Бразилия) Форлион (Forlion/Италия) Нирлон (Nirlon/Индия) Леона (Leona/Япония) Левин (Levion/ Израиль) Полана (Polana/Польша) и др. Мерил (Meryl/Германия, Италия) Тактель (Tactel/Германия, США) и др.

1	2
	Модифицированные волокна: Шелон (в том числе Россия) Мегалон (в том числе Россия) Трилобал (в том числе Россия)
2. Полиэфирные волокна (Polyester fibers – PES; PET)	Лавсан (Россия) Терилен (Terylen/Великобритания, Испания, ЮАР) Тергаль (Tergal/Франция, Испания, Швеция) Дакрон (Dacron/США, Германия) Элана (Elana/Польша) Торлен (Torlen/Польша) Ланон (Lanon/Германия) Диолен (Diolen/Германия, Бразилия, Перу, Нидерланды, США, Индия, Колумбия, Эквадор) Тетерон (Teteron/Япония, Малайзия) Тесил (Tesil/Чехия) Ацелан (Acelan/Корея) Териталь (Terital/Италия) Тревира (Trevira/США, Бразилия, Португалия, Германия, ЮАР) Крео (Creo/Италия) Валена (Valena/Италия) и др.
3. Полиакрилонитрильные (Acrylic fibers – PAN)	Нитрон (Россия) Орлон (Orlon/США) Куртель (Courtelle/Великобритания, Испания, США) Анилана (Anilana/Польша) Дралон (Dralon/Германия) Кашмилон (Cashmilon/Япония, Индия, Аргентина, Ирландия) Певлон (Pewlon/Япония) Акрилан (Acrilan/США) Экслан (Exlan/Япония) Долан (Dolan/Япония) Доланит (Dolanit/Германия) Куртек (Courtek M/Великобритания) Крумерон (Crumeron/Венгрия) Великрен (Velicren/Италия) Дураспан (Duraspun/США) Финель (Finel/Япония) Ханилон (Hanilon/Корея) Лиакрил (Leacril/Италия) Креслан (Creslan/США) Неохром (Neochrome/ЮАР)

1	2
	Секрил (Sekril/Великобритания) Торайлон (Toraylon/Япония) и др.
4. Полиуретановые (Elastane fibers – EL)	Спандекс (Spandex, в т.ч. Россия) Лайкра (Lycra/Великобритания, США, Нидерланды, Канада, Бразилия, Сингапур, Китай) Ацелан (Acelan/Корея) Дорластан (Dorlastan/Германия, США) Эластон (Elaston/Польша) Эспа (Espa/Япония) Кессато (Cessato/Италия) Клирспан (Cleerspan/США) Фуджибо Спандекс (Fujibo Spandex/Япония) Глоспан (Glospan/США) Джеспан (Jespan/Корея) Ликра (Licra/Мексика) Линелтекс (Lineltex/Италия) Мобилон (Mobilon/Япония) Опелон (Opelon/Япония) Спантел (Spantel/Япония, Корея) Вайрин (Vairin/Италия) и др.
5. Поливинилхлоридные (Choro fibers-CLF; PVC-fibers)	Хлорин (Россия) Малоусадочный ПВХ (Россия) Клевил (Clevyl/Франция) Энвилон (Envilon/Япония) Фибравил (Fibravyl/Франция) Тевирон (Teviron/Япония) Термовил (Thermovyl/Франция) Виклон (Viclon/Япония) Воплекс (Voplex/США) и др.
6. Поливинилспиртовые (Vinylal fibers-PVAL)	Винол (Россия) Куралон (Kuralon/Япония) Мевлон (Mewlon/Япония) Солврон (Solvron/Япония) Вилон (Vilon/Япония) Виналон (Vinalon/Китай) и др.
7. Полиолефиновые: полипропиленовые (Polypropylene fibers-PP) и полиэтиленовые (polyethylene fiber)	Альфа (Alpha/США) Арлен (Arlene/Италия) Бонафил (Bonafil/Великобритания) Поликлон (Polyklon/Италия) Теутолен (Teutolen/Германия) Драйлен (Drylene/Великобритания) Полистин (Polysteen/Германия)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристика пряжи и нитей

Вид нити	Линейная плотность Т, текс	Плотность вещества волокна γ , мг/мм ³	Средняя плотность основных видов нитей δ , мг/мм ³
<i>Пряжа</i>			
Хлопчатобумажная	5–100	1,52	0,8–0,9
Льняная	16,7–677	1,50	0,9–1,0
Шерстяная аппаратная	41,7–166	1,32	0,7
Шерстяная гребенная	15,6–41,7	1,32	0,8
Шелковая	5x2–20x3	1,34	0,7–0,8
Вискозная	12,5–41,7	1,52	0,8
<i>Комплексная нить</i>			
Шелк-сырец	1–3,2	1,34	1,1
Вискозная	6,6–28	1,52	1,0–1,2
Ацетатная	11–22	1,32	0,6–1,0
Капроновая	1,7–7	1,14	0,6–1,0
Лавсановая	11	1,38	0,6–0,9
Нитроновая	28	1,18	0,6–0,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Ориентировочные показатели линейного заполнения тканей различного назначения

Назначение ткани	Линейное заполнение	
	по основе E_o , %	по утку E_y , %
Бельевая	40–60	40–50
Платьевая	40–70	35–60
Костюмная	65–125	50–90
Пальтовая	50–150	40–130

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Ориентировочные показатели средней плотности тканей, различных по волокнистому составу

Волокнистый состав ткани	Значение средней плотности, δ_t , г/см ³
Хлопчатобумажная	0,25–0,50
Льняная	0,40–0,70
Шерстяная	0,15–0,40

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Значение коэффициента η для тканей, различных по волокнистому составу и способу производства

Волокнистый состав и способ производства тканей	Значение коэффициента η
Хлопчатобумажные	1,04
Льняные отбеленные	0,90
Шерстяные:	
Гребенные (камвольные)	1,07
тонкосуконные	1,30
грубосуконные	1,25

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	1
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ИСХОДНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:	
ТЕКСТИЛЬНЫЕ ВОЛОКНА И ИСХОДНЫЕ НИТИ.....	7
1.1. Классификация текстильных волокон.....	7
1.2. Строение волокон. Основные волокнообразующие полимеры.....	8
1.3. Свойства текстильных волокон.....	13
1.4. Натуральные волокна: получение, строение, свойства и применение.....	17
1.5. Общие принципы получения химических волокон. Модификация текстильных волокон.....	43
1.6. Особенности получения, строения и свойств основных видов химических волокон.....	53
1.7. Химические волокна нового поколения.....	59
Глава 2. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:	
ТЕКСТИЛЬНЫЕ НИТИ.....	72
2.1. Пряжа. Получение, строение и свойства пряжи различных систем прядения.....	72
2.2. Виды текстильных нитей и их структура.....	84
2.3. Свойства текстильных нитей.....	93
Глава 3. ТКАНИ: ПОЛУЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ.....	100
3.1. Ткачество. Формирование ткани на ткацком станке.....	100
3.2. Ткацкие переплетения.....	107
3.3. Структура ткани и ее характеристика.....	124
Глава 4. ТРИКОТАЖНЫЕ ПОЛОТНА И ИЗДЕЛИЯ:	
ПОЛУЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СТРОЕНИЯ.....	133
4.1. Трикотажное производство.....	134
4.2. Трикотажные переплетения.....	141
4.3. Характеристики структуры трикотажа.....	153
Глава 5. НЕТКАНЫЕ ПОЛОТНА:	
ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И СТРОЕНИЯ.....	155
5.1. Основы производства нетканых полотен.....	155
5.2. Классификация и структура нетканых полотен.....	161
Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НОВЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА.....	169
6.1. Вязанотканые полотна.....	169
6.2. Особенности получения и структуры высокоэластичных материалов.....	171
Глава 7. ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	177
7.1. Очистка и подготовка.....	177
7.2. Крашение.....	181
7.3. Печатание.....	183
7.4. Заключительная отделка.....	186
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	198
СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ.....	201
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	214

Учебное издание

Шеромова Ирина Александровна

**ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:
ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ,
СВОЙСТВА**

Учебное пособие

Редактор С.Г. Масленникова
Корректор Л.З. Анипко
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать 26.09.06. Формат 60×84/16.
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,8.
Уч.-изд. л. 13,2. Тираж экз. Заказ

Издательство Владивостокского государственного университета
экономики и сервиса
690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41
Отпечатано в типографии ВГУЭС
690600, Владивосток, ул. Державина, 57