

Витебский государственный технологический университет

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

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

О.В. ЛОБАЦКАЯ
Е.М. ЛОБАЦКАЯ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Допущено

Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов специальности «Конструирование и технология швейных изделий» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования

Витебск
2012

УДК 687.03 (075)

ББК 37.24Я7

Л 68

Рецензенты:

заместитель председателя концерна «Беллегпром» Гуров А. В.;
кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение
непродовольственных товаров» УО БГЭУ Власова Г. М.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 1 от 07.02.2012.

Л 68 Лобацкая, О. В. Материаловедение : учебное пособие / О. В.
Лобацкая, Е. М. Лобацкая ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2011. – 323 с.

ISBN 978-985-481-262-5

В учебном пособии изложен курс «Материаловедение», состоящий из четырех разделов: исходные волокнистые материалы; основы текстильных производств; свойства текстильных полотен; стандартизация и оценка качества текстильных материалов. Содержание курса соответствует типовой программе, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь под № ТД–I 176 / тип. Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов заочного и дневного отделений при подготовке к экзамену по специальности 1 – 50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий», а также может быть использовано учащимися средних технических учебных заведений по той же специальности.

УДК 687.03 (075)

ББК 37.24Я7

ISBN 978-985-481-262-5

© Лобацкая О.В., 2012

© Лобацкая Е.М., 2012

© УО «ВГТУ», 2012

Содержание

Введение	6
1 ИСХОДНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ	8
1.1 Классификация волокон	8
1.2 Строение и свойства волокон	9
1.3 Натуральные волокна	15
1.3.1 Волокна растительного происхождения	15
1.3.2 Волокна животного происхождения	25
1.4 Химические волокна	31
1.4.1 Основные этапы получения химических волокон	32
1.4.2 Модификация химических волокон	36
1.4.3 Искусственные волокна	37
1.4.4 Синтетические волокна	41
1.4.5 Неорганические волокна	47
1.5 Распознавание волокон	48
1.6 Волокна и нити специального назначения	52
2 ОСНОВЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	55
2.1. Производство пряжи и нитей	55
2.1.1 Прядильное производство	55
2.1.2 Классификация нитей	70
2.1.3 Пороки текстильных нитей	77
2.1.4 Основные свойства текстильных нитей	79
2.2 Ткацкое производство	82
2.2.1 Подготовка нитей к ткачеству	82
2.2.2 Образование ткани на ткацком станке	85
2.2.3 Пороки ткацкого производства	87
2.2.4 Ткацкие переплетения	88
2.2.5 Основные характеристики строения тканей	102
2.3 Трикотажное производство	108
2.3.1 Органы петлеобразования	108
2.3.2 Подготовка пряжи и нитей к вязанию	110
2.3.3 Классификация и краткие сведения о трикотажно- вязальных машинах	111
2.3.4 Способы петлеобразования	112
2.3.5 Трикотажные переплетения	118
2.3.6 Дефекты вязания	128
2.3.7 Основные характеристики строения трикотажных полотен	129
2.4 Вязанотканые полотна	130

2.5 Производство нетканых полотен	132
2.5.1 Особенности производства нетканых полотен	132
2.5.2 Пороки нетканых полотен	140
2.5.3 Основные характеристики строения нетканых полотен	141
2.6 Отделка	142
2.6.1 Отделка тканей	143
2.6.2 Отделка трикотажных полотен	160
2.6.3 Отделка нетканых полотен	165
2.6.4 Пороки отделки	166
3 СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН	170
3.1 Геометрические свойства	170
3.2 Механические свойства	177
3.2.1 Растяжение	178
3.2.2 Изгиб	202
3.2.3 Фрикционные свойства	214
3.3 Физические свойства	224
3.3.1 Поглощение	224
3.3.2 Проницаемость	231
3.3.3 Тепловые свойства	238
3.3.4 Оптические свойства	249
3.3.5 Электрические свойства	259
3.4 Изменение линейных размеров текстильных полотен	264
3.5 Износостойкость текстильных материалов	270
3.5.1 Износ от истирания	271
3.5.2 Пиллингуемость	276
3.5.3 Износ от светопогоды	279
3.5.4 Износ от носки, стирки и химчистки	281
3.5.5 Износ от биологических факторов	282
3.5.6 Опытная и лабораторная носка	283
3.6 Формовочная способность и формоустойчивость текстильных материалов	284
3.6.1 Способность материалов к формообразованию и формозакреплению	284
3.6.2 Формоустойчивость текстильных материалов	289
4 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	293
4.1 Стандартизация продукции	293
4.1.1 Категории (уровни) стандартов	293
4.1.2 Виды стандартов на текстильные материалы	296

4.2	Сортность продукции	297
4.2.1	Сортность тканей	297
4.2.2	Сортность трикотажных полотен	302
4.2.3	Сортность нетканых полотен	303
4.2.4	Качество швейных ниток	304
4.3	Оценка качества материалов	305
4.3.1	Экспериментальная оценка качества материалов по отдельным показателям	306
4.3.2	Методы оценки качества	311
4.4	Маркировка, упаковка и хранение текстильных изделий	321
	Литература	322

Витебский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение – наука о строении и свойствах материалов. Материаловедение в производстве одежды является наукой о получении, строении, свойствах и методах оценки качества различных материалов, применяемых для изготовления одежды.

Швейная промышленность должна обеспечить население одеждой, являющейся предметом первой необходимости человека. Одеждой человек пользуется в своей жизни повседневно. Она защищает его от холода и жары; зимняя одежда должна обладать малой теплопроводностью, чтобы сохранять тепло, выделяемое человеческим телом; от летней одежды требуется повышенная воздухопроницаемость, чтобы кожа человека могла дышать; бельё должно быть гигроскопичным, т. е. обладать способностью впитывать и испарять влагу, выделяемую кожей человека; от некоторых видов одежды требуется водонепроницаемость и т. д. Для каждого вида изделий нужны различные материалы, отвечающие определённым требованиям и обладающие необходимыми свойствами.

Производство швейных изделий представляет собой сложную систему, состоящую из ряда подсистем: моделирования и конструирования швейных изделий, выбора необходимых материалов, изготовления изделий и их реализации. Выбор оптимальных материалов, для швейных изделий и их рациональное использование в швейном производстве возможно только на основе знаний строения и свойств современных тканей и полотен, методов отделки их качества. Материаловедение играет важную роль в решении задач, связанных с улучшением качества выпускаемых изделий, снижением материалоемкости продукции.

Материаловедение в производстве швейных изделий изучает:

- строение и свойства материалов, используемых для изготовления швейных изделий;
- изменения, происходящие в строении и свойствах материалов под воздействием различных факторов производства швейных изделий и их эксплуатации;
- дает рекомендации по рациональному и экономному использованию материалов в швейном производстве.

Материалы для одежды делят на текстильные (ткани, трикотажные и нетканые полотна, швейные нитки и др.) и нетекстильные (натуральный мех и кожа, клеевые материалы и др.). Учебное пособие содержит сведения об основных текстильных материалах (тканях, трикотажных и нетканых полотнах) и состоит из четырех глав.

В первой главе дана характеристика текстильных волокон и нитей (натуральных и химических), описаны их основные свойства, способы получения, методы распознавания.

Вторая глава содержит сведения о способах получения основных текстильных материалов. Описаны основные этапы прядения волокнистых материалов, способы получения текстурированных и фасонных нитей, классификация нитей, основные их свойства.

Представлена информация о производстве тканей, трикотажных и нетканых полотен и их отделке. Даны классификации и схемы переплетений тканей и трикотажа и основные характеристики их строения.

В третьей главе рассматриваются свойства тканей, трикотажных и нетканых полотен. Дана информация о геометрических, механических, физических свойствах полотен, их износостойкости, формовочной способности и формоустойчивости. Представлены методы определения характеристик свойств.

В четвертой главе даны сведения об уровнях и видах стандартов на текстильные материалы, методах установления сортности основных швейных материалов, экспериментальной оценке качества материалов по отдельным показателям, дифференциальных и комплексных методах оценки качества.

1 ИСХОДНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для изготовления текстильных материалов используют большое количество волокон и нитей, различающихся по химическому составу, строению и свойствам.

Вид и свойства волокон – важнейшие факторы, определяющие основные свойства, внешний вид, износостойкость текстильных материалов. От волокнистого состава материалов зависят параметры технологического процесса изготовления швейных изделий.

В качестве исходных материалов используются волокна, нити и полосы.

Текстильные волокна представляют собой протяженные, гибкие, прочные тела с малыми поперечными размерами и ограниченной длины, пригодные для изготовления текстильных материалов.

Текстильные волокна бывают элементарными и комплексными. Элементарное волокно – это волокно, не делящееся в продольном направлении на составляющие без разрушения (хлопок, шерсть, вискозное, ацетатное, капрон). Комплексные волокна состоят из большого числа элементарных волокон, расположенных параллельно и соединенных склеиванием (лен, пенька, джут) или силами кристаллизации (асбест).

Текстильная нить принципиально отличается от волокна только неограниченной длиной. Таким образом, элементарная нить – это элементарное волокно неограниченной длины. Если элементарная нить непосредственно используется для производства изделий, то она часто называется мононитью.

Полоски получают разрезанием широких рулонов бумаги, пленки, фольги и используют для изготовления разрезных нитей.

1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЛОКОН

В основу классификации текстильных волокон положено их происхождение (способ получения) и химический состав (рис. 1.1). По происхождению все волокна подразделяют на натуральные и химические.

К натуральным относятся волокна растительного, животного и минерального происхождения, которые образуются в природе без непосредственного участия человека. Натуральные растительные волокна состоят из целлюлозы. Их получают с поверхности семян (хлопок) и из стеблей растений (лен, джут, пенька). Натуральные волокна животного происхождения состоят из белков: кератина (шерсть) или фиброина (шелк).

К химическим относятся волокна и нити, создаваемые в заводских условиях путем формования их из природных или синтетических полимеров.

Искусственные волокна получают из высокомолекулярных соединений, встречающихся в природе в готовом виде (целлюлоза, белки). Синтетические волокна получают из высокомолекулярных соединений, синтезируемых из низкомолекулярных веществ, сырьем для которых являются продукты переработки нефти и каменного угля. Синтетические волокна подразделяют на гетероцепные и карбоцепные.

Гетероцепные – волокна, у которых в основной цепи полимера помимо атомов углерода есть другие элементы, например кислород, азот и др. Карбоцепные – волокна, у которых в основную цепь полимера входят только атомы углерода.

Химическая промышленность выпускает волокна в виде жгута, моноплетей и комплексных нитей. Жгут состоит из большого количества элементарных нитей (10–15 тысяч) и используется для получения коротких (штапельных) волокон (для этого жгут разрезают на отрезки заданной длины).

1.2 СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН

Все текстильные материалы нужно рассматривать как сложные конструкции, которые приходится изучать на разных уровнях (волокна–нити–полотна).

Почти все текстильные волокна состоят из полимеров – высокомолекулярных соединений (ВМС). Главными особенностями строения этих веществ являются:

1. Макромолекулы ВМС представляют собой длинные гибкие образования, состоящие из большого числа групп атомов (элементарных звеньев), соединенных между собой химическими связями.

2. Число звеньев, называемое степенью полимеризации (n), в макромолекулах колеблется в широких пределах – от нескольких сотен до десятков тысяч. Например, макромолекула целлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$, для хлопка $n = 5–15$ тысяч, льна $n = 36$ тысяч, вискозы $n = 500–800$.

3. Длина макромолекул в сотни и тысячи раз превышает их поперечные размеры.

4. В пределах одного полимера макромолекулы имеют широкий диапазон колебаний по длине, т. е. ВМС обладают полидисперсностью, в результате свойства волокон неоднородны.

5. Деформация всех полимеров состоит из 3-х частей: упругой, эластической и пластической.

Классификация текстильных волокон

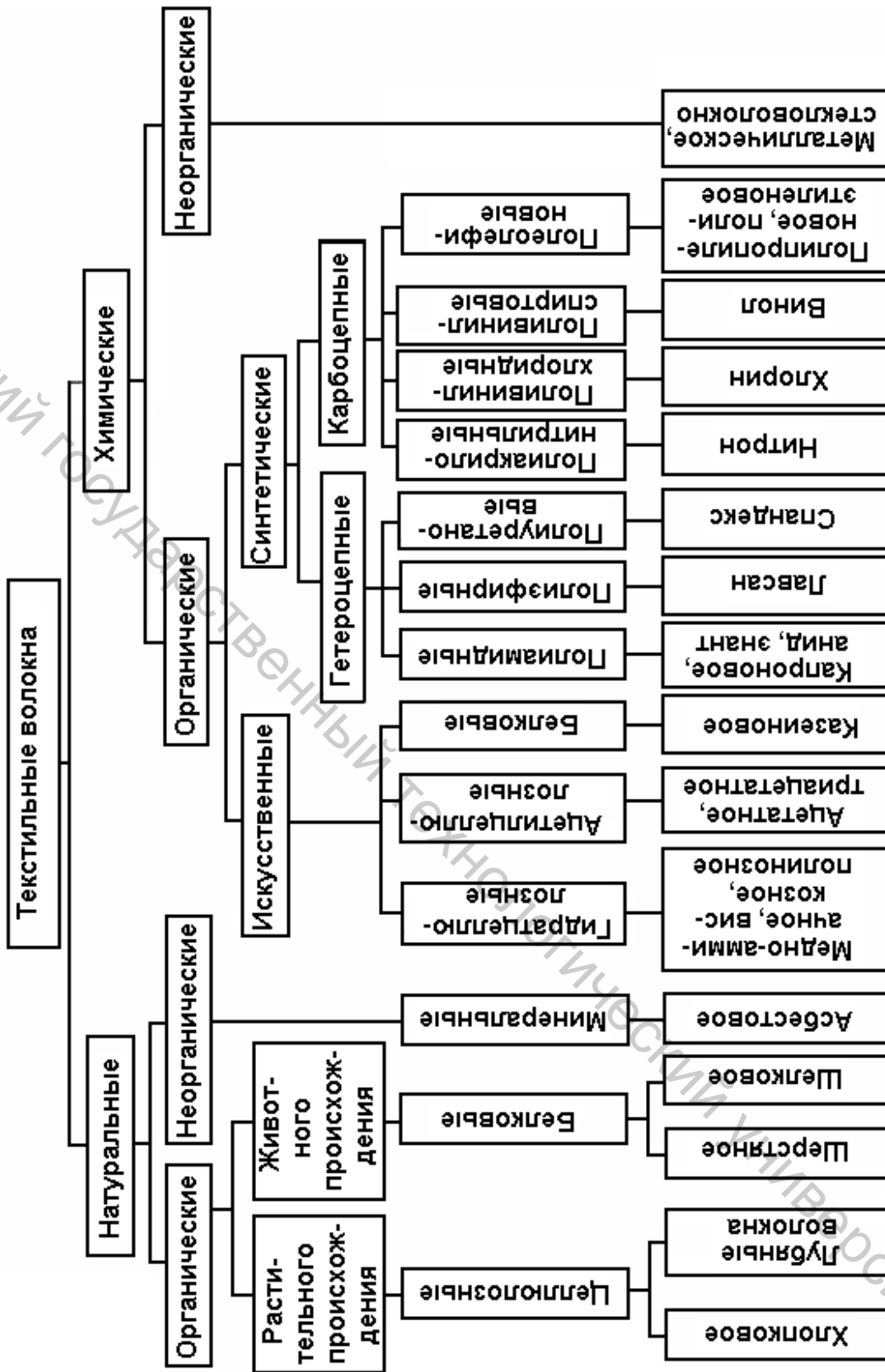


Рисунок 1.1 – Схема классификации текстильных волокон

б. Растворы всех полимеров имеют большую вязкость, число растворителей ограничено.

У некоторых полимеров, образующих текстильные волокна, элементарные звенья имеют химические связи не только в продольном, но и в поперечном направлении. Известны три вида структур макромолекулы: линейная, разветвленная, сетчатая.

В линейной структуре каждое звено связано только с двумя соседними; в разветвленной – некоторые звенья связаны более чем с двумя другими звеньями, в результате от основной цепи образуются ответвления в виде небольших боковых цепей; в сетчатой – линейные цепи связаны между собой поперечными химическими связями.

Наряду с химическим строением полимера на его свойства влияет характер расположения макромолекул в структуре, т. е. его надмолекулярная структура. Волокнообразующие полимеры по своей надмолекулярной структуре относятся к фибриллярным соединениям. Развернутые макромолекулярные цепи, располагаясь относительно друг друга последовательно-параллельно, образуют простейшие структурные элементы полимеров – линейные пачки. Отдельные пачки образуют микрофибриллы, на основе которых формируются более крупные агрегаты – фибриллы.

Микрофибриллы по своему строению неоднородны и имеют чередующиеся кристаллические и аморфные участки, соотношение которых зависит от вида полимера. Длинные цепные макромолекулы могут последовательно проходить через несколько кристаллических и аморфных областей, переходить из одной микрофибриллы в другую, прочно соединяя их в структуре фибриллы. Такое строение волокнообразующих полимеров придает волокнам достаточную прочность, гибкость и эластичность. Структурные элементы не полностью заполняют объем волокна, между ними располагаются микропустоты, поры. От пористости зависит способность волокон к поглощению жидкостей, набуханию, окрашиванию и т. д.

Естественно, что сложные структуры текстильных волокон резко сказываются на их свойствах.

Характеристики свойств волокон

Свойства – это основные отличительные особенности материалов, которыми они наделены: геометрические, механические, физические, химические. Свойства изучают с помощью различных приборов и методов и выражают величинами, называемыми характеристиками. Числовые выражения характеристик называются показателями.

Геометрические свойства – это размерные характеристики, к которым относятся длина и толщина.

Длина волокна L (мм) – расстояние между концами распрямленного, но не растянутого волокна.

Толщина волокон изменяется от 2 до 60 мкм. Непосредственное измерение толщины волокон затруднено, т. к. форма их поперечного сечения весьма разнообразна, поэтому толщину волокон оценивают косвенными величинами.

Линейная плотность волокна T (текс) показывает массу единицы длины и определяется как отношение массы волокон m (мг) к их длине L (м):

$$T = m / L \quad (1.1)$$

Чем меньше линейная плотность, тем тоньше волокно и меньше его поперечное сечение. Линейная плотность волокон – текс (T) принята в качестве международной единицы измерения.

Раньше для оценки тонины волокон (нитей) использовали метрический номер N , который определяется отношением длины волокна (нити) L (м) к его массе m (г): $N = L/m$. Чем тоньше волокно или нить, тем выше номер. Между N и T существует соотношение: $T \cdot N = 10^3$.

Площадь поперечного сечения, S , мм² рассчитывается по формуле

$$S = 0,001T / \gamma, \quad (1.2)$$

где γ – плотность вещества волокна, мг/мм³.

Условный диаметр ($d_{\text{усл}}$, мм) для волокон, если принять поперечное сечение близким к круглой форме, можно определить по формуле:

$$d_{\text{усл}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}}. \quad (1.3)$$

Так как внутри волокон имеются микропустоты, определяют также расчетный диаметр (d_p , мм):

$$d_p = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}}, \quad (1.4)$$

где δ – средняя плотность волокна, мг/мм³.

Извитость волокна – число витков на 1 см длины, подсчитанное при натяжении, соответствующем массе 10 метров волокна.

Механические свойства характеризуют способность волокон сопротивляться действию приложенных внешних сил.

Наибольшее значение имеют растягивающие и изгибающие силы. При приложении растягивающего усилия до полного разрушения волокна определяют следующие характеристики.

Разрывное усилие P_p (Н, сН, гс) – наибольшее усилие, выдерживаемое волокном в момент разрыва.

Предел прочности (разрывное напряжение) σ_p , Па – характеризует разрывное усилие, приходящееся на единицу площади поперечного сечения:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{S}. \quad (1.5)$$

Относительное разрывное усилие P_o , сН/текс (гс/текс), характеризует разрывное усилие, приходящееся на единицу линейной плотности:

$$P_o = P_p / T. \quad (1.6)$$

Абсолютное разрывное удлинение l_p , мм, – увеличение длины волокна к моменту разрыва:

$$l_p = L_p - L_o, \quad (1.7)$$

где L_o - начальная длина образца волокна, мм;

L_p - длина образца к моменту разрыва, мм.

Относительное разрывное удлинение ε_p , %, показывает, какую часть от первоначальной длины образца составляет его абсолютное удлинение к моменту разрыва:

$$\varepsilon_p = 100l_p / L_o. \quad (1.8)$$

При приложении растягивающих усилий меньше разрывных в цикле «нагрузка – разгрузка – отдых» определяют полную деформацию и ее составные части (компоненты).

Полная деформация, $\varepsilon_{полн}$, % – деформация, которую приобретает волокно к концу периода нагружения.

Упругая деформация ε_y , % – деформация, которая мгновенно исчезает после снятия нагрузки. Она является следствием небольших изменений расстояний между звеньями и атомами макромолекул при сохранении связей между ними.

Эластическая деформация $\varepsilon_э$, % – часть полной деформации, которая возникает при нагружении и исчезает после снятия нагрузки через определенное время. Она связана с перегруппировкой макромолекул.

Пластическая деформация $\varepsilon_{пл}$, % – не исчезающая часть полной деформации. Она обусловлена необратимым смещением структурных элементов, разрывом связей между макромолекулами.

$$\varepsilon_{полн} = l_y + l_э + l_{пл}. \quad (1.9)$$

От соотношения упругой, эластической и пластической деформации зависит сминаемость текстильных материалов, их формоустойчивость.

Гибкость и цепкость волокон зависят от их химического состава, извитости, особенностей строения.

Физические свойства – гигроскопические, тепловые, оптические и др.

Гигроскопические свойства – характеризуют способность волокон к поглощению влаги; оцениваются фактической, нормальной, кондиционной и максимальной влажностью.

Фактическая влажность $W\phi$, % показывает, какую часть от массы сухого волокна составляет влага, содержащаяся в нем при данных атмосферных условиях:

$$W\phi = 100 (m_{\phi} - m_{c}) / m_{c}, \quad (1.10)$$

где m_{ϕ} – масса волокон, соответствующая фактическим атмосферным условиям; m_{c} – масса абсолютно сухого волокна.

Нормальная влажность W_n , % – влажность волокна, выдержанного в течение 24 часов при нормальных атмосферных условиях (температура воздуха 20 ± 2 °С, относительная влажность 65 ± 5 %).

Кондиционная влажность W_k , % – влажность, условно установленная для данного вида волокон, близка к нормальной и используется при приемке и сдаче продукции.

Пересчет фактической массы на кондиционную осуществляется по формуле

$$M_k = M\phi \frac{100 + W_k}{100 + W\phi}, \quad (1.11)$$

где $M\phi$ – фактическая масса материала, кг;

W_k – кондиционная влажность, % (определяется по стандартам);

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

Максимальная влажность (гигроскопичность) W_2 , % – показывает влажность волокна, выдержанного при относительной влажности воздуха 100 % и температуре 20 °С.

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

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

Теплостойкость характеризуется температурой, выше которой происходит резкое ухудшение основных свойств волокон.

Термостойкость характеризуется необратимыми изменениями основных свойств волокон, которые произошли после длительного нагревания.

Тепло- и термостойкость определяют условия эксплуатации и выбор режимов влажно-тепловой обработки (ВТО) волокнистых материалов.

Светостойкость характеризует способность волокон сопротивляться разрушающему действию света, кислорода воздуха, влаги и тепла.

Водостойкость характеризует изменение свойств волокон в мокром состоянии.

Химические свойства (хемостойкость) характеризуют устойчивость волокон к действию кислот, щелочей и различных химических реагентов, которые используются при производстве текстильных материалов (например, в процессе отделки) и при эксплуатации изделий (стирка, химчистка и др.)

1.3 НАТУРАЛЬНЫЕ ВОЛОКНА

В материалах для одежды в основном используют волокна растительного и животного происхождения.

1.3.1 Волокна растительного происхождения

Основным веществом, слагающим волокна растительного происхождения, является –целлюлоза, которая относится к классу высших углеводов. Это твердое, труднорастворимое вещество. Структурная формула целлюлозы $(C_6H_{10}OH)_n$. Коэффициент полимеризации у хлопка $n = 5 - 6$ тысяч, у льна $n = 20 - 30$ тысяч. Кроме целлюлозы в растительных волокнах содержатся жировосковые и красящие вещества, лигнин и др.

К натуральным волокнам растительного происхождения относят: лен, хлопок, пеньку, джут, кенаф, ваточник, канатник, кендырь, волокна абаки, ананаса, генекена, рами, сизаля, сесбании, сиды, юкки, кокосовой пальмы, капок.

Лубяными называют волокна, которые содержатся в стеблях, листьях или плодах растений. Их подразделяют на:

- тонкие стеблевые (лен, рами, кендырь), из них вырабатывают тонкие и средние бытовые, мешочные и технические ткани;
- грубые стеблевые (пенька, джут, кенаф), из них вырабатывают грубые тарные ткани и крученые изделия (веревки, канаты);
- жесткие листовые (манила, сизаль, генекен, драцена, юкка), из них вырабатывают крученые изделия (морские канаты) и циновки;
- плодовые (койр), получают из наружного покрова скорлупы орехов кокосовой пальмы, они используются для изготовления веревок, циновок, плетеных изделий.

Для производства бытовых швейных изделий в основном используются хлопковые и льняные волокна.

ХЛОПОК – это тонкие волокна, покрывающие семена растения хлопчатника.

Хлопчатник – кустарниковое однолетнее теплолюбивое растение высотой 70–150 см. Наиболее распространены два ботанических вида хлопчатника: косматый и барбадосский.

Косматый (волосистый) хлопчатник дает средневолокнистый хлопок ($T = 0,16–0,22$ текс) с длиной волокна до 35 мм. Продолжительность его вегетационного периода составляет 130–150 дней. Волокно используется для изготовления пряжи средней толщины, идущей для выработки тканей типа ситец, бязь и др.

Барбадосский хлопчатник дает тонковолокнистый ($T = 0,13–0,15$ текс) хлопок с длиной волокна до 55 мм. Вегетационный период длится 140–200 дней. Из него вырабатывают тонкую пряжу, идущую для выработки тканей типа батиста, поплина, маркизета и др.

Через 11–12 недель после посева хлопчатник зацветает. Период цветения длится больше месяца, но каждый цветок цветет только один день. После его опадания образуется завязь – коробочка, состоящая из 4–5 долек, в каждой находится по 6–9 семян. Некоторые поверхностные клетки растущих семян начинают удлиняться, каждая такая клетка является волокном хлопка.

В своем развитии волокно проходит два периода. В первый период (30–40 дней) волокно растет в длину и представляет собой тонкостенную (0,2–0,5 мкм) трубочку, заполненную протоплазмой. Во втором периоде (25–30 дней) происходит созревание волокна. Толщина стенок волокна увеличивается за счет отложений целлюлозы от периферии к центру. Макромолекулы целлюлозы откладываются по винтовым линиям под углом 25–40° к оси волокна. Направление винтовых линий каждый день меняется и делается то правым (обозначается Z), то левым (обозначается S). Канал уменьшается. Отношение внешнего диаметра волокна к диаметру канала является показателем зрелости волокна.

Когда созревание закончено, волокно подсыхает и стенки его спадают, волокно приобретает вид извитой ленточки. Наличие извитости повышает цепкость волокна, что способствует повышению прочности нитей при прядении.

Коробочки раскрываются неодновременно, поэтому хлопок (рис. 1.2) собирают в несколько приемов вручную и хлопкоуборочными машинами.



Рисунок 1.2 – Коробочка хлопка

Волокна, собранные вместе с семенами, называются хлопком-сырцом. Первичная обработка заключается в очистке от растительных и сорных примесей, отделении волокон от семян и прессовании их в кипы.

Установлено 11 степеней зрелости хлопкового волокна, от 0,0 (незрелое волокно) до 5,0 (предельно зрелое волокно) с интервалом 0,5. На рис.1.3 представлены продольный вид и поперечные срезы волокон хлопка различной степени зрелости.

Волокна с длиной более 20 мм называют хлопок-волокно, из него вырабатывают пряжу и текстильные полотна. Волокна с длиной от 5 до 20 мм называют пухом и используют при производстве ваты, нетканых полотен и искусственных волокон. Волокна с длиной до 5 мм называют подпушком (применяют при изготовлении лаков, красок).

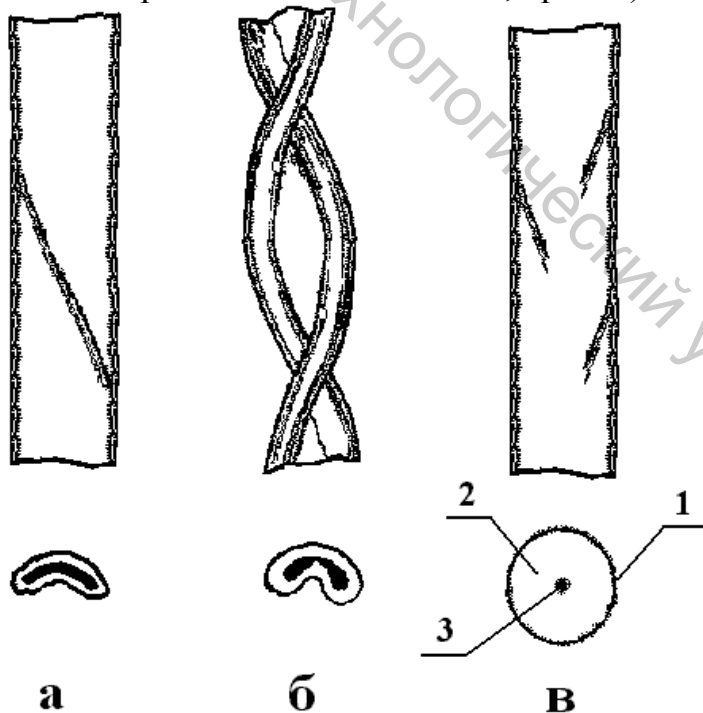


Рисунок 1.3 – Волокна хлопка под микроскопом: а – незрелое волокно, б – волокна средней зрелости, в – волокна предельной зрелости; 1 – первичная стенка, 2 – вторичная стенка, 3 – канал

Свойства хлопка. Плотность хлопка 1,52 – 1,56 мг/мм³.

Длина и толщина волокон. Средний размер диаметра поперечного сечения волокон 15–25 мкм ($T = 0,12–0,2$ текс). По длине волокна хлопок подразделяют на коротковолокнистый (длина до 30 мм), средневолокнистый (длина 30–35 мм) и длиноволокнистый (длина 35–50 мм).

Прочность волокон зависит от степени их зрелости, в среднем относительная разрывная нагрузка 27–36 сН/текс. Удлинение при разрыве – 7–8 %. В мокром состоянии прочность увеличивается на 10–20 %. Хлопчатобумажные ткани легко сминаются, т. к. приблизительно 50 % от общей деформации составляет пластическая ее часть.

Цвет. Волокна имеют белый или слегка кремовый цвет. Существуют сорта хлопчатника, дающие волокна зеленоватого или бежевого цветов.

Кондиционная влажность хлопка установлена 8–12 % в зависимости от его сорта, гигроскопичность достигает 20 %. Хлопок быстро впитывает влагу и быстро ее отдает, т. е. быстро высыхает.

Действие кислот и щелочей. Под действием кислот хлопок разрушается, при длительном их воздействии прочность волокна резко снижается. Под действием концентрированной серной кислоты волокна обугливаются.

Под действием щелочи (процесс мерсеризации) волокна набухают, их извитость исчезает, поверхность становится гладкой, блестящей, повышается прочность и улучшается способность к окрашиванию.

Хлопок растворяется под действием медно-аммиачного комплекса, т. е. раствора гидроокиси меди в нашатырном спирте. Органические растворители, применяемые при химчистке, на хлопок не действуют.

Под действием светопогоды хлопок постепенно теряет прочность, так в результате действия солнечного света в течение 940 часов прочность снижается на 50 %.

Волокна хлопка имеют хорошую термостойкость. Нагревание до 140–150 °С вызывает лишь незначительное ухудшение механических свойств. При нагреве свыше 170–180 °С разрушение их идет более интенсивно, и при 250 °С волокна обугливаются.

Волокна хлопка горят желтым пламенем и сгорают полностью, образуя серый пепел. При сжигании волокна ощущается запах жженой бумаги.

ЛЕН – однолетнее травянистое растение высотой 60–100 см. Его выращивают в России, Белоруссии, Польше, Германии, Франции, Китае и др. странах. Наиболее распространены лен-кудряш (масличный лен, рис. 1.4 а) и лен-долгунец (прядильный лен, рис. 1.4 б).

Вегетационный период льна 75–90 дней. Примерно через месяц после всходов начинается бутонизация, а затем цветение льна. В это время происходит наиболее интенсивный рост длины стеблей растений и массовое развитие в них волокнистых пучков. Убирают лен в период ранней желтой спелости. Снаружи стебель льна (рис. 1.4 в) покрыт тонкой пленкой 1 (кутикулой), пропитанной воскообразным веществом. Под ней расположена кожица 2 и кора 3, которые вместе называют лубяным слоем. В коре располагаются клетки двух видов: паренхимные и прозенхимные. Паренхимные клетки развиваются равномерно во всех направлениях, они содержат запасы питательных веществ и служат для связывания всех элементов коры.

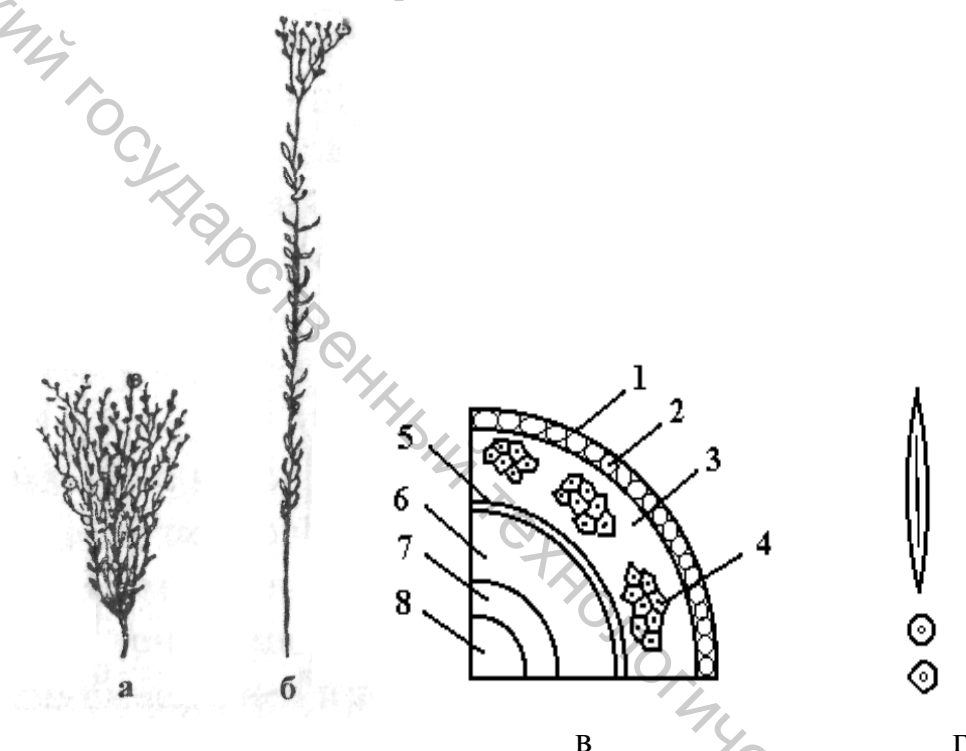


Рисунок 1.4 – Внешний вид и строение льна: а – лен-кудряш, б – лен-долгунец, в – срез стебля льна, г – элементарное волокно льна

Прозенхимные клетки 4 в процессе роста значительно удлиняются, они располагаются вдоль стебля и являются элементарными волокнами льна. Прозенхимные клетки склеиваются между собой пектиновыми веществами в пучки по 15–30 волокон, образуя комплексные (технические) волокна льна. В поперечном сечении стебля обычно 20–25 пучков, общее число волокон 250–650. Волокнистые пучки хорошо развиты по всей длине стебля и за счет боковых ответвлений, переходящих из одного пучка в другой, образуют в стебле сетчатый волокнистый слой. Плотнo сформировавшиеся пучки волокон с граненой формой сечения обычно свидетельствуют о хорошем качестве технического волокна.

Следующий слой 5 называется камбий, затем идут древесина, сердцевина 7 и полость 8.

Элементарное волокно (рис. 1.4 г) представляет собой растительную клетку веретенообразной формы с узким каналом и заостренными концами. В первичной и вторичной стенках фибриллы расположены по спирали с углом наклона 8–12° к оси волокна. По мере приближения к каналу угол наклона фибрилл уменьшается и может достигать 0°.

Слоистая структура волокна образуется в результате постепенного отложения целлюлозы на его стенках. Длина элементарного волокна составляет в среднем 10–38 мм, поперечник – 12–37 мкм.

Первичная обработка льна заключается в получении тресты, когда в результате расстила на полях в поле нарушаются связи пучков волокон с окружающими их тканями. Затем сухая треста подвергается мятью, для измельчения и удаления древесного слоя, и трепанию. Выделенные волокна подвергают гребнечесанию, в результате чего получают пряжи длинных очищенных комплексных (технических) волокон чесаного льна и короткие волокна – очесы. Чесаный лен используют на получение гребенной пряжи, из которой изготавливают качественные бытовые ткани. Очесы, вместе с короткими волокнами, полученными из отходов трепания, используют для получения оческовой пряжи, идущей на производство грубых тканей и крученых изделий, либо для получения котонина – хлопкоподобного льняного волокна.

В процессе котонизации длина пучков очеса уменьшается и технические волокна разделяются до уровня элементарных. В настоящее время применяются несколько способов котонизации: химический (за счет разрушения пектина и лигнина химическими реагентами); механический (путем разрезания или разрыва волокнистой ленты); механохимический и биологический (путем расщепления химических веществ ферментами). Котонизированные волокна получают длиной 25–35 мм и тониной 14–100 мкм, их используют в смеси с хлопком, шерстью, вискозой и другими волокнами. Наряду со льном в странах Азии для изготовления бытовых тканей используют волокно рами. В некоторых странах Европы возобновился интерес к получению волокон из крапивы, ткани из этих волокон, по данным некоторых производителей, выглядят как льняные, блестят как шелковые, и обладают теплозащитными свойствами как шерстяные.

Свойства льна. Плотность льна 1,50 мг/мм³.

Длина и толщина волокон. Комплексное волокно чесаного льна имеет длину в среднем 170–250 мм и поперечник 150–250 мкм. Линейная плотность элементарного волокна 0,17–0,3 текс, комплексного – 5–8 текс.

Относительное разрывное усилие элементарного волокна 54–72 сН/текс, комплексного – 40–60 сН/текс.

На долю остаточной деформации (при нагрузках 25 % от разрывной) приходится 60–70 %. В результате льняные ткани сильно сминаются.

Цвет волокон – от светло-серого до темно-серого.

Физико-химические свойства льна близки к свойствам хлопка. Гигроскопичность льна при нормальных условиях равна 12–17 %. Лен быстро впитывает и отдает влагу. Под действием воды прочность элементарных волокон увеличивается на 10–20 %, а технического льна – уменьшается, т. к. ослабляется связь между отдельными пучками волокон. Особенностью льна является его высокая теплопроводность, поэтому на ощупь волокна льна всегда прохладны. Эти свойства делают лен незаменимым для летней одежды.

Действие кислот и щелочей на лен аналогично их действию на хлопок. Волокна льна труднее окрашиваются и труднее отбеливаются, чем хлопок, т. к. имеют интенсивную природную окраску. Кроме того, элементарные волокна имеют толстые стенки и узкий канал, закрытый с двух сторон. Эффект мерсеризации менее заметен, чем у хлопка, т. к. волокна имеют природный блеск.

При кипячении в мыльно-содовых растворах из-за растворения пектиновых веществ волокна становятся светлее и мягче.

Под действием прямых солнечных лучей в течение 990 часов прочность льна снижается на 50 %, т. е. стойкость льна к свету несколько выше, чем хлопка. Горит лен так же, как хлопок.

Кроме льна в текстильном производстве используются и другие растительные лубяные волокна.

К наиболее распространенным лубяным растениям относят: растения, содержащие волокна в стеблях – конопля, кенаф, джут, рами, канатник, кендырь, сесбания, юкка (рис. 1.5); содержащие волокна в листьях – агава, новозеландский лен (формиум), прядильный банан (абака), юкка (рис. 1.6).

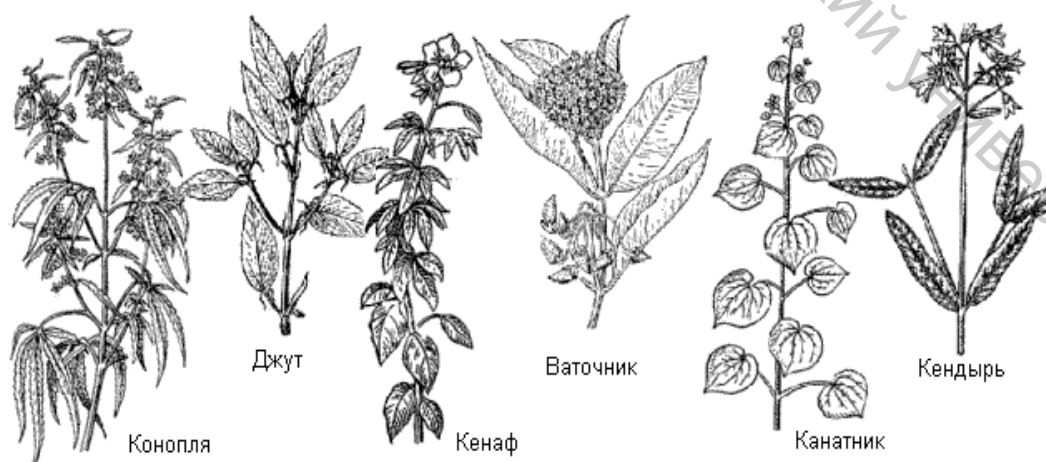


Рисунок 1.5 – Лубяные растения, используемые для добычи волокон из стеблей

Зоны произрастания их различны: лен-долгунец, конопля, канатник и сида – растения умеренных широт, остальные – тропических и субтропических и прилегающих к ним зон.

Пенька – грубое лубяное волокно из стеблей конопли. Мужское растение конопли называется посконь, или замашка, женское – матерка. Из поскони и зеленца (матерка, убранная в период технической спелости) получают волокно (пеньку), из которого изготавливают ткани. Из волокна матерки, убранной на семена, делают морские канаты, веревки, парусину. Выход волокна из сухих стеблей поскони 20–25 %, матерки – 12–20 %. Техническое волокно пенька состоит из склеенных элементарных волокон длиной 14–15 мм.

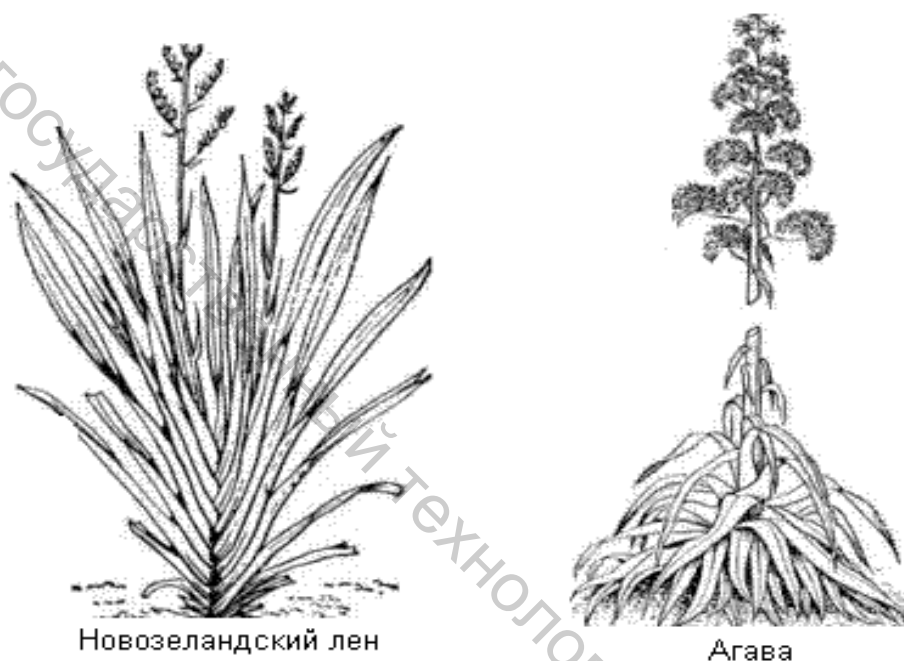


Рисунок 1.6 – Лубяные растения, используемые для получения волокон из листьев

На заводах первичной обработки в результате мятья и трепания вымоченных и высушенных стеблей конопли получается пенька длиной более 700 мм; при очистке отходов трепания и из короткой, спутанной (низкосортной) тресты выделяется короткое волокно средней длины 175–250 мм. Часто пенькой называют также лубяные волокна других растений, например манильской пеньки (абака), сизальской пеньки (сизаль).

Джут – наиболее распространенное грубостеблевое влагоемкое волокно, получаемое из стеблей растения джут. Содержание его в сухих стеблях – 20–25 %. Крупнейшие поставщики джута на мировой рынок – Индия и Пакистан. Волокно используют для изготовления технических, упаковочных, мебельных тканей, ковровых изделий.

Кенаф – волокно из стеблей однолетнего растения кенаф. Стебель прямой высотой 1–5 м. Растение тепло- и влаголюбиво. Содержание волокна в сухих стеблях сортов кенафа 16–20 %. Волокно отличается

высокой гигроскопичностью и прочностью, из него изготавливают мешковину, брезент, шпагат, веревки. Из костры делают бумагу и строительные плиты. Наибольшие площади посева кенафа в Индии, выращивают его также в Китае, Иране, Бразилии, США.

Ваточник, ласточник – род преимущественно травянистых растений семейства ластовневых. Существует более ста видов в Америке и несколько в Африке. Наиболее известен ваточник сирийский, или эскулапова трава, – многолетник родом из Америки. Одичавший ваточник встречается в Прибалтике, Белоруссии, на Украине и Кавказе. Высокое растение (до 2 м) с плотными, большей частью продолговато-эллиптическими листьями. Из стеблей получают прочное волокно для изготовления грубых тканей и веревок.

Канатник – однолетнее травянистое растение. В сухих стеблях канатника содержится до 25 % волокна, используемого для выработки пряжи, из которой изготавливают мешковину, шпагат, веревки и др. Волокно канатника прочное, но ломкое. Для улучшения свойств его обычно подвергают варке в слабых растворах едкого натра. Из отходов изготавливают бумагу, изоляционные материалы. Родина и древний центр культуры канатника Китай, где его выращивают на больших площадях. Посевы канатника есть в Монголии, Японии, Египте, США.

Кендырь – многолетнее травянистое растение. В стеблях содержится до 20–27 % луба, в лубе – до 10 % волокна, отличающегося гибкостью, прочностью и стойкостью к загниванию, пригодно для изготовления веревок, рыболовных сетей. Произрастает преимущественно в Северной Америке, Южной Европе и Юго-Восточной Азии.

Рами – волокно из стебля многолетнего растения рами семейства крапивных. Волокно прочное, эластичное, длинное (62–95 мм), оно отличается тониной, блеском и почти не подвержено гниению. Волокно рами идет на изготовление высококачественных бельевых и технических тканей, рыболовных сетей, высших сортов бумаги (в частности, для денежных знаков). Главный поставщик рами – Китай, в меньшей степени другие страны Южной и Восточной Азии. В странах СНГ растение известно под названием «Китайская крапива».

Сесбания – род растений семейства бобовых. Из коры сесбании получают грубое волокно для производства веревок, канатов и сетей.

Сиды – род травянистых растений и полукустарников. В мировом земледелии (преимущественно в Северной Америке и Европе) возделывают сиды острую, кубинский джут, содержащие в стеблях 15–20 % волокна. Волокно сиды белое, по крепости не уступает джутовому, но более хрупкое.

Новозеландский лен или формиум – многолетнее травянистое растение с мечевидными листьями длиной до 3 м. Листья содержат прочное волокно, используемое для производства шпагата, веревок,

морских снастей, циновок, матов. Новозеландский лен произрастает на островах Новая Зеландия и Норфолк, образуя обширные заросли на влажных равнинах и склонах гор; выносит морозы до -10°C . Культивируется во многих субтропических странах как техническое и декоративное растение. На Черноморском побережье Кавказа новозеландский лен выращивают в садах, парках и на небольших плантациях.

Юкка – род древовидных вечнозеленых растений семейства агавовых. Стебли достигают высоты до 12 м, листья мечевидные, жесткие, длина часто более 1 м. Из листьев получают волокно, используемое на мешковину, веревки, плетеные изделия. В Крыму и на Кавказе выращивают как декоративные растения.

Абака – жесткое лубяное волокно, извлекаемое из листьев многолетнего тропического растения абака (текстильный банан). Волокно абака еще называют манильской пенькой.

Сизаль – жесткое, грубое натуральное волокно, получаемое из листьев агавы (*sisalana*), иногда сизалем называют само растение. Волокна выделяют из свежих листьев без какой-либо обработки, выход составляет около 3,5 %. Длина элементарного волокна 2,5 см, технического – 0,6–1,5 м. Волокна блестящие, желтоватого цвета, по прочности сизаль уступает абаке и характеризуется большей ломкостью, чем пенька. Идет на изготовление канатов, сетей, веревок, шпагата, половиков, упаковочных и других грубых тканей; из отходов производят бумагу, главным образом оберточную. Главные экспортеры – Танзания, Кения, Ангола, Бразилия.

Из листьев близкого вида агавы *fouteroydes* добывают мексиканский сизаль, который также называют юкатанский сизаль или **генекен**. Из листьев агавы *santala* добывают волокно **канталу**.

Часть волокон растительного происхождения получают с поверхности семян, плодов, к ним относят хлопок, капок, койр.

Капок – это волоски из плодов сейбы (*Seiba pentandra*). Сейбу часто называют хлопчатым или хлопковым деревом. Культивируют сейбу в тропических странах обоих полушарий, особенно много выращивают ее в Азии. Волокна образуются на внутренней стороне створок плодов-коробочек (не на семенах). Длина волокон 10–35 мм, диаметр 0,02–0,04 мм. Волокна мягкие, белые или буроватые, не смачиваются водой и не сваливаются. К действию воды капок в несколько раз более стоек, чем пробка. Волокно применяют для набивки спасательных кругов и жилетов, мягкой мебели, матрацев и подушек, а также как звукоизоляционный и теплоизоляционный материал.

Койр – волокно из оболочек плодов кокосовой пальмы. Это одревесневшие сосудистые пучки красно-коричневого цвета длиной 15–33 см, толщиной 0,05–0,3 мм. Лучшее волокно получают из

недозревших орехов, которые вымачивают в морской воде, затем волокна вычесывают. Самые длинные (25,4–30,5 см) и средние (20,3–25,4 см) волокна идут на изготовление койровой нити, из которой делают маты, циновки, не намокающие и не тонущие в воде веревки и канаты, рыболовные сети.

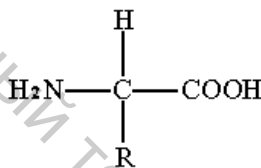
Грубое одревесневшее волокно зрелых орехов идет на изготовление щеточных изделий, короткое и запутанное волокно – на набивку матрацев и подушек.

Из волокон листьев изготавливают канаты, циновки, щетки. Производят койр главным образом в Индии и на о. Шри-Ланка (Цейлон).

1.3.2 Волокна животного происхождения.

Природные волокна животного происхождения (шерсть и шелк) состоят из белков – природных высокомолекулярных соединений. К ним относятся кератин (в шерсти), фиброин и серицин (в шелке).

Макромолекулы природных белков состоят из различных аминокислотных остатков (их около 20). Схематическая формула аминокислоты:



(R – радикал, или группа атомов в зависимости от вида аминокислоты). Элементарные звенья связаны в макромолекулы пептидной связью (-CO-NH-). В кератине шерсти в большом количестве содержатся остатки аспарагиновой, глутаминовой кислот, цистин, серин, лейцин и др., имеющие развитые радикалы. Это препятствует плотной упаковке макромолекул кератина, имеющего в своей структуре кристаллические и аморфные участки. В фиброине шелка в большом количестве входят глицин, серин и тирозин. Упаковка макромолекул в фиброине компактная с большей степенью ориентации.

ШЕРСТЬ – это волокна волосяного покрова, снимаемые с животных (овец, коз, верблюдов и др.). Наиболее широко (до 95 %) используется овечья шерсть.

В строении шерстяных волокон различают три слоя: чешуйчатый, корковый и сердцевинный.

В зависимости от особенностей строения различают несколько типов шерстяных волокон: пух, переходный волос, ость и мертвый волос (рис.1.7)

Пух – наиболее тонкое, мягкое, прочное и извитое волокно. Диаметр пуха 14–25 мкм. Он состоит из двух слоев: чешуйчатого (1) и коркового (2). Чешуйки имеют вид колец с неровными краями, как бы вдетыми друг в друга.

Переходной волос имеет поперечник 25–30 мкм. По длине, извитости и прочности напоминает пух. Кроме чешуйчатого и коркового слоев переходный волос имеет еще очень тонкий и прерывистый сердцевинный слой (3).

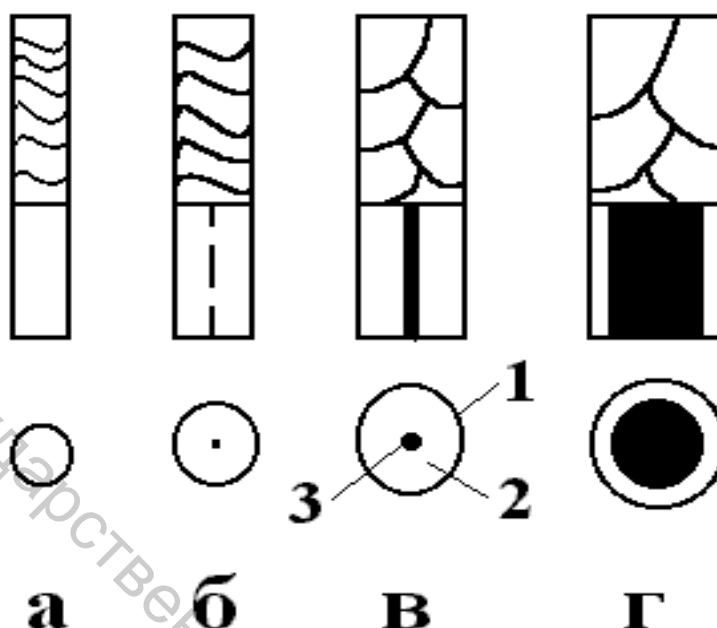


Рисунок 1.7 – Волокна шерсти разных типов: а – пух, б – переходный волос, в – ость, г – мертвый волос; 1 – чешуйчатый слой, 2 – корковый слой, 3 – сердцевина

Ость – грубое и неизвитое волокно, состоит из трех слоев: чешуйчатого, коркового и сердцевинного. Чешуйки ости состоят из отдельных пластинок и напоминают черепицу на крыше. Сердцевинный слой хорошо развит по всей длине волокна. Поперечник равен 30–50 мкм.

Мертвый волос представляет собой грубое волокно с сильно развитым сердцевинным слоем, занимающим 90% поперечного сечения. Это непрочное волокно, бесцветное, тусклое и ломкое. Поперечник более 50 мкм.

Шерсть, состоящая из волокон одного вида, называется однородной, а из смеси волокон разного вида – неоднородной.

Чешуйчатый слой – это внешняя оболочка волоса, состоит из ороговевших клеток кератина. Края чешуек различной формы перекрывают друг друга, что создает своеобразную шероховатость волоса. Чешуйчатый слой стоек к механическим воздействиям и к действию химических реагентов и обуславливает некоторые свойства шерсти (способность к свойлачиванию, блеск).

Корковый слой, или кортекс, является основным слоем волокна, от него зависят физико-механические свойства шерсти (прочность, растяжимость, упругость, мягкость и др.). Корковый слой состоит из веретенообразных клеток длиной 80–100 мкм, толщиной 4–5 мкм,

расположенных вдоль волокна. Промежутки между клетками заполнены белковым межклеточным веществом, оно содержит мельчайшие поры «вакуоли», наполненные воздухом или газом. Кorkовый слой состоит из парокортеса (содержит большое количество цистина, обладает значительной жесткостью и устойчивостью к щелочам) и ортокортеса (характеризуется меньшей жесткостью и повышенной набухаемостью в щелочах), от соотношения которых зависит природная извитость шерсти. Внутри веретенообразных клеток залегает красящий пигмент.

В середине волокна имеется сердцевина: высохшие пластинчатые клетки, расположенные рыхло и перпендикулярно корковому слою, промежутки между ними заполнены воздухом. Наличие сердцевинного слоя повышает толщину и жесткость волокна.

В зависимости от тонины и однородности шерсть делится на тонкую, полутонкую, полугрубую и грубую.

Тонкая шерсть является однородной и состоит из тонких пуховых волокон со средним поперечником 14–25 мкм, ее получают с тонкорунных пород овец и применяют для выработки высококачественных шерстяных камвольных и суконных тканей.

Полутонкая шерсть также относится к однородной и состоит из более толстых пуховых волокон и переходного волокна, имеющих поперечник 25–31 мкм. Получают ее с полутонкорунных и некоторых помесных пород овец и применяют для выработки различных камвольных костюмных и пальтовых тканей.

Полугрубая шерсть бывает однородной (поперечник 31–40 мкм) и неоднородной. Полугрубую неоднородную шерсть получают с помесных пород овец. Шерсть применяется для выработки полугрубых суконных костюмных и пальтовых тканей.

Грубая шерсть обычно является неоднородной (поперечник 41–67 мкм). Ее получают с грубошерстных пород овец. Применяется для выработки грубосуконных тканей.

Первичная обработка шерсти складывается из следующих операций: классировка, дезинфекция, сортировка, трепание, промывка, сушка и прессование.

В текстильной промышленности для изготовления недорогих суконных тканей может использоваться заводская и восстановленная шерсть.

Заводская шерсть – это шерсть, снятая со шкур животных (овец, коз, верблюдов, коров, лошадей). Заводская шерсть менее прочна, чем натуральная.

Восстановленная шерсть – шерсть, получаемая расщипыванием шерстяного лоскута, тряпья, обрывков пряжи и т. п. Эти волокна тоже всегда менее прочны, чем волокна натуральной шерсти.

В текстильной промышленности используют шерсть других животных, чаще всего в смеси с овечьей шерстью.

Верблюжья шерсть содержит пуховые и остевые волокна. Цвет шерсти рыжеватый или темно-бурый. Различают: пух (тайлак) – его вычесывают с молодых животных в период линьки, это тонкая пушистая шерсть длиной около 50 мм; грива – грубая длинная шерсть, используется для изготовления технических изделий.

Альпака – шерсть ламы из семейства верблюдовых – тонкое, прочное, мягкое и блестящее волокно.

Кашемир – шерсть кашмирских коз, получаемая вычесыванием; это очень тонкое и длинное (до 450 мм) волокно.

Вигонь – шерсть от редкого вида лам (в Перу), волокно тоньше кашемира.

Мохер (могер, тифик) – тонкая шерсть ангорских коз длиной 150–200 мм, мало извитое и блестящее волокно, придает изделиям типичный пушистый вид.

Ангора – пух ангорского кролика – мягкое, тонкое, водостойкое и молеустойчивое волокно.

Свойства шерсти. Плотность шерсти 1,3 мг/мм³.

Длина шерсти имеет большое значение для процесса прядения. Тонкая и полутонкая шерсть имеет среднюю длину 50–100 мм, полугрубая и грубая – 50–200 мм.

Извитость шерсти характеризуется числом извитков на 1 см. Различают следующие формы извитости: гладкую, растянутую, плоскую, нормальную, сжатую, высокую и петлистую.

Прочность шерстяных волокон зависит от их толщины и строения. Тонкая шерсть имеет относительное разрывное усилие 10,8–13,5 сН/текс и разрывное удлинение 20–35%. В мокром состоянии шерсть теряет 25–35 % прочности. Износостойкость тонкой шерсти выше, чем грубой. Это объясняется тем, что сердцевинный слой грубых волокон состоит из плоских рыхлых клеток, в основном заполненных воздухом.

Цвет шерсти тонкорунных овец белый, слегка кремоватый. Грубая шерсть подразделяется по цвету на белую, серую и цветную.

Блеск шерсти зависит от размера и формы чешуек. Крупные, плотно прилегающие чешуйки придают шерсти наибольший блеск. Мелкие, неплотно прилегающие чешуйки увеличивают матовость волокна.

Свойлачиваемость – это способность шерсти в процессе валки образовывать войлокообразный застил. Это свойство объясняется наличием на поверхности шерсти чешуек, препятствующих перемещению волокна в направлении, обратном расположению чешуек. Наибольшей способностью свойлачиваться обладает тонкая, упругая, сильно извитая шерсть.

Гигроскопические свойства. Шерсть при нормальных условиях поглощает 13–16 % влаги от своей массы, т. е. обладает наибольшей

гигроскопичностью. Она медленно впитывает влагу и медленно ее отдает в окружающую среду. Под действием тепла и влаги волокно приобретает способность удлиняться до 60 %. На способность шерсти менять степень растяжимости и усадки при влажно-тепловой обработке основано проведение таких операций, как сутюживание, оттягивание и декатировка.

Действие кислот и щелочей. Шерсть устойчива к действию всех органических растворителей, применяемых при химической чистке одежды. Шерсть обладает амфотерными свойствами и вступает во взаимодействие с кислотами и щелочами.

При кипячении шерсть растворяется уже в 2%-ном растворе едкого натра. Шерсть разрушается при действии только концентрированных кислот.

Шерсть начинает терять прочность при нагревании до температуры 110 °С и выше.

Стойкость к светопогоде у шерсти значительно выше, чем у хлопка и льна. Прочность волокон уменьшается на 50 % при облучении ее прямыми солнечными лучами в течение 1120 часов.

При горении шерсти ощущается запах жженого рога, при вынесении из пламени горение прекращается.

НАТУРАЛЬНЫЙ ШЕЛК. Шелком называются волокна, получаемые от шелкопряда, гусеницы которых выделяют его в виде непрерывной нити и завивают ее в кокон.

Промышленное значение имеет шелк тутового шелкопряда, гусеницы которого питаются листьями тутового дерева. В небольшом количестве используются коконы дубового шелкопряда.

В Белоруссии было выведено два вида шелкопряда, которые приспособлены к существующим климатическим условиям. Кормом для них служит лист березы и ивы.

Тутовый шелкопряд в своем развитии проходит четыре стадии: грена, гусеница, куколка, бабочка.

Бабочка тутового шелкопряда откладывает яички (грону) количеством 600–800 шт. (рис. 1.8 а), которые хранят до весны при температуре от -4 °С до +2 °С. Весной температуру повышают до 22–23 °С (период инкубации достигает 18-ти дней) и появляются гусеницы. Выкормку гусениц осуществляют на ярусных стеллажах (в червоводнях) в течение 30–40 дней.

Во время выкармливания в теле гусеницы совершается белковый обмен. Белки, содержащиеся в листьях тутового дерева, распадаются на отдельные аминокислоты, в организме гусениц происходит синтез аминокислот и перестройка их молекул, в результате образуется высокомолекулярное вещество – фиброин и шелковый клей – серицин (рис. 1.8 д).

В течение полного развития гусеницы (рис. 1.8 б) 4 раза линяют, в результате весь цикл развития делится на 5 возрастов. К концу пятого возраста гусеница достигает длины 6–8 см, ее масса 5–9 г. К этому периоду резервуары шелкоотделительных желез гусениц заполнены белковой жидкостью. Гусеницы переползают на коконник (пучки веток, травы) и начинают завивать кокон. Через специальные протоки гусеница выделяет две тонкие шелковины, которые при выходе на воздух застывают. Шелковины, состоящие из фиброина, склеиваются серицином (рис. 1.8 д). Длина коконной нити 700–1200 метров.

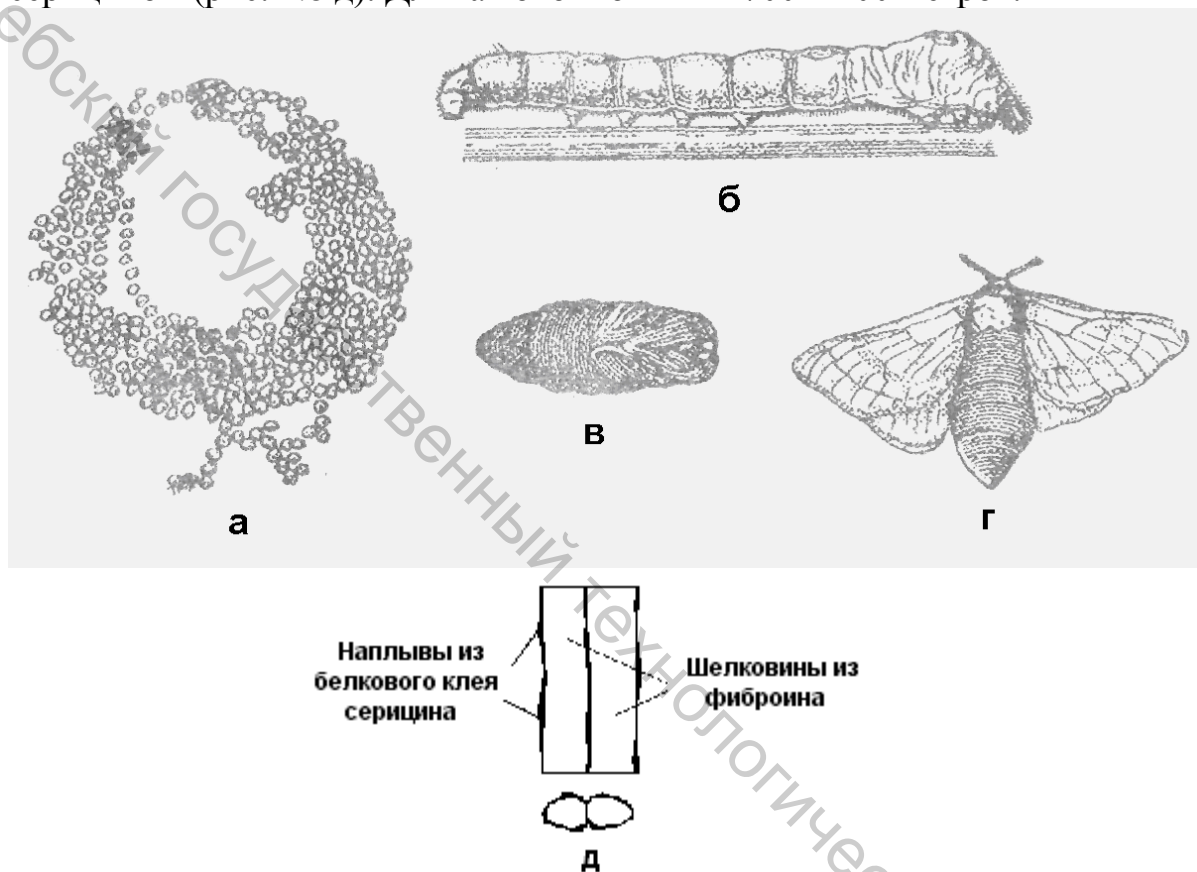


Рисунок 1.8 – Стадии развития тутового шелкопряда, коконная нить

Внутри кокона гусеница превращается в куколку (рис 1.8 в), у которой через 15–17 дней отрастают крылья и она превращается в бабочку (рис. 1.8 г). Бабочка смачивает один из полюсов кокона щелочной жидкостью и в образовавшееся отверстие выходит наружу. Такие коконы размотать нельзя. Поэтому коконы собирают через 8–9 дней после начала завивки и направляют на первичную обработку, которая заключается в замаривании куколок (чаще всего коконы обрабатывают паром и затем подвергают длительной теневой сушке) и размотке коконов, причем несколько концов (5–7) при размотке соединяют вместе.

Размотка коконов ведется на кокономотальных станках при температуре воды 40–55 °С. Получаемый продукт носит название шелк-

сырец. Шелк-сырец соединяют в несколько сложений и скручивают, получая крученный шелк.

Свойства шелка. Плотность шелка 1,37 мг/мм³.

Толщина (тонина). Коконная нить очень неравномерна вдоль длины, ее поперечник в среднем равен ≈ 32 мкм. Линейная плотность коконной нити находится в пределах 0,22–0,33 текс. Шелк-сырец может иметь линейную плотность в пределах 1,5–4,7 текс, чаще 1,6–2,3 текс.

Длина коконной нити может достигать до 1500 м, но при размотке внешний и внутренний слой не разматывают, и поэтому средняя длина коконной нити 600–900 м.

Прочность. Относительное разрывное усилие 27–31,5 сН/текс. Удлинение к моменту разрыва коконной нити составляет приблизительно 14–15 %, а шелка-сырца – 16–17 %. В мокром состоянии шелк теряет 10–20 % прочности. Доля обратимой деформации при этом составляет до 60 % полного удлинения, поэтому ткани из натурального шелка мало сминаются.

Гигроскопичность шелка. При нормальных условиях шелк-сырец поглощает 10–12 % влаги.

Цвет отваренных коконных нитей белый, слегка кремоватый.

По химической стойкости натуральный шелк превосходит шерсть. Разбавленные кислоты и щелочи, органические растворители, применяемые при химической чистке одежды, на натуральный шелк не действуют. Натуральный шелк растворяется только в концентрированных щелочах при кипячении. Фиброин – более стойкий белок, чем серицин: при кипячении в мыльно-содовых растворах серицин растворяется.

Термостойкость и светостойкость. Волокна натурального шелка теряют прочность при температуре более 110 °С. Под действием прямых солнечных лучей шелк разрушается быстрее, чем все прочие натуральные волокна. Прочность волокна снижается на 50 % при облучении его в течение 200 часов.

При горении шелк ведет себя также, как и шерсть.

1.4 ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Прототипом получения химических волокон послужил процесс образования шелкопрядом нити при завивке кокона. Впервые нить химическим путем была получена в 1883 году в Англии: раствор нитрата целлюлозы в уксусной кислоте продавливался в осадительную ванну, содержащую спирт. В 1891 году в городе Безансоне (Франция) был пущен первый в мире завод по производству нитрошелка, который из-за легкой воспламеняемости, горючести и высокой стоимости растворителей не получил широкого развития. Промышленное

производство вискозного волокна началось с 1905 года. В конце 30-х годов XX столетия возникло промышленное производство синтетических волокон.

Высокие темпы развития производства химических волокон объясняются следующими технико-экономическими факторами: доступностью и дешёвизной исходного сырья, постоянным улучшением свойств волокон и нитей, расширением областей их применения, возможностью получения волокон с заранее заданными свойствами, независимостью производства химических волокон от климатических условий.

1.4.1 Основные этапы получения химических волокон

При изготовлении химических волокон и нитей необходимо из твёрдого исходного полимера получить длинные и тонкие нити с продольной ориентацией макромолекул. Для этого необходимо перевести полимер в жидкое состояние, при котором появится возможность свободного перемещения макромолекул относительно друг друга. Если полимер имеет дешёвый и доступный растворитель, то его растворяют. Полимер расплавляют, если температура его плавления ниже температуры его разложения.

Раствор или расплав продавливают по трубопроводам через фильеры (колпачки с маленькими отверстиями) в виде непрерывных струек. Вследствие испарения растворителя, охлаждения или физико-химического взаимодействия с окружающей средой струйки затвердевают и превращаются в элементарные нити.

Несмотря на некоторые различия в получении химических волокон и нитей разных видов, общая схема их производства состоит из пяти основных этапов.

Получение и предварительная обработка сырья

Сырьё для искусственных волокон, состоящее из природных полимеров, обычно получают на предприятиях других отраслей промышленности: целлюлозных заводах, предприятиях пищевой промышленности. Его получают путём выделения из древесины, молока, семян и т. д. Предварительная обработка сырья состоит в его очистке и иногда в химическом превращении в новые полимерные материалы, растворимые в доступных растворителях.

Сырьё для синтетических волокон получают путём синтеза полимеров из мономеров на заводах химического волокна или химических предприятиях.

Приготовление прядильного раствора или расплава

Прядильным раствором называют достаточно концентрированный, вязкий и очищенный от примесей и пузырьков воздуха раствор полимера. Растворители должны удовлетворять следующим требованиям: доступность, малая стоимость, малая

токсичность и огнестойкость. Полимеры растворяют в аппаратах периодического действия: баках с мешалкой, обогреваемых снаружи.

Прядильные растворы характеризуют двумя основными показателями: вязкостью и концентрацией полимера в растворе.

Одновременно с приготовлением прядильного раствора или расплава выполняют следующие операции: проводят смешивание нескольких партий с целью получения большего объёма волокна, равномерного по свойствам; осуществляют фильтрацию и обезвоздушивание раствора. Последняя операция заключается в удалении пузырьков воздуха, которые, попадая в отверстие фильеры, вызывают обрыв нити. Обезвоздушивание осуществляют путём выдерживания раствора в течение определённого времени под вакуумом.

Из растворов получают искусственные волокна и большинство карбоцепных синтетических волокон.

Из расплавов вырабатывают гетероцепные (полиамидные, полиэфирные) и некоторые карбоцепные (полиолефиновые) волокна и нити. Поскольку расплавы полимеров имеют высокую температуру (260–330 °С), их фильтруют через несколько слоев кварцевого песка и металлические сетки непосредственно перед поступлением на фильеру.

Формование волокон и нитей

Этот процесс заключается в дозированном продавливании раствора или расплава через отверстия фильеры, затвердевании вытекающих струек и наматывании полученных нитей на приёмные устройства. Существует несколько способов формования нитей.

А. Формование из раствора мокрым способом.

В этом случае струйки раствора поступают в осадительную ванну, где происходит их химическое или физико-химическое взаимодействие с реагентами осадительной ванны. В результате струйки затвердевают, превращаясь в нити (рис. 1.9). Этим способом формируют вискозные, медно-аммиачные, хлориновые, поливинилспиртовые и нитроновые волокна.

Б. Формование из раствора сухим способом.

В этом случае струйки раствора поступают в шахту, где обдуваются горячим воздухом и затвердевают в результате испарения из них растворителя, который должен быть легколетучим веществом (например ацетон) (рис. 1.10). По этому способу формируют ацетатные, триацетатные волокна и нити, нитроновую комплексную нить.

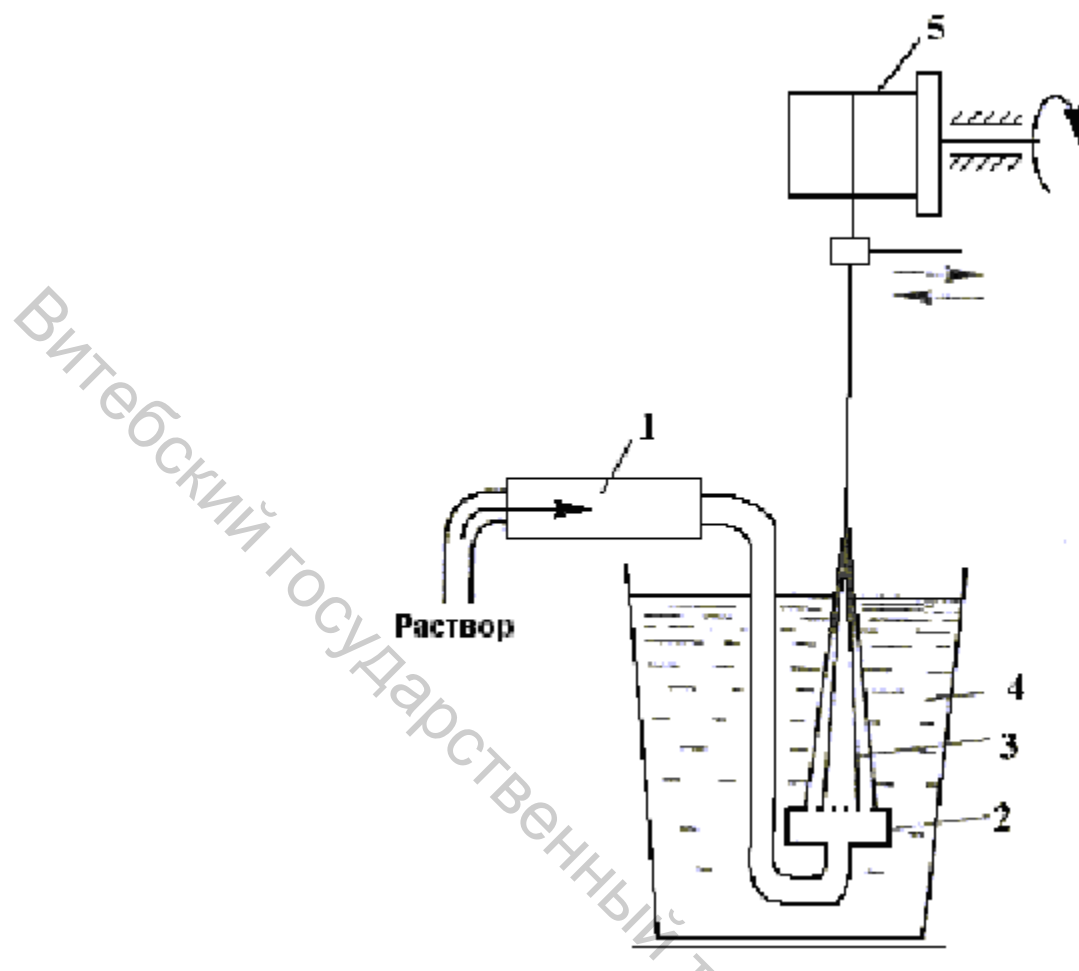


Рисунок 1.9 – Формование волокна из раствора мокрым способом:
 1 – фильтр; 2 – фильера; 3 – нити; 4 – осадительная ванна; 5 – приемная бобина

В. Формование из расплава.

В этом случае струйки расплава поступают в шахту, где обдуваются холодным воздухом или инертным газом, охлаждаются и затвердевают (рис. 1.11). Этим способом формуют капроновые, лавсановые, полиэтиленовые, полипропиленовые волокна.

При формовании получают моонити, комплексные нити или короткие химические волокна (иногда их называют штапельными). При формовании моонитей число отверстий в фильере 1–8, причем каждая нить наматывается на отдельную бобину. Для получения комплексных нитей используют фильеры с 12–200 отверстиями. При получении коротких химических волокон число отверстий в фильере доходит до 15000, нити с нескольких фильер собирают вместе, образуя жгут. В последующем жгуты разрезают на специальных машинах на отдельные отрезки (длиной 50–150 мм) в зависимости от назначения.

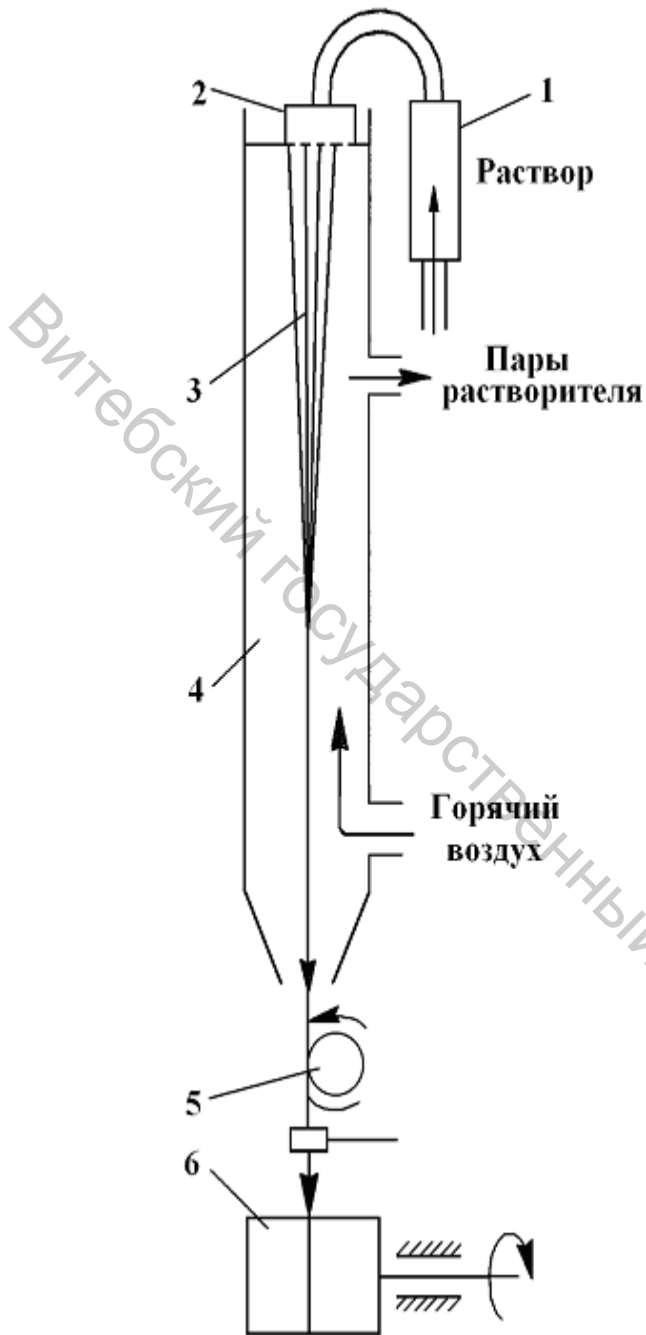


Рисунок 1.10 – Формование волокна из раствора сухим способом: 1 – фильтр; 2 – фильера; 3 – нити; 4 – обдувочная шахта; 5 – замасливающий ролик; 6 – приемная бобина

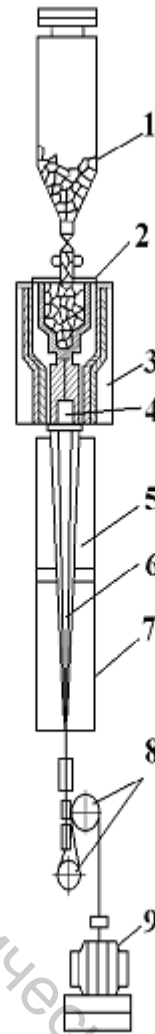


Рисунок 1.11 – Формование волокна из расплава: 1 – бункер с измельченным полимером; 2 – плавильная камера; 3 – прядильная головка; 4 – фильера; 5 – обдувочная шахта; 6 – нить; 7 – прядильная шахта; 8 – прядильные диски; 9 – приемная бобина

Отделка

Включает следующие операции:

- удаление примесей и загрязнений (для нитей, полученных мокрым способом): промывка нитей в воде или различных растворах;
- беление: обработка оптическими отбеливателями;
- поверхностная обработка (авиваж, аппретирование, замасливание) для повышения скольжения и мягкости;
- сушка нитей после мокрого формования и обработки различными растворами в специальных сушилках.

Подготовка к текстильной переработке

К этому этапу производства относятся скручивание, вытягивание, термофиксация крутки, отбеливание, крашение, перемотка, сортировка, маркировка. Иногда нити из термопластичных полимеров (капрон, лавсан) дополнительно подвергаются текстурированию для придания им повышенной растяжимости, извитости, повышенной объёмности. К текстильной переработке жгута относят его гофрировку и резку.

1.4.2 Модификация химических волокон

Основным направлением технического прогресса в промышленности химических волокон в настоящее время является не столько разработка новых видов волокнообразующих полимеров, сколько модификация уже известных химических волокон, вырабатываемых в промышленных масштабах. Модификация придает волокнам новые заранее заданные свойства и тем самым улучшает их качество и расширяет область применения. В настоящее время для модификации волокон используется большое количество методов, которые могут быть разделены на две группы: физическая и химическая модификация волокон.

Физическая (структурная) модификация заключается в направленном изменении надмолекулярной структуры волокон. Наибольшее распространение получили следующие методы физической модификации.

Ориентация и вытягивание нитей. Проводится на стадии формования и отделки нитей для повышения прочности и устойчивости к многократным деформациям.

При вытягивании происходит распрямление макромолекул и ориентация их агрегатов в осевом направлении волокна, т. е. образуется более упорядоченная структура. В результате нити становятся более прочными, но менее растяжимыми из-за большой растяжимости макромолекул. Поэтому затем проводят термообработку с целью релаксации внутренних напряжений и частичной усадки нитей (т. е. приобретение макромолекулами изогнутой формы при сохранении их ориентации).

Введение добавок в раствор или расплав полимера небольшого количества низкомолекулярных реагентов, которые располагаются

между макромолекулами полимера, не вступая в химическое взаимодействие с ним. Таким образом, можно изменить блеск, придать извитость, повысить степень белизны, устойчивость к фотохимической и термической деструкции, получить люминесцентные волокна и т. д.

Формование нитей из смеси полимеров. В этом случае необходимым условием является наличие общего растворителя. В результате нить приобретает ценные свойства каждого из компонентов.

Профилирование волокон – используются фильеры, имеющие отверстия различной формы: треугольники, многолучевые, звездочки, трилистники и т. д. Волокна приобретают шероховатость и повышенную цепкость, а изделия из них – объемность и пористость. За счет фильер специального профиля получают **полые синтетические волокна**, что увеличивает гигроскопичность и теплозащитные свойства изделий.

Получение би- и многокомпонентных волокон предполагает использование фильер различной конструкции. Полимеры соединяются между собой в нити на поверхности раздела. В зависимости от расположения полимеров различают два типа структуры волокон: сегментная («бок о бок») и матрично-фибрилярная (ядро-оболочка). Такие волокна обладают свойствами, присущими составляющим компонентам.

Химическая модификация волокон и нитей заключается в частичном направленном изменении химического состава полимера.

Синтез волокнообразующих сополимеров, когда каждая макромолекула может включать в себя звенья одного и другого полимера. Полученные волокна и нити, как правило, отличаются повышенной растворимостью, улучшенной окрашиваемостью, увеличенной гигроскопичностью и эластичностью. Примером могут служить волокна: виньон, дайнеел.

Синтез привитых сополимеров. Процесс заключается в прививке к боковым реакционноспособным группам основного полимера звеньев сополимера и используется для модификации не только химических, но и натуральных волокон. Например, волокно мтилон.

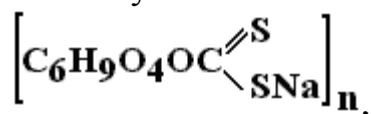
Сшивание, т. е. образование между макромолекулами поперечных химических связей. Это ведёт к повышению термостойкости, уменьшению набухаемости и растворимости волокон и нитей, уменьшению сминаемости.

1.4.3 Искусственные волокна

Сырьем для получения искусственных волокон служат природные высокомолекулярные соединения. К ним относятся гидратцеллюлозные, ацетилцеллюлозные и белковые.

Гидратцеллюлозные волокна получают из древесины ели, сосны, пихты, бука, хлопкового пуха.

Вискозные волокна и нити являются наиболее распространенными среди искусственных волокон. Исходным сырьем для их получения является древесная целлюлоза. На заводы искусственного волокна целлюлоза поступает в виде картонных листов, которые обрабатывают 18%-ным раствором едкого натра (процесс мерсеризации). В результате образуется щелочная целлюлоза $[C_6H_7O_2(OH)_3NaOH]_n$. Щелочная целлюлоза отжимается и измельчается для повышения скорости протекания реакций при последующей обработке. Щелочная целлюлоза проходит процесс предсозревания, т. е. выдерживание в течение 10–30 часов при температуре 25–30 °С (для понижение степени полимеризации, что обеспечивает в дальнейшем необходимую вязкость раствора). Затем ее обрабатывают сероуглеродом и получают ксантогенат целлюлозы



который растворяют в 4–5 % растворе NaOH и получают прядильный раствор.

После процесса созревания (выдерживания в течение 18–30 часов) производится формование вискозных волокон из раствора по мокрому способу, в осадительной ванне находится раствор серной кислоты, сульфаты натрия и цинка. В результате взаимодействия ксантогената целлюлозы и серной кислоты образуется гидратцеллюлоза, которая аналогична природной целлюлозе, но отличается от нее степенью полимеризации, расположением и ориентацией макромолекул в надмолекулярной структуре.

При формовании выделяются сероуглерод, сероводород, сера и другие соединения, поэтому полученные нити подвергают отделке, включающей в себя промывку, десульфацию (удаление серы), отбелку, кисловку, авиваж (поверхностная обработка).

Затвердевание (коагуляция) струек происходит неравномерно, что приводит к образованию так называемых оболочки и ядра волокна. Наиболее прочной является оболочка (в 3,5 раза). Плотность волокна 1,52 м/мм.

Под микроскопом вискозное волокно (табл. 1.1) представляет собой цилиндр с большим количеством продольных полос, т. к. выступы и впадины по-разному отражают свет. Линейная плотность волокон 0,2–0,7 текс. Линейная плотность комплексных нитей зависит от количества элементарных нитей в комплексной.

Относительное разрывное усилие обычного волокна находится в пределах 16–20 сН/текс, высокопрочного – до 45 сН/текс. В мокром состоянии разрывное усилие волокна снижается на 50–60 %.

Разрывное удлинение 18–24 %. В составе полного удлинения большую долю (до 0,7) имеет остаточное удлинение, поэтому изделия из вискозных волокон и нитей имеют большую сминаемость.

Блеск. Волокна и нити выпускаются в виде блестящих (резкий, холодный блеск) и матированных. В последнем случае в раствор добавляется порошок двуокиси титана. Песчинки, находящиеся на поверхности, рассеивают свет и создают впечатление матовой поверхности.

Гигроскопические свойства волокна ($W_n = 13 \%$; $W_2 = 18\text{--}24 \%$). Имеет большую осадку при набухании до 12–16 %. Волокно имеет хорошую светостойкость и среднюю стойкость к истиранию.

Волокно не обладает термопластичностью. Изделия могут в течение небольшого времени эксплуатироваться при температуре 100–120 °С без потери прочности. Характер горения волокна аналогичен хлопку. Волокно обладает невысокой стойкостью к действию кислот и щелочей. Из вискозных нитей вырабатывают платьевые, сорочечные и декоративные ткани, трикотажные полотна для бельевых и верхних изделий, текстильно-галантерейные изделия и др. Из вискозных волокон в чистом виде и в смеси с другими волокнами вырабатывают платьевые, костюмные и сорочечные ткани, трикотажные полотна для белья, спортивной и верхней одежды.

Получение модифицированных волокон и нитей

Полинозное волокно вырабатывают из высококачественного сырья с высоким содержанием целлюлозы. Процесс созревания длится 2–4 часа. Используется двухваннный способ формования. В первой ванне происходит коагуляция и частичное омыление ксантогената целлюлозы, а во второй – окончательное омыление и вытягивание. Волокно имеет однородную структуру, по своим свойствам является аналогом тонковолокнистого хлопка. Полинозное волокно обладает высокой прочностью при растяжении, малой ее потерей во влажном состоянии, эластичностью, упругостью и низкой усадкой. Однако полинозное волокно имеет недостаток – повышенную хрупкость, которая увеличивает обрывность пряжи при переработке и снижает износостойкость изделий.

Вискозные высокомодульные волокна (ВВМ) отличаются от обычных вискозных большей прочностью и жесткостью, по сравнению с полинозным они меньше обрываются при прядении и более устойчивы к истиранию. Волокно «Modal» формируется при более низкой скорости, чем обычная вискоза, с последующей вытяжкой и термофиксацией, оно имеет равномерную, ориентированную и плотную структуру. Волокно «сиблон» формируют по двухваннному способу. «Сиблон» меньше, чем вискозное волокно, набухает и усаживается и по своим свойствам приближается к хлопковому волокну; используется как заменитель средневолокнистого хлопка.

На основе метода привитой сополимеризации получают модифицированные вискозные волокна со специфическими свойствами: огнестойкие, бактерицидные, водоупорные и др. В России в промышленном масштабе производится волокно мтилон прививкой к вискозным волокнам полиакрилонитрила. Мтилон устойчив к светопогоде, микроорганизмам, а по внешнему виду и грифу приближается к шерсти. Используется при производстве ковров.

Волокна группы лиоцелл являются альтернативой вискозным волокнам. Для их получения используют органические растворители, которые не вступают в химическую связь с целлюлозой. Они имеют равномерную структуру, по прочности сопоставимы с полиэфирными волокнами, по гигроскопичности – с хлопком; имеют небольшую усадку, мягкий блеск.

Медно-аммиачное волокно (сурго) вырабатывают из хлопкового пуха, который после очистки растворяют в растворе медноаммиачного комплекса. Формуется волокно двухваннным способом: в первой ванне происходит частичное восстановление целлюлозы и частичная вытяжка, во второй – завершается восстановление и вытяжка. Структура медно-аммиачного волокна однородная, по свойствам оно аналогично вискозному, выпускают его в ограниченном объеме и используют в трикотажном и ковровом производстве.

Ацетилцеллюлозные волокна и нити состоят не из гидратцеллюлозы, как вискозные и медно-аммиачные, а из сложных эфиров целлюлозы и поэтому значительно отличаются от них по своим свойствам.

Исходным сырьем для получения ацетилцеллюлозных волокон служит хлопковый пух, который подвергают очистке и химической обработке, при этом содержание α -целлюлозы достигает не менее 98 %.

Затем целлюлоза подвергается ацетилированию путем обработки ее смесью уксусного ангидрида (реагент), уксусной кислоты (растворитель) и серной кислоты (катализатор).

В результате образуется триацетат целлюлозы (первичный ацетат) $[-C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3-]_n$, – его используют для получения триацетатных волокон и нитей.

Ацетатные волокна изготавливают из вторичного ацетата (диацетата) - $[-C_6H_7O_2(OCOCH_3)_2OH-]_n$, который получают частичным омылением триацетата.

Первичный и вторичный ацетат обычно изготавливают на заводах химической промышленности, а на заводы искусственного волокна поступает готовая ацетилцеллюлоза.

Формование волокон и нитей проводится из раствора сухим способом. При производстве триацетатных волокон первичный ацетат растворяют в смеси метилхлорида и этилового спирта в пропорции 95:5, а при производстве ацетатных волокон вторичный ацетат

растворяют в смеси ацетона и этилового спирта (85:15) или ацетона и воды (95:5). Температура воздуха в шахте при формовании ацетатных волокон 80–85 °С, триацетатные нити формуют при более низких температурах и подвергают термообработке, т. е. кратковременному нагреву (220–240 °С), что улучшает несминаемость, термостойкость и уменьшает усадку изделий из них. Последующая обработка сводится к кручению и перемотке.

Под микроскопом волокна (табл. 1.1) представляют собой цилиндр с небольшим количеством полос, т. к. на поверхности могут быть несколько крупных впадин.

Плотность ацетатного волокна 1,32 мг/мм³, триацетатного 1,28 мг/мм³. Относительное разрывное усилие ацетатного волокна 11–13,5, триацетатного 10–12 сН/текст. В мокром состоянии волокна теряют прочность до 30 %. Разрывное удлинение 22–30 %. При нормальных условиях ацетатное волокно поглощает 6–8 % влаги, триацетатное – 3–5 %. Ацетатное волокно имеет недостаточную теплостойкость, приводящую к появлению на изделиях дефектов при температуре свыше 100–110 °С. Триацетатное волокно имеет более высокую теплостойкость (150–160 °С). Упругость ацетилцеллюлозных волокон значительно больше, чем вискозного, и поэтому ткани из них меньше сминаются, они равномерно и глубоко окрашиваются. Триацетатные волокна имеют высокую светостойкость, ацетатные пропускают ультрафиолетовые лучи.

Недостатками этих волокон являются малая стойкость к истиранию, меньшая гигроскопичность и электризуемость. Ацетатное волокно, в отличие от триацетатного, мало устойчиво к действию разбавленных кислот и щелочей.

Ацетилцеллюлозные волокна широко применяются при изготовлении платьевых тканей и трикотажных полотен. Из ацетатных нитей создаются интересные колористические эффекты, из триацетатных получают стойкие эффекты плиссировки и тисненные полотна.

Белковые волокна. Исходным сырьем для получения белковых волокон служат казеин (белок молока) и зеин (белок растительного происхождения). Обычно белки растворяют в слабом растворе щелочи. Формование проводят по однованному мокрому способу, в осадительной ванне находится серная кислота (для нейтрализации щелочи и осаждения белков), сульфаты натрия и цинка (для ускорения дублирования – образования межмолекулярных связей). Белковые волокна по свойствам близки к натуральной шерсти и применяются в смеси с ней.

1.4.4 Синтетические волокна

Синтетические волокна получают из природных низкомолекулярных соединений (продуктов переработки нефти, газа,

каменного угля). К ним относятся полиамидные, полиэфирные, полиуретановые, полиакрилонитрильные, поливинилхлоридные, полиолефиновые, поливинилспиртовые и другие волокна.

Полиамидные волокна

Макромолекулы полиамидов представляют собой участки повторяющихся метиленовых групп $[-CH_2-]_n$, соединенных амидными группами $-CONH-$. В нашей стране наиболее распространенным является капроновое волокно. Кроме капрона к полиамидным волокнам относятся анид, энант, рильсан, найлон 6, стилон, перлон, мерил и др. Они отличаются числом метиленовых групп и характером их расположения между амидными группами. С увеличением числа метиленовых групп в элементарном звене полиамида изменяются его свойства: снижается температура плавления, уменьшается гигроскопичность, повышается устойчивость к изгибу, светопогоде, истиранию.

Мономером для получения капрона является капролактам, который синтезируется из фенола и бензола. Капролактам растворяют в небольшом (10 %) количестве воды, затем в автоклавах при температуре 250–260 °С и давлением 10 атмосфер в результате ступенчатой полимеризации образуется поликапролактам $[-CO-(CH_2)_5-NH-]_n$ (в виде ленты). Ленту дробят в крошку, удаляют низкомолекулярные примеси, промывая ее в горячей воде, и высушивают.

Формование капроновых волокон и нитей осуществляется из расплава (при температуре плавления 260–270 °С). Полученные нити подвергаются вытягиванию, кручению, термофиксации, сушке и перемотке.

При непрерывном методе синтез осуществляется в колонных реакторах – вертикальных трубах (высотой 5–6 м), разделенных перфорированными дисками на секции. Вытекающий из нижней части трубы расплав или превращается в ленту, или поступает сразу на фильеры.

Плотность капрона 1,14 мг/мм³. Капрон имеет цилиндрическую форму с гладкой поверхностью, в сечении – круг.

Волокно имеет высокую прочность, относительное разрывное усилие 40–50 сН/текс, но может быть и 70–75 сН/текс, разрывное удлинение 20–25 %.

Капрон обладает самой высокой стойкостью к истиранию, если его устойчивость принять за 100 %, то у хлопка она будет составлять 10 %, у шерсти – 5 %, а у вискозного волокна – 2 %. Капрон имеет очень высокую стойкость к многократным деформациям растяжения и изгиба, устойчив к действию микроорганизмов. Прочность в мокром состоянии снижается не более чем на 10 %.

К недостаткам следует отнести следующие свойства: низкую гигроскопичность (при нормальных условиях поглощает 3,5–4,5 %

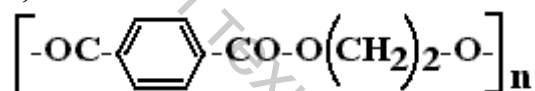
влаги), низкую светостойкость и термостойкость (уже при температуре 65 °С начинает необратимо терять прочность). Температура плавления 215–255 °С. Волокно имеет плохой гриф, т. е. недостаточно упруго на ощупь, повышенную гладкость, нестойко к действию щелочей и концентрированных минеральных кислот.

Полиамидные волокна используются как в виде комплексных нитей для выработки трикотажных изделий (чулочно-носочных, бельевых) и блузочных, платьевых, подкладочных и др. тканей, так и в виде волокон (в смеси с шерстью, хлопком) для костюмных и др. тканей.

В результате физической модификации вырабатывают волокна с различным профилем сечения (шелон, трилобал). В результате повышается сцепляемость волокон в текстильных материалах, увеличивается их пористость и воздухопроницаемость, появляются различные внешние эффекты (мерцающий или глянцевый блеск, мягкость, шелковистость). За счет химической модификации путем боковой прививки сополимера получают волокна, содержащие гидроксильные группы (капролон, мегалон), что увеличивает гигроскопичность и окрашиваемость волокон.

Полиэфирные волокна

Полиэфирные волокна и нити производятся из полиэтилентерефталата,



который является продуктом поликонденсации диметилового эфира терефталиевой кислоты и этиленгликоля.

Так же, как и полиамидные волокна, полиэфирные получают двумя способами – непрерывным, наиболее прогрессивным, когда передача продуктов совершается непрерывным потоком, и периодическим, когда от одного частного процесса к другому продукты передаются периодически.

Волокна и нити формуют из расплава при температуре 270–275 °С

Плотность волокна 1,38 мг/мм³. Лавсан является прочным волокном, относительное разрывное усилие 40–50 сН/текс, а высокопрочного 60–80 сН/текс; разрывное удлинение 20–25 %. Лавсан обладает высокой устойчивостью к смятию (приблизительно в 2 раза выше, чем шерсть), высокими упругими свойствами (при удлинении на 5–6 % деформация является полностью обратимой); формоустойчивостью (хорошо сохраняет приданную форму: плисе, гофре). Волокно имеет высокую стойкость к истиранию, хотя эта устойчивость и меньше, чем у капрона в 4–4,5 раза. Лавсан обладает высокой светостойкостью (по этому показателю уступает только полиакрилонитрильным волокнам), имеет шерстоподобный внешний

вид, устойчиво к действию бактерий и микроорганизмов. Лавсан теплостоек и превосходит по этому показателю все химические и натуральные волокна, кроме специальных термостойких волокон. Небольшая потеря прочности наблюдается лишь при температуре 160–170 °С.

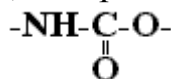
Основным недостатком является низкая гигроскопичность. При нормальных условиях поглощает 0,4–0,5 % влаги, электризуется, плохо окрашивается, склонно к образованию пиллинга.

Волокно стойко к действию кислот (кроме азотной и серной) и нестойко к действию щелочей.

Лавсан в основном выпускают в виде волокон (3/4 от всего объема) и перерабатывают в пряжу в смеси с натуральными (шерсть, хлопок, лен) волокнами, что позволяет выпускать малосминаемые изделия повышенной прочности. Большая часть нитей подвергается текстурированию и идет для изготовления тканей и трикотажа. Мононити используют для производства щеток, фильтров, сеток.

Полиуретановые нити

Полиуретан является гетероцепным полимером $[-\text{NHCOO}(\text{CH}_2)_6\text{NHCOO}(\text{CO}_2)_4-]_n$, содержащим уретановую группу:



Дополнительный атом кислорода сообщает полиуретану повышенную гибкость цепи и более низкую температуру плавления по сравнению с полиамидами.

Вначале полиуретаны использовались в качестве щетины. Начиная с 60-х годов XX столетия начато производство блочных полимеров, у которых в молекулу наряду с участками полиуретана входят гибкие, сильно растяжимые блоки (простые или сложные эфиры). Полиуретаны формуют как из расплавов, так и из растворов, сухим и мокрым способами. Макромолекулы (рис. 1.12) содержат гибкие 1 и жесткие 2 блоки. При появлении растягивающей нагрузки «гибкие» блоки вытягиваются и распрямляются (рис. 1.12 б), после снятия нагрузки они снова возвращаются в исходное состояние (рис. 1.12 а).

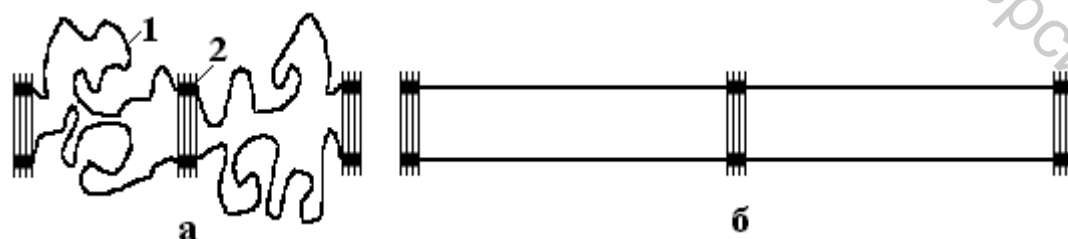


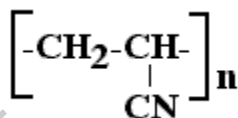
Рисунок 1.12 – Строение макромолекул полиуретана:

а – в свободном состоянии; б – под действием растягивающей нагрузки

Полиуретановые нити имеют высокую растяжимость (разрывное удлинение может достигать до 800 %). при удлинении до 300 % обратимая деформация составляет 92–98 %. Широкую известность получили такие полиуретановые нити, как спандекс, лайкра, дорластан и др. Они устойчивы к светопогоде и химическим реагентам, но прочность их сравнительно невелика, при нагреве до 150 °С они желтеют и становятся жесткими, т. к. начинается термическая деструкция. Они обладают большой устойчивостью к истиранию (в 20 раз больше, чем резиновая нить).

Обычно полиуретановые нити используются в комбинации с другими нитями в качестве каркасной. Полученные изделия приобретают повышенную мягкость, делаются более изящными, повышается их формоустойчивость, увеличивается срок носки. При носке таких изделий появляется ощущение большей комфортности. Полиуретановые нити используются для изготовления эластичных тканей и трикотажных бытовых, спортивных и медицинских изделий.

Полиакрилонитрильные волокна получают из полиакрилонитрила



и его сополимеров. Формование полиакрилонитрильных волокон проводят из раствора сухим и мокрым способами. В качестве растворителя чаще всего используется диметилформамид. Сухой способ используется для формования комплексных нитей. При этом раствор подогревают до 100–120 °С, температура в шахте поддерживается 165 °С и выше, т. к. температура кипения диметилформамида 153 °С. В виде комплексных нитей вырабатывается не более 1 % от общего выпуска полиакрилонитрильных волокон.

Мокрым способом нитрон вырабатывают в виде волокон, в осадительной ванне находятся водные растворы диметилформамида или различные органические жидкости (чаще всего глицерин).

Плотность нитрона 1,16–1,18 мг/мм³.

Волокно имеет достаточно высокую прочность (относительное разрывное усилие $P_0 = 35\text{--}40$ сН/текс), но меньшую, чем у капрона и лавсана; разрывное удлинение 18–25 %. По упругим свойствам волокно находится между капроном и лавсаном. Волокно обладает самой высокой светостойкостью (кроме фторлона), по теплостойкости не уступает лавсану (непродолжительное время может эксплуатироваться при температуре 180–200 °С). Оно шерстоподобно, имеет хороший и тёплый гриф, по теплопроводности приближается к шерсти, легко подвергается чистке, не изменяет свои свойства в мокром состоянии.

К недостаткам следует отнести лёгкую электризуемость, низкую гигроскопичность (при нормальных условиях поглощает 0,8–1 % влаги), трудность окрашивания, малую стойкость к истиранию.

Волокна легко поддаются модификации, что даёт возможность устранять их отрицательные свойства.

Нитроновое волокно в чистом виде и в смесях с шерстью используется для выработки пряжи, идущей на изготовление платьевых и костюмных тканей, трикотажных изделий, искусственного меха, ковров.

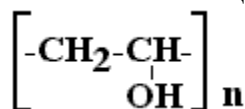
Поливинилхлоридные волокна (хлорин, ровиль, термовиль и др.) получают из хлорированного поливинилхлорида $[-CH_2-CHCl-]_n$, который растворяют в растворе ацетона и формуют сухим или мокрым способами.

Плотность хлорина 1,6 мг/мм³.

Относительное разрывное усилие 22–27 сН/текс, разрывное удлинение 25–35 %. Хлориновое волокно гидрофобно и при нормальных условиях поглощает 0,1–0,15 % влаги. Оно является хорошим диэлектриком и обладает высокой стойкостью к большинству реагентов. По хемостойкости оно превосходит все химические волокна (кроме фторполимеров). При трении волокно приобретает высокий отрицательный заряд, поэтому изделия из хлорина используются в качестве лечебного белья при таких заболеваниях, как радикулит, ревматизм, артрит и др.

Волокно недостаточно термостойко и начинает деформироваться при температуре 90–100 °С, поэтому изделия из него могут эксплуатироваться при температуре не выше 70 °С. Волокно недостаточно светостойко.

Поливинилспиртовые волокна (винол, винал, винилон, мевлон и др.) получают путем омыления поливинилацетата:



Формуют волокна из водного раствора мокрым способом. Затем проводят ацетилирование для образования поперечных связей между макромолекулами. В зависимости от условий формования и последующего ацетилирования получают нити с разной степенью прочности и водостойкости – от водорастворимых до гидрофобных.

Винол – нерастворимое поливинилспиртовое волокно, обладает многими положительными свойствами: плотность 1,26–1,3 мг/мм³, относительное разрывное усилие 30–40 сН/текс, относительное разрывное удлинение 20–30%, гигроскопичность $W_H = 5–7$ %, по устойчивости к истиранию уступает только капрону, устойчиво к свету, действию кислот и щелочей.

Применяется в смеси с хлопком, шерстью для производства тканей, трикотажа, ковров и т. д.

Водорастворимая разновидность поливинилспиртовых волокон используется в качестве вспомогательного (удаляемого) волокна при производстве ажурных изделий, гипюра, растворимых швейных ниток (для временного соединения деталей швейных изделий).

Полеолефиновые волокна: полипропиленовые $[-\text{CH}_2-\text{CHCH}_3-]_n$ и полиэтиленовые $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$. Эти волокна формируют как из расплавов, так и из растворов.

Они имеют достаточно высокую прочность, хорошее удлинение. Плотность полипропиленового волокна является наиболее низкой ($0,91 \text{ мг/мм}^3$) среди всех природных и химических волокон. Эти волокна не тонут в воде. По хемостойкости эти волокна приближаются к хлорину. Также, как и другие синтетические волокна, они устойчивы к действию микроорганизмов. По устойчивости к истиранию эти волокна значительно уступают капрону.

Термо- и теплостойкость полипропилена недостаточно высока, что является одним из основных его недостатков. Полипропиленовое волокно после нагрева до 80°C теряет 12–20 % прочности.

В основном используются (85 %) полипропиленовые волокна. Они выпускаются в виде волокон, мульти- и микрофиламентов, текстурированных нитей, расщепленных пленок и лент. Их используют в смеси с гидрофильными волокнами (хлопком, шерстью, вискозой) в производстве материалов для верхней и спортивной одежды, обуви, декоративных и технических материалов.

1.4.5 Неорганические волокна

Стекланные нити и волокна обладают негорючестью, стойкостью к коррозии и биологическим воздействиям, хемостойкостью, высокой прочностью, хорошими оптическими, электро-, тепло- и звукоизоляционными свойствами.

Из комплексных нитей получают ленты, ткани, сетки и нетканые материалы, а из волокон – холсты, маты и вату. Из нитей изготавливают также огнестойкие декоративные ткани, театральные занавеси, абажуры, ковры и др.

Металлические нити получают путём многократного последовательного протягивания (волочения) более толстой проволоки через калиброванные отверстия в волочильных досках.

Нити изготавливают из меди, латуни, никеля. Первые два вида нитей выпускают также с гальваническим покрытием из золота и серебра. Нити бывают круглые (волокна), плоские (плющёнка), гладкие, рисунчатые, блестящие и матовые. Круглая или плоская нить, свитая в спираль, носит название канитель.

Разрезные нити получают разрезанием алюминиевой фольги, дублированной с двух сторон полиэтилентерефталатовой пленкой (нити

алюнит) или разрезанием предварительно металлизированной полимерной плёнки, дублированной с такой же неметаллизированной плёнкой (люрекс, ламе, метлон).

Металлические нити применяются для изготовления погон и знаков отличия, золотошвейных изделий, блестящей вечерней ткани – парчи, а также декоративной отделки нарядных тканей.

1.5 РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН

Микроскопические исследования. Характерный продольный вид под микроскопом имеют лишь натуральные волокна. Для исследования вполне достаточно увеличения в 120–135 раз.

При этом увеличении хлопок под микроскопом представляет собой плоские, скрученные ленточки; у шерсти обнаруживается чешуйчатое строение; у элементарных волокон льна видны редкие поперечные штрихи от изломов и канал; шёлк-сырец – состоит из нескольких цилиндрических шелковин, поперечник которых не имеет идеально цилиндрической формы.

подавляющее большинство химических волокон под микроскопом имеет вид гладких цилиндров с одинаковым поперечником вдоль всей длины волокна. Однако вискозное волокно на своей поверхности обнаруживает большое количество параллельных полос, т. к. поперечное сечение имеет много круглых впадин и выступов. Ацетатные и хлориновые волокна могут иметь одну-две полосы, т. к. имеют не круглое сечение, а присутствует несколько округлых крупных впадин и выступов. Нитроновое волокно может иметь одну продольную полосу, а может и не иметь её (таблица 1.1).

Продольный вид может быть использован для распознавания природных волокон в смесях с химическими.






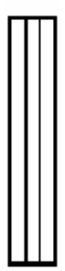












Оценив поведение волокон при горении и сравнив с данными таблицы, можно в ряде случаев значительно уменьшить количество групп волокон, к которым может быть отнесен исследуемый образец. Однако проба на горение не может дать определенного заключения о наличии того или иного вида волокна или смеси волокон. Запах и цвет остатка также не дает определенных результатов, т. к. на них влияет окраска, покрытие, авиваж, т. д. Поэтому проба на горение в большинстве случаев является предварительным ориентировочным исследованием, хотя часто дает возможность точно определить класс волокна.

Распознавание волокон при действии на них химических реактивов дает более точную оценку.

Наблюдения за растворимостью волокон в различных реагентах можно вести с помощью микроскопа и без него. В таблице 1.3 приведены сведения о растворимости волокон в химических реактивах.

Пользуясь данными о растворимости волокон в различных реактивах, можно различать волокна, имеющие примерно одинаковый внешний вид при рассмотрении их под микроскопом.

Таблица 1.1 – Вид волокон под микроскопом

Название волокон	хлопок	лен	шерсть	шелк тутового шелкопряда	вискозное волокно	ацетатное волокно	медно-аммиачное, капрон, лавсан	нитрон	хлорин
Продольный вид									
Поперечное сечение									

Распознавание волокон при горении. Особенности поведения волокон при горении представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Распознавание волокон пробой на горение

	хлопок, лен, вискозное, медно-аммиачное	шерсть, шелк	ацетатное	капрон	лавсан	хлорин	нитрон	полипропилен	
Поведение при поднесении к пламени	Волокно не плавится и не изменяет своей формы	Волокно расплавляется и скручивается в направлении от пламени	Волокно плавится не усаживаясь	Волокно плавится и усаживается в направлении от пламени					Волокно плавится и скручивается
Поведение при внесении в пламя	Горит без плавления	Горит медленно с плавлением	Горит с плавлением	Горит медленно с плавлением		Горит с плавлением			
Поведение при вынесении из пламени	Продолжает гореть без плавления	Горит очень медленно и само загорает	Продолжает гореть с плавлением	Горит очень медленно и само загорает					
Вид остатка (золы) после сжигания	Пепел светлого серого цвета	Пушистая мягкая и черная зола	Черный шарик неправильной формы, легко раздавливается пальцами	Круглый твердый шарик, не раздавливается пальцами		Продолжает гореть с плавлением			
Запах горения	Запах жженой бумаги	Запах жженого рога	Запах уксусной кислоты	Запах сургуца	---	Запах хлора	---	---	

Таблица 1.3 – Растворимость отдельных видов волокон в различных химических реактивах

Волокно	Химический реактив										
	Медно-аммиачный комплекс	Щелочь	Серная кислота	Соляная кислота	Азотная кислота	Муравьиная кислота	Уксусная кислота	Фенол	Ацетон	Хлорированный углеводород	
Хлопок	Р	Н	Рб, в	Рб, в	Рв	-	-	Н	Н	-	
Лен	Р	Н	Рб, г	Рб, д	Рв	-	-	Н	Н	-	
Шерсть	Н	Р, д	Пб, д	Пб	Н	На	На	Н	Н	-	
Натуральный шелк	Р	Рб, г	Пб	Пб	Н	На	На	Н	Н	-	
Вискозное	Р	Рб, в	Рб, в	Рв	Рв	-	-	Н	Н	-	
Медно-аммиачное	Р	Рб, в	Рб, в	Рв	Рв	-	-	Н	Н	-	
Ацетатное	П	Рб	Рб	Рв	Рб	Рб	Рб	Р	Р	П	
Триацетатное	Н	-	Рб	Рб	Рб	-	Р	Р	Н	-	
Капрон	Н	Н	Рб, в	Рб, в	Рг	Рб, г	Рб	Р	Н	Н	
Анид	Н	Н	Рб, в	Р, г	Р	Рб, г	Рб, г	Р	Н	Н	
Лавсан	Н	Р, д	Рб, д	Рб, д	Рг	Н	Н	Рг	Н	Н	
Нитрон	Н	Па	Нб	Нб	Рб, г	-	-	-	-	-	
Хлорин	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	Н	Нб	-	

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: Н – не растворяется;

П – плохо растворяется; Р – растворяется; а – в разбавленном растворе; б – в концентрированном растворе; в – на холоде; г – при нагревании; д – при кипячении.

1.6 ВОЛОКНА И НИТИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Электропроводные волокна получают при обработке свежесформованных волокон солями тяжелых металлов, в результате получают волокна с наполнением мелкодисперсными частицами металлов или их соединений. Такие волокна могут обладать и бактерицидными свойствами.

Металлизацию полиамидных нитей осуществляют путем проведения их через сероводородную среду и последующего промывания в водном растворе сульфида меди.

Электропроводные вискозные нити получают путем введения сажи и измельченного активированного угля в прядильный раствор и формования из него по сухому способу на фильерах с увеличенным диаметром отверстий.

Одним из направлений модификации волокон является получение **огнезащитных волокон**, т. к. актуальной является профилактика пожаров за счет применения огнестойких текстильных изделий. В ряде стран приняты законы, которые запрещают применение воспламеняющихся материалов для детской одежды и домашнего текстиля, в гостиницах, зрелищных, лечебных и офисных учреждениях, в авиации, автомобилестроении, железнодорожном транспорте. Огнезащитные волокна получают путем введения в их состав антипиренов (замедлителей горения), химической огнезащитной обработкой или другими способами. К наиболее распространенным в РФ огнезащитным волокнам относятся русар и арселон.

Углеродные волокна получают на основе полимеров путем обработки исходных волокон (вискозных и полиакрилонитрильных). При высокотемпературных обработках этих волокон происходит полное изменение структуры полимера. Используя исходные волокна с различной структурой и свойствами, проводя термические обработки в различных средах и при различных температурных режимах, получают широкую гамму различных видов углеродных карбонизованных и графитированных волокон: высокопрочных, высокомодульных, электропроводных, термостойких и жаростойких, химически стойких и других.

При высокотемпературной обработке карбонизованных волокон в среде водяного пара или двуокиси углерода получают **активированные волокна**, имеющие высокую внутреннюю пористость и удельную поверхность. Они находят широкое применение в локальных системах очистки газов и жидких сред, а также в медицине.

Антибактериальные (антимикробные) волокна могут получать при добавлении в волокна лавсана, зеолита, который при соприкосновении с поврежденной поверхностью тела выделяет кислород, препятствующий развитию анаэробных бактерий. Эти

свойства сохраняются при стирке и химической чистке. Другая группа антибактериальных волокон производится с использованием металлических солей, которые при контакте с раной изменяют оптимальные для некоторых групп бактерий условия существования.

Использование антибактериальных волокон позволяет создавать текстильные изделия, защищающие человека от воздействия болезнетворных бактерий и грибов. Антибактериальные волокна также могут препятствовать разрушению самого материала от действия плесневых грибов и бактерий. Для придания коврам антибактериального эффекта итальянская компания Radici Group создала новую антибактериальную ковровую нить из полиамида-6 с содержанием антибактериального агента на основе серебра. Ковровое изделие с использованием антибактериальной ковровой нити сохраняет свои свойства на весь срок эксплуатации, подавляя распространение бактерий, плесени и других микроорганизмов, способных вызвать запахи, обесцвечивание и порчу.

Ионообменные волокна медицинского назначения получают методом прививочной полимеризации или путем полимераналогичных превращений нитрильных групп полиакрилонитрильных волокон. Присоединением к ионообменным волокнам веществ, обладающих биологической активностью, получают некоторые виды волокон медицинского назначения. Одним из вариантов метода является присоединение к ионообменным группам ионогенных лекарственных препаратов.

В России имеется оригинальная технология получения биоактивных и негорючих полиэфирных волокон на основе крейзинга полимера. В процессе ориентационного вытягивания полимера в особых жидких средах в полимере возникает система взаимосвязанных нанопор, заполненных окружающей жидкостью, после чего происходит коллапс возникающей структуры и полное закрытие (схлопывание) образовавшихся нанопор. На этом методе основано введение в полимер модифицирующих бактерицидных препаратов, антипиренов, антибиотиков, дезодорирующих, противоопухолевых, обеззараживающих и других препаратов.

Волокно, обладающее свойствами терморегуляции, т. е. поддержания постоянной комфортной температуры тела. **Волокна Outlast®** содержат отдельные капсулы, наполненные фазопереходным веществом, которое при нагреве превращается в жидкость, а при отдаче тепла переходит в твердое состояние. Такие волокна могут быть введены в различные материалы. Имеет широкое применение в обувной промышленности и производстве одежды для холода.

Химическое волокно с поверхностными свойствами натуральной шерсти получено за счет прививки на его поверхности до 10 % кератина шерсти. Это дает возможность использовать

нереализуемые или нерационально используемые в настоящее время отходы шерстяных производств.

Химическое волокно с поверхностными свойствами натурального хлопка. В США разработали метод обволакивания полиэфирного волокна слоем целлюлозы с помощью бактерий. Бактерии, подкармливаемые глюкозой, за 10–15 часов покрывают целлюлозой волокна, опущенные в питательную среду. В результате в волокне сочетаются положительные качества полиэфира и хлопка.

Термоплавкие волокна, получаемые из низкоплавких сополимеров, используют в качестве термопластичных (термоплавких) компонентов для скрепления базовых волокон в клееных нетканых материалах и изготовления термосклеивающих прокладок, широко применяемых в производстве одежды для скрепления ее деталей.

Полые волокна из полиэтилентерефталата, вырабатывают на фильерах специального профиля. Волокна обладают повышенными теплозащитными свойствами, их используют в утепляющих материалах для одежды, одеял, тинсулейт, холлофайбер, фибертек.

2 ОСНОВЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Для производства швейных изделий необходимо из волокнистых материалов сначала получить нити различной структуры, а затем ткани, трикотажные и нетканые полотна.

2.1 ПРОИЗВОДСТВО ПРЯЖИ И НИТЕЙ

В производстве швейных изделий используются различные виды текстильных материалов (рис. 2.1). Базовым элементом их строения чаще всего являются текстильные нити, которые во многом определяют разнообразие ассортимента одежных материалов.

2.1.1 Прядильное производство

Прядение – самый древний способ получения текстильных нитей.

Прядение – совокупность технологических процессов, при помощи которых из волокнистой массы получают непрерывную нить, состоящую из текстильных волокон, имеющих небольшую длину. Получаемая нить называется пряжей.

Сырьем для прядения являются текстильные волокна: хлопок, лен, шерсть, отходы кокомотания и короткие химические волокна, часто называемые штапельными. Волокна, предназначенные для выработки пряжи, поступают на прядильные фабрики в плотно спрессованном состоянии, в кипах массой 150–250 кг.

Система прядения – совокупность машин и процессов, с помощью которых волокнистая масса перерабатывается в пряжу того или иного качества. Выбор системы прядения зависит от особенностей сырья (вида волокон, их длины, толщины) и требований, предъявляемых к качеству пряжи в зависимости от назначения. Для волокон разного вида применяются машины различных конструкций. Различают четыре системы прядения.

1. Гребенная система прядения без кардочесания. По этой системе прядения перерабатывают трепаный лен, длинноволокнистый шелк (отходы кокомотания), иногда грубую шерсть.

2. Гребенная система прядения с кардочесанием. По этой системе прядения перерабатывают тонковолокнистый хлопок, шерсть, химические волокна. Эта система состоит из наибольшего количества переходов. Пряжа, получаемая по этой системе, является наиболее тонкой, прочной, равномерной по толщине, эластичной и гладкой. Толщина хлопчатобумажной гребенной пряжи $T = 5–15$ текс.

3. Кардная система прядения применяется для переработки средневолокнистого хлопка, короткого льняного волокна (очесов) и химических волокон. Данная система наиболее распространена в хлопкопрядении ($T = 13–84$ текс).

На рис. 2.1 представлена технологическая схема прядения хлопка.



Рисунок 2.1 – Технологическая схема прядения хлопка

4. Аппаратная система прядения применяется для переработки коротких волокон всех видов. Это самая короткая система прядения,

получаемая пряжа толстая, неравномерная по толщине, пушистая. Наиболее распространена в шерстопрядении (называется суконной), по ней вырабатывают пряжу линейной плотностью $T = 50\text{--}1000$ текс.

Разрыхление. Целью процесса является создание лучших условий для очистки волокна от сорных примесей и пороков, а также подготовки его к смешиванию и кардочесанию.

Сущность процесса состоит в том, что на специальных машинах спрессованная волокнистая масса расщипывается (растаскивается) при помощи колковых поверхностей (которые состоят из заостренных зубьев, игл) на более мелкие клочки. Чем больше разрыхлена волокнистая масса, тем легче удалить из нее сорные примеси и волокнистые пороки (узелки, завитки), тем лучше могут быть перемешаны волокна для получения однородной смеси.

Разрыхление происходит за счет воздействия колковой поверхности на волокнистый материал, находящийся в свободном или зажатом состоянии.

При обработке хлопка, взятого из кип, разрыхление его производится в свободном состоянии (рис. 2.2).

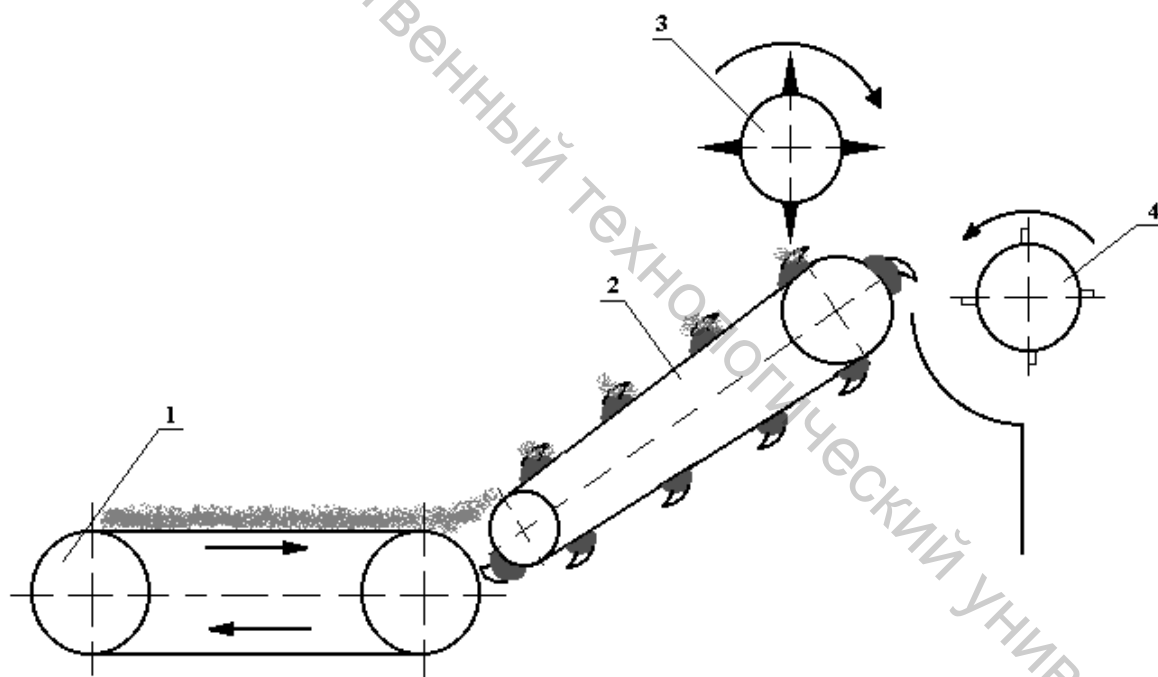


Рисунок 2.2 – Разрыхление волокнистой массы в свободном состоянии на питателе-смесителе

Питающим транспортером 1 хлопок подводится к наклонной игольчатой решетке 2, которая при своем движении вверх захватывает крупные клочки и подводит их под воздействие разравнивающего валика 3. Между заостренными колками разравнивающего валика и иглами наклонной решетки 2 устанавливается зазор 2–5 мм, не позволяющий крупным клочкам хлопка пройти мимо разравнивающего валика. Разравнивающий валик, вращаясь по часовой стрелке, при взаимодействии с иглами наклонной игольчатой решетки растаскивает

их, отрывая и сбрасывая части клочков вниз. Оставшиеся мелкие клочки хлопка с игл наклонной решетки снимаются с помощью съемного валика 4.

Если волокнистый материал зажать питающими валиками 1 (рис. 2.3) и подвести под воздействие быстровращающегося колкового барабана 2, то заостренные колки будут отделять отдельные мелкие клочки. При дальнейшем движении под действием центробежных сил клочки слетают с колков и выводятся из машины.

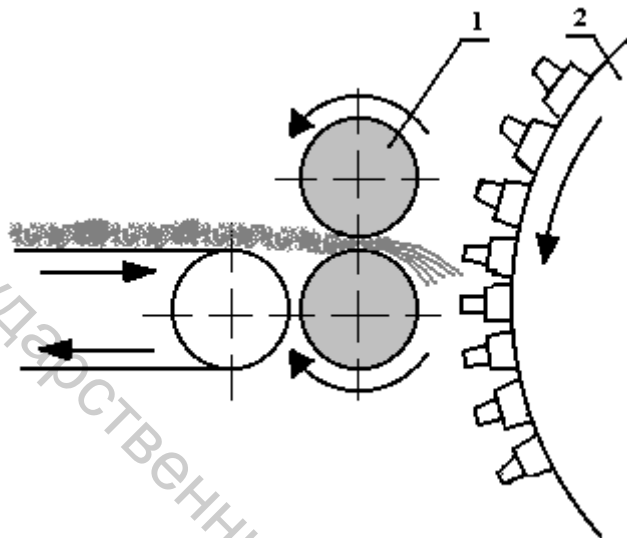


Рисунок 2.3 – Разрыхление волокнистой массы в зажатом состоянии на горизонтальном разрыхлителе

Для разрыхления используются также более производительные кипные разрыхлители (рис. 2.4).

Головка кипного питателя 1 (рис. 2.4) содержит опорные валики 2, которые контактируют с поверхностью кип 3, и пару ножевых барабанов 4, вращающихся навстречу друг другу. При движении в одну сторону в работе участвует только один (первый) барабан. Под действием дисковых ножей и разрежения воздуха, создаваемого в патрубке 5, клочки волокна из верхних слоев отрываются от поверхности кип и транспортируются по пневмопроводу к следующей машине. Высота кип может быть неодинаковой, головка кипоразборщика автоматически при подходе к кипе подстраивается под ее высоту с тем, чтобы глубина погружения дисковых ножей в хлопковую массу была всегда одинакова. Она регулируется автоматически в зависимости от длины волокна и плотности кипы.

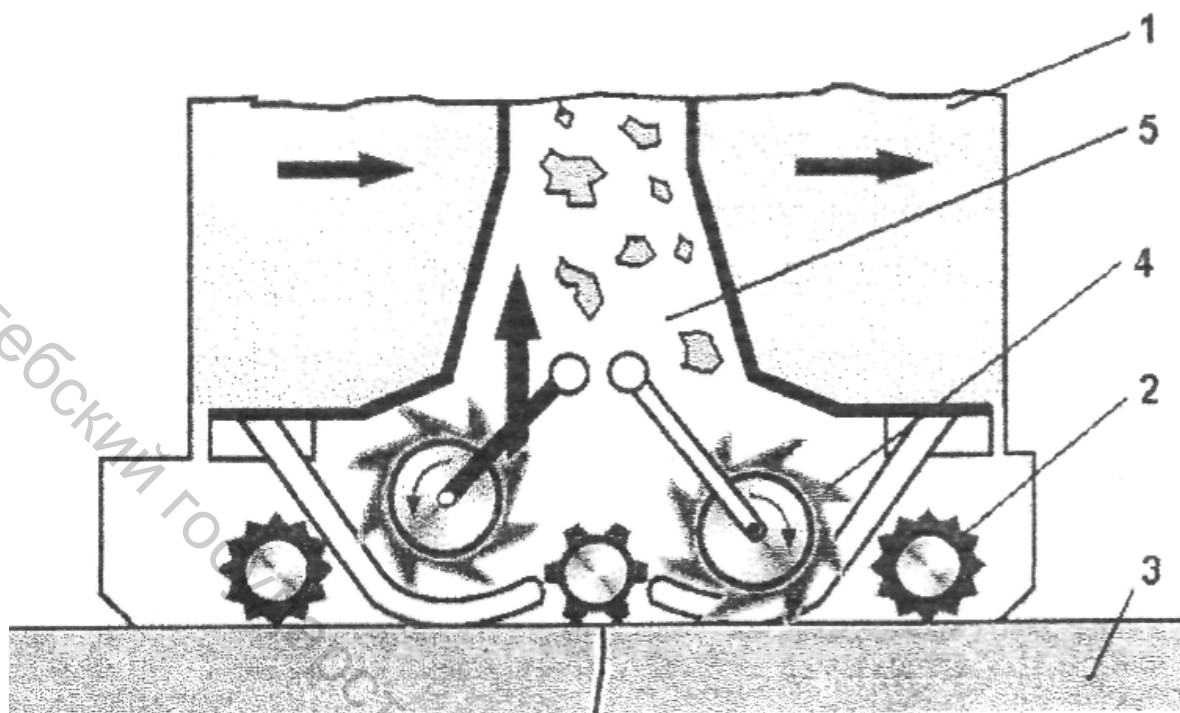


Рисунок 2.4 – Автоматический кипоразрыхлитель

Трепание – дальнейшее интенсивное разрыхление и очистка волокон от сорных примесей и пороков. Сущность процесса заключается в ударных воздействиях рабочих органов трепальных машин (барабаны, трепала) на клочки волокнистого материала, находящегося в свободном или зажатом состоянии. Разрыхленные и очищенные волокна преобразуют в холст, который наматывают в рулон. При использовании новых безхолстовых трепальных машин разрыхленные волокна подаются на чесание аэродинамическим способом.

Смешивание. Целью процесса является получение большой партии хорошо перемешанных компонентов, что дает возможность в течение длительного времени вырабатывать пряжу определенного стабильного качества.

Сущность процесса заключается в равномерном распределении волокон каждого компонента в смеси и в перемешивании их. Смешивание осуществляется на головных питателях-смесителях или в смесовых камерах.

Кардочесание. Цель его – подготовка волокна к процессу вытягивания в вытяжных приборах.

Сущность процесса заключается в разъединении клочков на отдельные волокна, распрямлении, параллелизации их, очистке от оставшихся мелких и цепких сорных примесей и пороков, а также в хорошем перемешивании волокна. На чесальной машине из тонкого слоя прочесанных волокон формируется продукт в виде ленты.

Основными органами чесальной машины являются цилиндрические валики, обтянутые цельнометаллической или эластичной игольчатой лентой. Иглы расположены под определенным углом.

Для осуществления процесса кардочесания необходимо взаимодействие двух рабочих органов машин, покрытых кардной гарнитурой. Эти органы машины установлены на очень близком расстоянии друг от друга (доли миллиметра), и в промежуток между ними поступает волокнистый материал. Необходимо различать два случая взаимного расположения кардных поверхностей – параллельное и перекрестное (рис. 2.5).

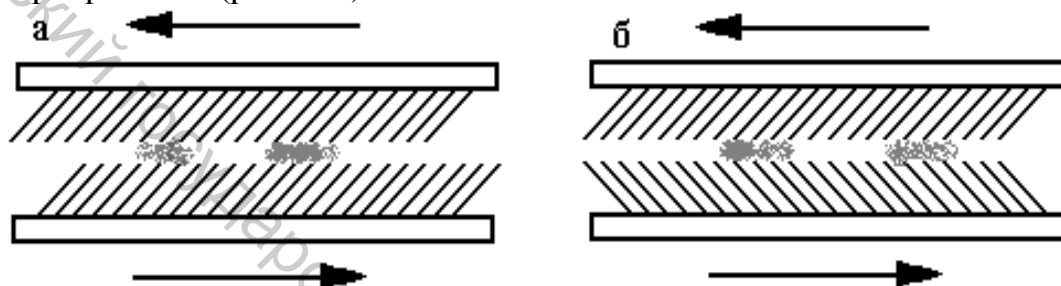


Рисунок 2.5 – Параллельное (а) и перекрестное (б) расположение гарнитур

В первом случае будет происходить чесание, а во втором – переход волокон с одной поверхности на другую.

Технологическая схема шляпочной чесальной машины С-51 фирмы «Ритер» (Швейцария) представлена на рис. 2.6.

Бункерный питатель работает по двухшахтному принципу. Волокнистый материал, находящийся в верхней шахте 2, захватывается подающими валиками 3 и поступает к разрыхлительному валику 4. Быстро вращающийся разрыхлительный валик с игольчатой гарнитурой превращает волокнистый материал в мелкие равномерные хлопья, которые сбрасываются в нижнюю шахту 5. Высота наполнения нижней шахты регулируется специальными датчиками, которые подают сигнал на изменение частоты вращения подающих валиков 3 при переполнении шахты.

Уплотненный волокнистый материал захватывается питающими валиками 6 и по питающему столику 7 поступает в питающую систему. Волокнистый слой прижимается к питающему цилиндру 8 подпружиненными пластинами 15, которые одновременно измеряют его толщину. При неравномерном питании сигнал от измерительных пластин поступает в систему управления машиной, где преобразуется в необходимую частоту вращения питающего цилиндра и к приемному барабану поступает равномерный поток волокон.

На чесальной машине С-51 используется однонаправленная система питания. Она обеспечивает более бережную подачу волокна с

возможностью регулировки точки зажима волокнистого слоя в зависимости от штапельной длины перерабатываемого волокна.

Основным в работе узла приемного барабана является разрыхление ватки, поступающей от питающего цилиндра, и очистка волокон от сора и пыли. Приемный барабан 9 имеет несколько узлов очистки 10, которые включают в себя сороотбойный нож и прочесывающие сегменты для дополнительного разъединения пучков волокон. Каждый узел очистки имеет пневматическое удаление сорных примесей. В результате на главный барабан 11 поступает более чистое и лучше разрыхленное волокно что уменьшает изнашивание гарнитуры главного барабана и шляпок и обеспечивает более длительный срок службы гарнитуры и лучшее качество чесальной ленты.

Между гарнитурой главного барабана 11 и шляпок 12 происходит основное прочесывание волокон (ориентации вдоль отдельных волокон) Гарнитура шляпок вбирает в себя короткие волокна, сорные примеси и пороки волокон в виде шляпочного очеса, который удаляется со шляпок с помощью устройства очистки шляпок 23. Шляпки имеют обратный ход. Перед шляпочным полотном и после него установлены неподвижные чешуи сегменты 13 и 14 с ножами для удаления сора.

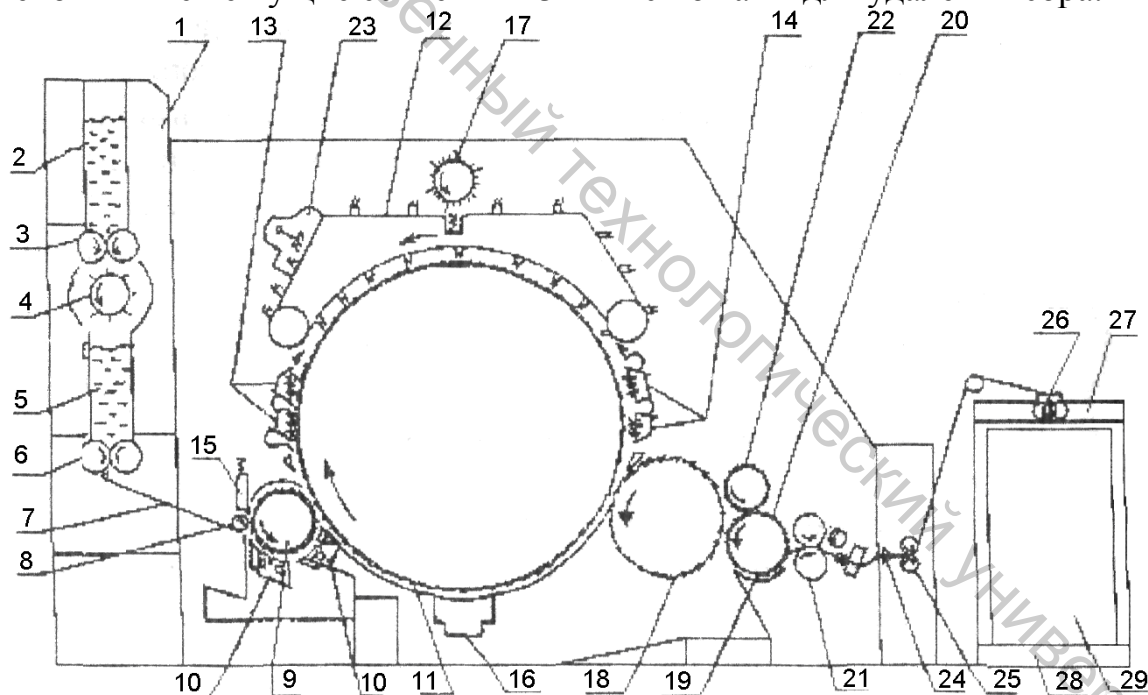


Рисунок 2.6 – Технологическая схема чесальной машины С-51 фирмы «Ритер».

Чесальная машина С-51 характеризуется одной из самых длинных зон чесания. На машине установлено 104 шляпки, из них 40 находятся в рабочей зоне. До одиннадцати зон очистки вокруг главного барабана обеспечивают хорошее удаление сорных примесей, пыли и коротких волокон. Заточка гарнитуры осуществляется в процессе

работы машины с помощью устройств заточки 16 и 17. В результате срок службы гарнитуры увеличивается на 20 %.

Прочесанные волокна частично переходят на съемный барабана 18, где поток волокон уплотняется и снимается с помощью съемного валика 20. Ватка-прочес выводится по направляющему профилю 19 к плющильным валикам 21. Волокна, оставшиеся в гарнитуре съемного валика 20, снимаются чистительным валиком 22 и удаляются с помощью системы пневмоочистки.

Плющильные валики 21 раздавливают оставшиеся в ватке-прочесе сорные примеси и подают ее к лентоформирующей воронке 24 и выпускным валикам 25.

Точное поддержание линейной плотности чесальной ленты обеспечивается с помощью специальной системы контроля. Линейная плотность ленты контролируется в зоне выпускных валиков 25 и все отклонения от заданной величины преобразуются в изменяющуюся частоту вращения питающего валика 8.

Сформированная чесальная лента поступает в выпускные валики лентоукладчика 26, где с помощью верхней 27 и нижней 28 тарелок осуществляется упорядоченная укладка ленты в таз 29. Скорость выпуска ленты составляет 100–330 м/мин.

На чесальной машине удаляется примерно 70 % сорных примесей и пороков, а остальные 30 % переходят в чесальную ленту и сохраняются (при отсутствии гребнечесания) до пряжи.

Гребнечесание. Процесс гребнечесания применяется при выработке тонкой пряжи.

Цель процесса – получение ленты, состоящей из длинных, равномерных по длине, хорошо очищенных, распрямленных и параллельно расположенных волокон.

Сущность процесса заключается в удалении из продукта коротких волокон. Гребнечесание осуществляется отдельными порциями, которые последовательно прочесываются с двух сторон и накладываются друг на друга со сдвигом. Поэтому полученная лента имеет периодическую неровноту.

Для гребнечесания применяются машины периодического и непрерывного действия.

Так, в хлопкопрядении большое применение получила гребнечесальная машина периодического действия (2.7 а, б), общий цикл работы которой делится на четыре периода.

Главными рабочими органами гребнечесальной машины, при помощи которых осуществляется процесс прочесывания волокон продукта, являются тиски 5 и 8 (рис. 2.7), гребенной барабанчик 9, верхний гребень 4 и отделительные цилиндры 3 и 7. Весь цикл гребнечесания происходит за один оборот гребенного барабанчика 9. Машина заправляется холстиками 1.

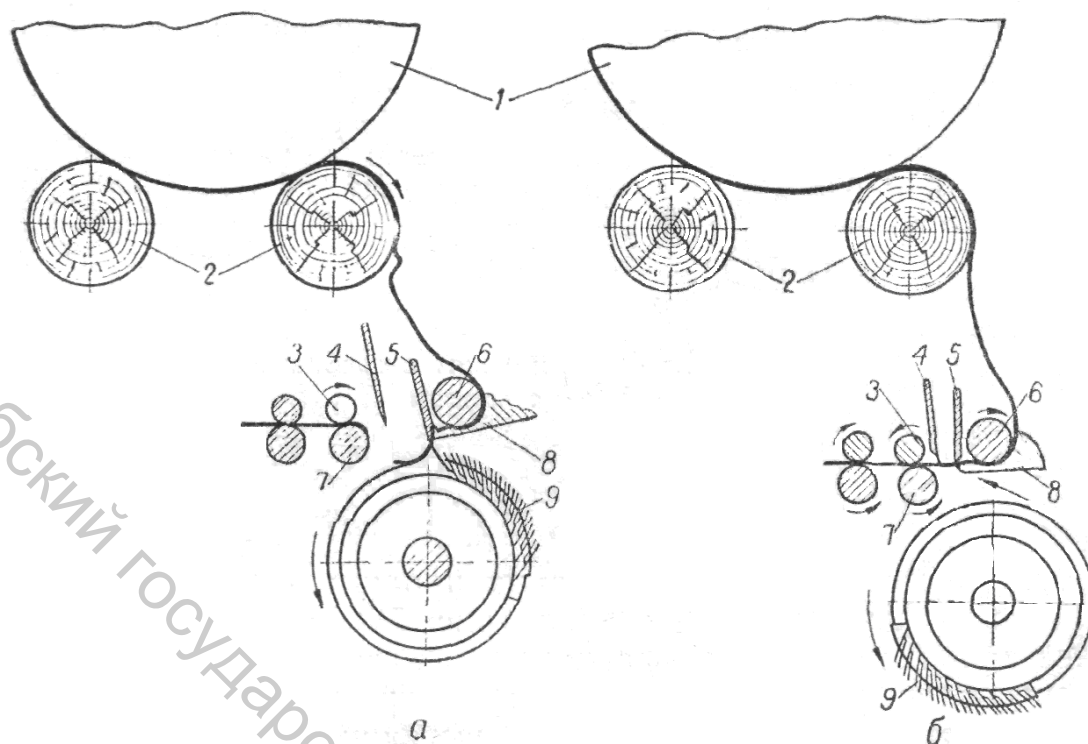


Рисунок 2.7 – Схема гребнечесальной машины для хлопка:
 а – прочес бородки; б – вывод бородки из машины

Процесс гребнечесания в основном совершается следующим образом.

Один конец бородки хлопка зажат губками тисков 5–8 (рис. 2.7 а), а другой – прочесывается гребенным барабанчиком 9, на поверхности которого укреплены 17 гребней. Гребенной барабанчик вычесывает из бородки короткие волокна, незажатые губками тисков, а также вычесывает из бородки сорные примеси и волокнистые пороки. Одновременно длинные волокна в бородке распрямляются и располагаются параллельно друг другу. Короткие волокна и сорные примеси снимаются с гребенного барабанчика круглой щеткой. В это время верхний гребень 4 и отделительные цилиндры 7, 3 в работе участия не принимают.

Затем специальным механизмом тиски 5–8 (рис. 2.7 б) близко подводятся к отделительным цилиндрам 7, 3, и свободный передний конец бородки хлопка (только что прочесанный) накладывается на задний конец бородки, которая после прочесывания была передана отделительным цилиндрам в предыдущем цикле работы машины. Перед спайкой отделительные цилиндры делают несколько оборотов и подают конец ранее прочесанной бородки в машину (слева направо). Так происходит спайка концов старой и новой бородок. После этого отделительные цилиндры 7, 3 начинают вращаться в обратную сторону и выводят только что прочесанную бородку хлопка из машины (справа налево).

В это время тиски 5–8 открываются, верхний гребень 4 опускается и своими иглами прочесывает другой конец бородки, который только что был зажат в тисках. Перед этим питающий цилиндр 6, провернувшись, подает при раскрытых тисках очередную порцию холстика, который разматывается холстовыми валиками 2.

После прочесывания заднего конца бородки гребень поднимается и вместе с тисками движется назад, удаляясь от отделительных цилиндров. В это же время тиски закрываются и происходит отрыв вновь поданной и зажатой тисками бородки от старой бородки, которая выводится из машины отделительными цилиндрами. За это время гребенной барабанчик, сделав один оборот, начинает вновь прочесывать поданную бородку хлопка.

Сложение и вытягивание лент. Целью процесса является получение продукта более равномерного по толщине. Сущность процесса заключается в том, что ленту складывают в несколько сложений и вытягивают. Этот процесс повторяют несколько раз, в результате чего неровнота по толщине полученного продукта снижается.

Предпрядение. Целью процесса является получение из ленты ровницы. Сущность процесса заключается в утончении ленты в несколько раз, скручивании и намотке.

Технологическая схема ровничной машины приведена на рис. 2.8. Лента из тазов, огибая ролики питающего устройства, поступает через уплотнитель в трехцилиндровый двухрешетчатый вытяжной прибор 1 и утоняется в нем, а выходящая из него мычка скручивается рогулькой 2, жестко надетой на веретено 3, и наматывается на катушку 4. Вращение рогулька получает от шестерен, расположенных в нижней неподвижной каретке 6, а катушка, свободно надетая на веретено 3, — от шестерен, расположенных в верхней каретке 5. Скручивание мычки осуществляется за счет того, что один конец ее зажат в выпускной паре вытяжного прибора 1, а другой, будучи заправлен в полую ветвь рогульки 2, вращается. Наматывание ровницы на катушку 4 осуществляется за счет разницы частоты вращения катушки и рогульки: катушка опережает рогульку и наматывает на себя ровницу. Раскладка ровницы на катушке осуществляется за счет возвратно-поступательного движения верхней каретки 5 вверх и вниз.

По мере наматывания ровницы диаметр катушки, а следовательно, и длина ровницы в одном витке увеличиваются. Для того чтобы в единицу времени на катушку наматывался отрезок ровницы постоянной длины (равный окружной скорости выпускного цилиндра вытяжного прибора), катушка должна получать постепенно уменьшающееся число оборотов в минуту, а каретка 5 — все меньшую скорость перемещения. Изменение скорости катушки и каретки достигается с помощью специального механизма.

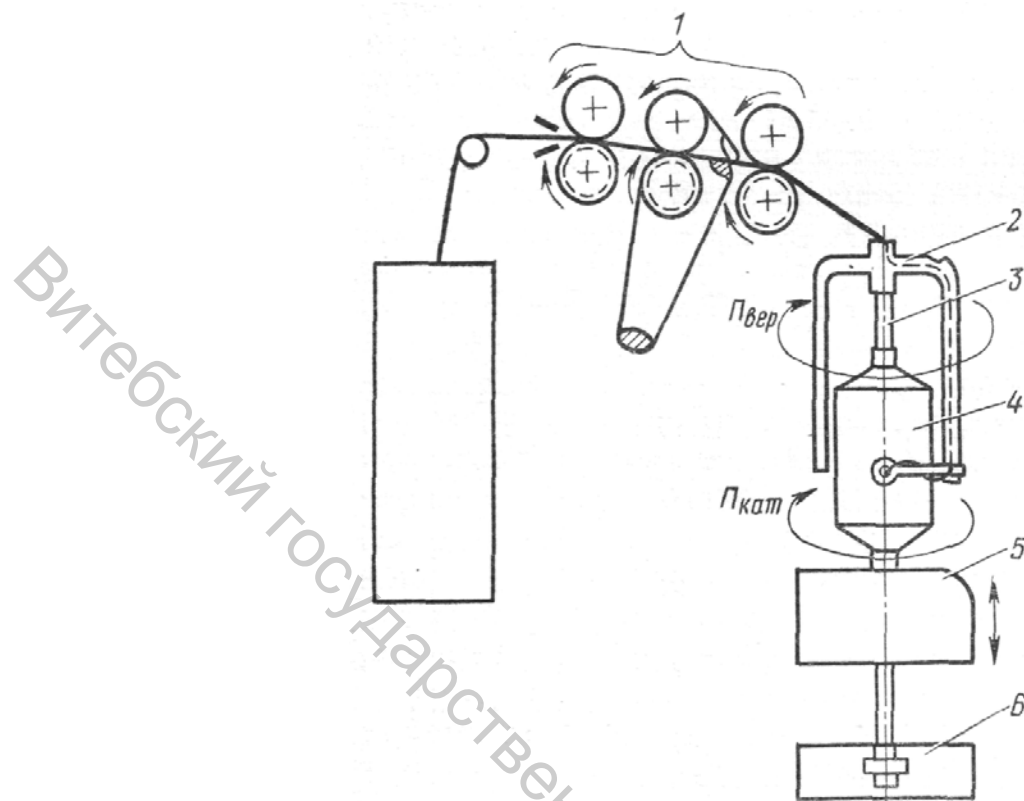


Рисунок 2.8 – Технологическая схема ровничной машины

Для предотвращения сползания ровницы с торцов катушки размах движения каретки постепенно уменьшается, в результате чего в верхней и нижней части намотки образуются усеченные конусы.

Прядение. Цель процесса – получение из ровницы пряжи. Сущность процесса заключается в окончательном утонении ровницы до требуемой тонины; полученная мычка скручивается и приобретает необходимую прочность, превращаясь в пряжу, которая наматывается на паковку, удобную для дальнейшей переработки продукта.

На ленточных, ровничных и прядильных машинах происходит утонение продукта с помощью вытяжного прибора. Простейший вытяжной прибор состоит из двух пар цилиндрических органов (рис. 2.9): питающей пары и выпускной, расстояние между которыми называется разводкой R . Во сколько раз скорость выпускной пары V_2 больше, чем питающей V_1 , во столько раз толщина выходящего продукта будет меньше (а длина больше), чем входящего. Отношение скорости выпускной пары к скорости питающей ($V_2 / V_1 = e$) называется вытяжкой.

Схема кольцепрядильной (кольцевой прядильной) машины приведена на рис. 2.10.

Процесс прядения на машине осуществляется следующим образом. Катушки с ровницей 1 надевают на деревянные шпильки и

устанавливают в рамку машины. Разматывание ровницы происходит за счет ее натяжения при захвате питающей парой вытяжного прибора 2.

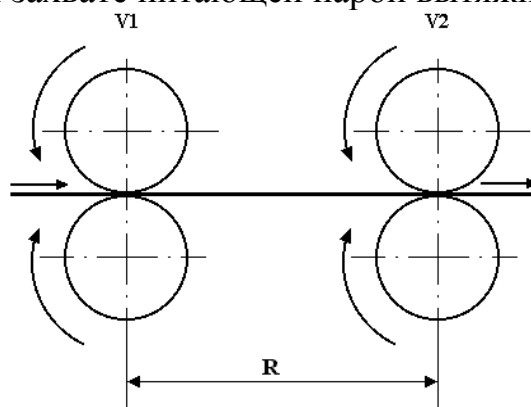


Рисунок 2.9 – Схема вытяжного прибора

Установленная перед вытяжной парой водилка 3 сообщает ровнице возвратно-поступательное движение вдоль линии зажима питающей пары, что обеспечивает равномерный износ эластичных покрытий валиков вытяжного прибора. Ремешки в зоне вытягивания (между питающей и выпускной парами) осуществляют контроль за движением волокон, обеспечивая получение пряжи с минимальной неровнотой по толщине. Выходящая из вытяжного прибора мычка скручивается в пряжу 4, которая проходит в нитепроводник 5 и бегунок 6, сидящий на кольце 7, и наматывается на патрон 8, надетый на веретено 9. Кольцо 7 установлено на кольцевой планке 10. При вращении веретена с патроном бегунок приводится в движение по кольцу нитью, которая наматывается на патрон. За каждый оборот бегунка нить получает одно кручение, при этом она вращается вокруг веретена, образуя так называемый баллон. Раскладка витков намотки вдоль патрона осуществляется за счет возвратно-поступательного движения кольцевой планки в вертикальной плоскости.

Недостатком кольцевого способа прядения является совмещение процессов кручения и наматывания пряжи. Это вызывает необходимость движения бегунка с большой скоростью (число оборотов веретена в минуту приблизительно равно 10–12 тысячам), а это является причиной того, что бегунок сильно разогревается, сильно прижимается к кольцу (в результате центробежной силы), нить сильно натягивается и все это может привести к обрыву. Другим недостатком кольцевого способа прядения является малый размер початка, ограниченный кольцом, что приводит к частым остановкам машины на сьем продукции.

На современных кольцевых прядильных машинах достигаются максимальные для этого способа прядения скорости выпуска пряжи, размеров паковок и производительность. Именно это явилось причиной разработки новых способов прядения с разделением двух процессов: скручивания мычки и наматывания пряжи на паковку.

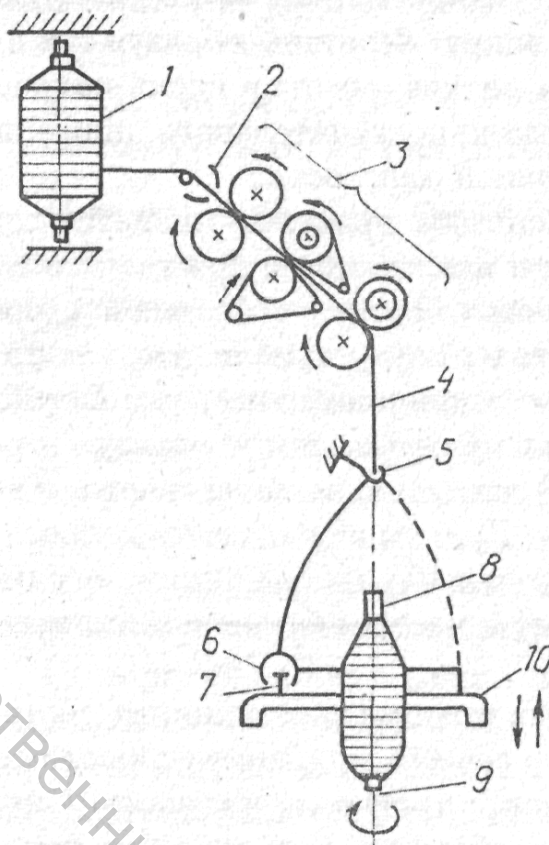


Рисунок 2.10 – Технологическая схема кольцевой прядильной машины

Наиболее широкое практическое применение получил пневмомеханический способ прядения, сущность которого заключается в следующем (рис. 2.11). Лента из таза 1 подается питающим цилиндром 2 через уплотнительную воронку 3 к дискритизирующему валу 4, который зубьями пильчатой гарнитуры разъединяет ленту на отдельные волокна, которые воздушным потоком по каналу 5 подаются в прядильную камеру 6, вращающуюся со скоростью 40–45 тысяч оборотов в минуту. Центробежная сила отбрасывает волокна а желоб прядильной камеры, образуя волокнистую ленточку, состоящую из большого числа сложений (200–400).

Для формирования пряжи в камеру через трубку 7 вводят заправочный конец пряжи, который соединяется с волокнистой ленточкой и выводит ее из прядильной камеры. На участке между выпускной парой 8-9 и точкой съема волокнистой ленточки с желоба прядильной камеры пряжа скручивается. Полученная пряжа наматывается на бобину 10.

Применение пневмомеханических прядильных машин БД-200 дает большой экономический эффект. Повышается скорость прядения, уменьшаются площади, занимаемые машинами, за счет отсутствия ровничных машин в 2,5 раза, число рабочих, обслуживающих машины,

– в 3 раза. Производительность труда прядильщиц повышается в 2-3 раза, а расход энергии уменьшается.

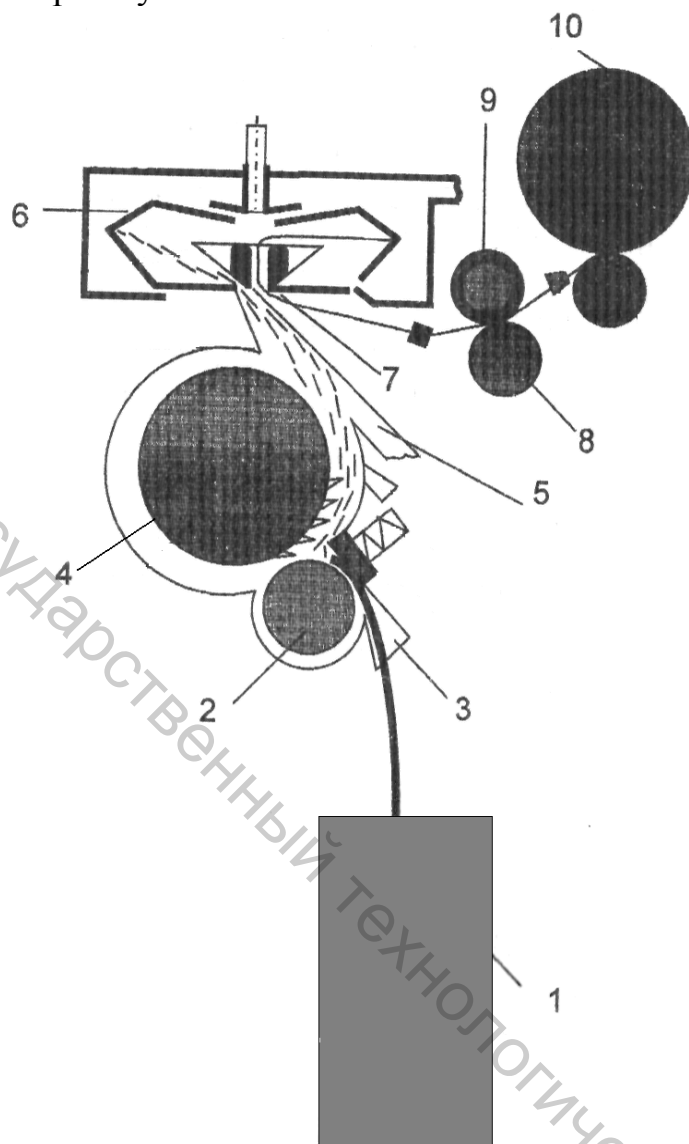


Рисунок 2.11 – Технологическая схема пневмомеханической прядильной машины

Пряжа из хлопка вырабатывается по одной из трех систем прядения. По гребенной системе перерабатываются наиболее тонкие и длинные волокна (тонковолокнистый хлопок) длиной от 35 до 51 мм. Пряжа отличается наименьшей линейной плотностью 5–12 текс, повышенной прочностью, равномерностью по крутке и по линейной плотности. Ткани, получаемые из нее, имеют небольшую поверхностную плотность, малую толщину, повышенную прочность, блеск и гладкую поверхность. Пряжа используется для выработки таких тканей, как батист, маркизет, шифон и т. д., а также для получения швейных ниток.

По кардной системе прядения перерабатывается средневолокнистый хлопок длиной 24–35 мм. Кардная пряжа имеет среднюю линейную плотность 12–125 текс. Это наиболее

распространенный вид хлопчатобумажной пряжи. Она отличается от гребенной повышенной толщиной и некоторой пушистостью, используется для выработки широкого ассортимента тканей, таких как ситцы, бязи, полотна, кашемиры и др.

По аппаратной системе прядения перерабатываются короткие волокна хлопка длиной до 26 мм. Пряжа имеет большую линейную плотность (60–1000 текс), является неравномерной по толщине, рыхлой, пушистой, мягкой. Этот вид пряжи используется для выработки тканей зимнего ассортимента с начесным ворсом, таких как бумазая, фланель, байка, сукно, замша, вельветон и др. Они характеризуются хорошими теплозащитными свойствами.

Пряжа из льна вырабатывается по гребенной (из чесанного льна) и кардной (из коротких волокон или очесов) системам прядения. В каждом случае пряжа может быть получена по сухому или мокрому способу. При мокром способе прядения ровница перед поступлением в вытяжной прибор проходит через ванну с горячей водой, при этом пектиновые вещества размягчаются, связь между элементарными волокнами ослабевает и это дает возможность произвести большую вытяжку и получить более тонкую, прочную и гладкую пряжу.

По гребенной системе прядения при мокром способе получают пряжу как высокой (≈ 200 текс), так и низкой линейной плотности (≈ 18 текс). В первом случае это равномерная по линейной плотности пряжа, которая используется для технических и брезентовых тканей, во втором случае – наиболее тонкая, гладкая и блестящая пряжа, которая применяется для выработки высококачественных льняных полотен бытового назначения. При сухом способе прядения из тех же волокон получают пряжу большей линейной плотности (62–333 текс), характеризующуюся меньшей равномерностью, меньшей гладкостью, которая используется для выработки грубых и полугрубых тканей. Пряжа, получаемая по кардной системе прядения, уступает по качеству гребенной.

По сухому способу прядения вырабатывают льняную пряжу большой толщины (200–500 текс), которая используется для производства парусины, грубых бортовок и др., по мокрому способу – пряжу (55–60 текс), которая отличается большей равномерностью, гладкостью и применяется для выработки полотен, бортовок и др.

Льняная пряжа, особенно полученная из очесов, является жесткой, довольно толстой и неравномерной по толщине, т. к. содержит отдельные толстые волокна, склейки элементарных волокон и костру. Поэтому для улучшения качества пряжи очесы подвергают котонизации, т. е. делают похожим на хлопок. В настоящее время самым распространенным является чисто механический процесс котонизации, который заключается в следующем. Льняной очес в чистом или смешанном виде после кардочесания и вытягивания лент на

ленточной машине подается на устройство нарезания (резак), где лента режется на участки заданной длины. В этом заключается предварительная стадия котонизации. Затем следует ряд переходов, на которых полученные волокна подвергаются процессам разрыхления и трепания, сопровождающихся интенсивной очисткой волокна. В это время крупные комплексы волокон льна разъединяются на более мелкие, что в конечном итоге приводит к получению более мягкой и нежной волокнистой массы и, следовательно, к получению более тонкой, равномерной по толщине, гибкой льняной пряжи. Кроме того, котонизированный лен на прядильные предприятия может поступать в кипах непосредственно с льнозаводов.

Пряжа из шерсти вырабатывается по гребенной (камвольной) системе прядения и аппаратной (суконной). По гребенной системе прядения вырабатывают пряжу линейной плотности 12-50 текс. Гребенная пряжа применяется для выработки высококачественных шерстяных тканей (платьевых и костюмных) со сравнительно гладкой безворсовой поверхностью, на которой хорошо виден ткацкий рисунок.

В аппаратном прядении используются короткие волокна тонкой и грубой шерсти. Аппаратная пряжа отличается высокой рыхлостью, неравномерностью по линейной плотности, пушистостью. В зависимости от вида используемого сырья получают тонкосуконную и грубосуконную пряжу. Из тонкой короткой шерсти вырабатывают пряжу ($T = 55-250$ текс), используемую для производства тонкосуконных тканей – драп, велюр, ратин и др. Это мягкие, эластичные ткани, отличающиеся хорошими эксплуатационными свойствами. Из грубой короткой шерсти получают грубосуконную пряжу ($T = 111-500$ текс), которая применяется для выработки грубосуконных тканей – сукон, драпов, бобриков и др.

Пряжа пневмомеханического способа прядения имеет слоистую структуру, внутри плотность волокон больше, чем снаружи, что снижает ее прочность. По сравнению с кардной пряжей она имеет меньшую ворсистость. Материалы из пневмомеханической пряжи устойчивы к истиранию, упругие и малосминаемые. Пряжа пневмомеханического способа прядения вырабатывается из хлопковых, котонизированных льняных, химических и смешанных волокон.

Шелковая пряжа вырабатывается из отходов, получаемых при размотке коконов тутового шелкопряда гребенным, аппаратным и очесочным способами.

Пряжа из коротких химических (штапельных) волокон вырабатывается по гребенной и кардной системам прядения.

2.1.2 Классификация нитей

Для производства текстильных материалов используются разнообразные нити, отличающиеся по волокнистому составу, структуре, способу выработки, назначению и т. д.

Все нити можно подразделить на первичные и вторичные. Первичные получают непосредственно после процессов их изготовления (пряжа, элементарная нить, монопить, комплексная, жгутовая и разрезная нити). Нити называются вторичными, если они получают в результате вторичной переработки первичных нитей (чаще всего это крученые нити).

В таблице 2.1 дана классификация основных, наиболее часто встречаемых видов нитей.

Первичная и вторичная пряжа

Она подразделяется:

По волокнистому составу на однородную, смешанную и неоднородную. Однородная пряжа состоит из волокон одного вида (хлопчатобумажная, льняная, вискозная и т. д.) Смешанная пряжа состоит из смеси разных по виду волокон (полушерстяная пряжа). Неоднородная крученая нить состоит из нескольких разных по волокнистому составу пряж (например, чистошерстяная пряжа скручена с пряжей из вискозных волокон).

По системе прядения пряжа подразделяется в зависимости от вида волокна. Хлопчатобумажная – на гребенную, кардную и аппаратную. Льняная пряжа выпускается в виде льняной пряжи мокрого и сухого прядения и очесочной пряжи мокрого и сухого прядения. Шерстяная пряжа бывает гребенной (камвольной) и аппаратной (суконной). Гребенная в зависимости от перерабатываемой шерсти может подразделяться на тонкогребенную, грубогребенную и полугребенную. Аппаратная (суконная) в свою очередь подразделяется на тонкосуконную и грубосуконную. Шелковая пряжа подразделяется на гребенную, кардную и аппаратную.

По строению различают пряжу одиночную, трощеную (соединенную вдоль в несколько сложений, но без скручивания), крученую (однокруточную, многокруточную), фасонную (узелковую, петлистую, спиральную, эпонж и т. д.), высокообъемную, армированную.

По величине крутки пряжа подразделяется на пряжу слабой, средней, повышенной и сильной крутки. Пряжа может быть правой крутки, которую обозначают буквой «Z», и левой крутки – буквой «S».

По отделке и окраске пряжа подразделяется на суровую (т. е. неотделанную), вареную (в основном льняная), отбеленную (хлопчатобумажная, льняная), мерсеризованную (хлопчатобумажная), опаленную (хлопчатобумажная, шелковая), окрашенную (полученную после крашения пряжи, лент или волокон), меланжевую (полученную из смеси окрашенных в разный цвет волокон), мулинированную (т. е. скрученную из нитей разных цветов).

По назначению пряжу подразделяют на пряжу для ткацкого производства (основа и уток), трикотажного производства,

предназначенную для изготовления швейных ниток, для гардинно-тюлевого и кружевного производства и т. д.

Таблица 2.1 – Классификация текстильных нитей

Первичные нити			Вторичные нити	
Группы	Волокнистый состав	Виды нитей	Крученые	Текстурированные
Пряжа	Однородная Смешанная	Одиночная Армированная Фасонная Высокообъемная	Одно- и многокруточная Армированная Фасонная	
Комплексные нити	Однородные Неоднородные	Пологой крутки (до 230 кр/м), средней крутки (230–900 кр/м), высокой крутки (1500–2500 кр/м)	Одно- и многокруточные Комбинированные Фасонные	Высокорастяжимые (более 100 %), Повышенной растяжимости (30–100 %), Обычной растяжимости (до 30 %)
Мононити	Однородные	Металлические Полимерные Пленочные		
Пленочные нити	Однородные	Комплексные Фибриллированные	Одиночные Трошенные Однокруточные Многokrуточные	
Комбинированные нити	Однородные Неоднородные		Крученые	Однокруточные Многokrуточные
			Фасонные	Петлистые, узелковые, эпонж, спираль и др.
			Армированные	Москреп, синель, флокированные и др.

Первичные и вторичные комплексные нити

Химические комплексные нити обычно имеют небольшую пологую крутку (30–130 кр/м). Крученые комплексные нити могут иметь слабую крутку (до 150 кр/м), среднюю (до 600 кр/м), повышенную (600–1500 кр/м) и сильную (более 1500 кр/м) крутку.

В зависимости от интенсивности скручивания крученые нити могут иметь особые названия. Ниже приведены примеры таких нитей.

Муслин – одиночная нить из натурального шелка с круткой 800–1500 кр/м или искусственная комплексная нить с круткой 600–800 кр/м или капроновая комплексная нить с круткой 1200–1400 кр/м. Повышенная крутка придает этим нитям плотность и упругость. Они могут иметь левую и правую крутку. Муслин используется для наиболее тонких и малоплотных блузочных тканей типа маркизета и муслина.

Креп – образуется скручиванием 2–7 нитей натурального шелка с круткой 2200–3200 кр/м, а также скручиванием 1–2 комплексных искусственных нитей с круткой 1500–2500 кр/м. Для фиксации высокой крутки нити запаривают. В результате большой крутки креповые нити отличаются повышенной упругостью, жесткостью и шероховатой поверхностью. Используют нити для изготовления креповых тканей.

Москреп – креповая нить из натурального шелка или искусственных комплексных нитей, соединенная с 2-3 нитями натурального шелка или с одиночной искусственной комплексной нитью пологой крутки. Нить пологой крутки имеет крутку, противоположную по направлению крутке креповой нити. Креповая и пологая нити получают общую крутку 500 кр/м в направлении креповой крутки. При этом креп, получив докрутку, увеличивает жесткость, а пологая нить несколько раскручиваясь, становится более мягкой и толстой и обвивает креповую нить по спирали.

Фасонные нити – это нити с определенным внешним эффектом. В зависимости от способа получения фасонного эффекта различают нити с прядильным эффектом и нити с эффектом крутки. Прядильный эффект придают нитям в процессе прядения, например, путем впрядания в нее клочков волокон иного цвета по сравнению с цветом пряжи.

Наиболее разнообразны фасонные нити с эффектом крутки. Такие нити чаще всего получают путем скручивания не менее трех составляющих (составляющие нити могут быть одинаковыми или отличаться по цвету, толщине, волокнистому составу и т. д.):

- сердцевинной, располагающейся по оси нити в распрямленном состоянии и представляющей как бы остов фасонной нити;
- нагонной, создающей внешний эффект;

- закрепляющей, которая обвивает первые две нити и плотно скрепляет свободно лежащую нагонную нить с сердцевинной.

Примерами фасонных нитей являются узелковая нить, эпонж, петлистая, спиральная, с сукрутинами, с внешней обмоткой. Перечисленные ниже фасонные нити чаще бывают неоднородными. Для нагона используют блестящие, цветные нити, в для сердцевинных – прочные и дешевые (рис. 2.12).

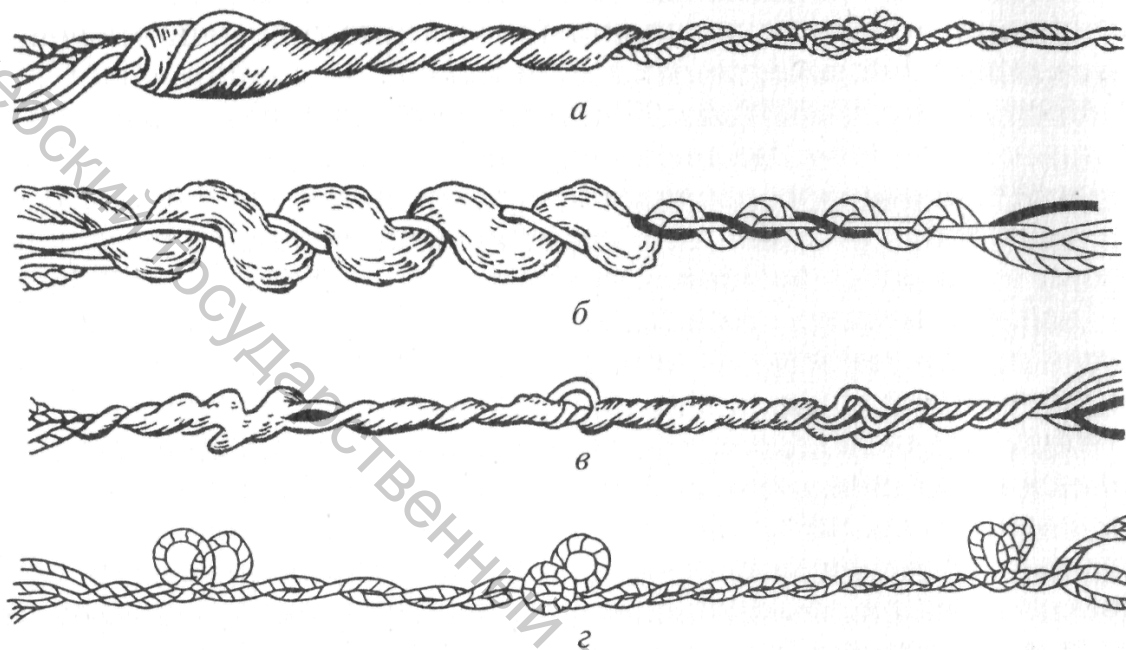


Рисунок 2.12 – Фасонные нити: а – узелковая; б – спиральная; в – «эпонж»; г – петлистая

Текстурированные нити (в том числе высокообъемные)

Химические волокна и нити, особенно синтетические, имеют ряд специфических свойств, которые препятствуют использованию их для выработки бельевых и платьено-костюмных тканей. К этим свойствам относятся: гладкая стеклообразная поверхность, цилиндрическая форма, металлический блеск, низкие теплозащитные свойства, повышенная электризуемость, плохая гигроскопичность и т. д.

Частично устранить влияние перечисленных выше свойств и повысить потребительские и эксплуатационные свойства изделий из этих нитей можно путем видоизменения структуры нитей, благодаря приданию нитям высокой объемности, пушистости, извитости и большой упругой растяжимости.

Нити и пряжа, обладающие повышенной объемностью при малой объемной массе, получили название текстурированных или высокообъемных нитей. Изделия из этих нитей приобретают улучшенные теплозащитные и гигиенические свойства, т. к. при рыхлой структуре они лучше сохраняют тепло и впитывают, а затем испаряют влагу, выделяемую кожей человека. Они имеют красивый внешний вид и высокую износоустойчивость.

В настоящее время применяются различные способы получения высокообъемных нитей. Схема классификации их по способу получения представлена на рис. 2.13.

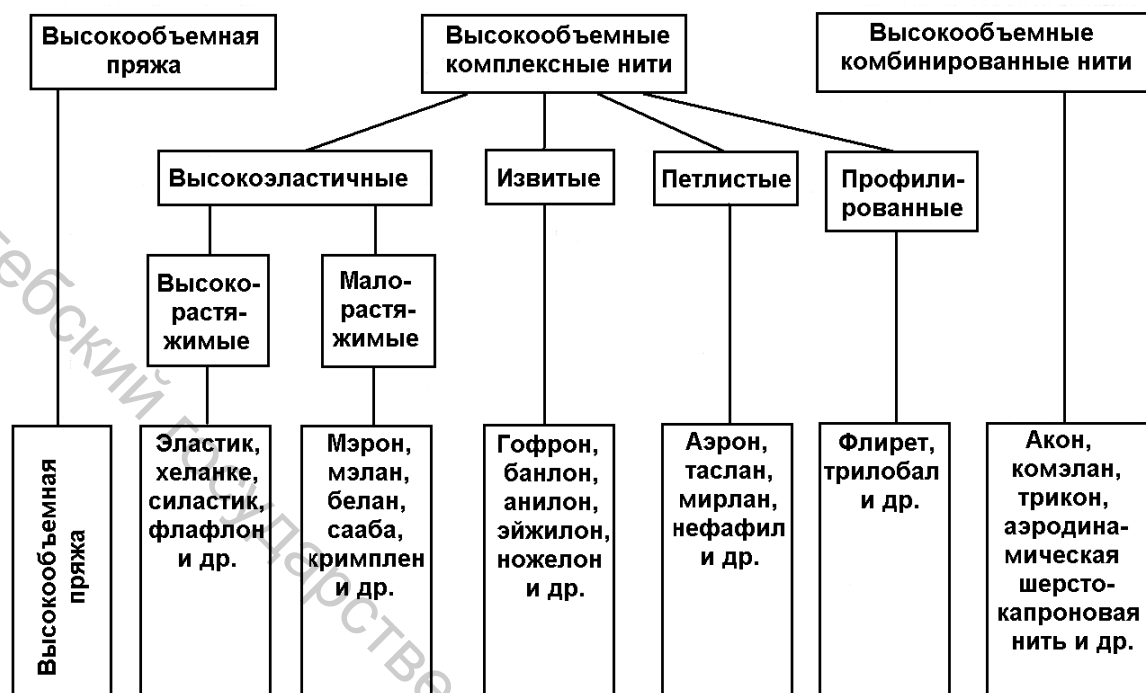


Рисунок 2.13 – Схема классификации высокообъемных нитей

Высокообъемная пряжа вырабатывается из смеси разноусадочных волокон. В качестве низкоусадочных волокон используют лавсан, нитрон А, капрон, хлопок, шерсть, вискозные волокна. В качестве высокоусадочного волокна – нитрон В, оксон 10 и др.

Смесь получают из 30–50 % высокоусадочного волокна и 70–50 % низкоусадочных волокон. Разница в усадке должна быть в пределах 20–23 %.

Пряжу в основном вырабатывают по кардной системе прядения хлопка. Полученная пряжа не отличается от обычной.

Для выявления эффекта повышенной объемности эту пряжу перематывают в мотки и обрабатывают паром или кипящей водой, при этом высокоусадочные волокна укорачиваются, а низкоусадочные волокна изгибаются, придавая тем самым пряже повышенную объемность, пушистость и мягкость. В производстве чаще влажно-тепловой обработке подвергаются уже готовые изделия.

Высокообъемные комплексные нити подразделяются на высокоэластичные, извитые, петлистые и профилированные.

Высокоэластичная высокорастяжимая нить типа эластик способна растягиваться до 200–300 % от первоначальной длины, а после снятия нагрузки восстанавливать свои размеры. Эластик может быть получен классическим и непрерывным способами.

По классическому способу двум капроновым нитям ($T = 5$ текс) дают крутку 2300 кр/м, одной в направлении «Z», другой – «S». Для снятия возникших внутренних напряжений и фиксации деформации нитей их запаривают при температуре 130 °С в течение ≈ 3 часов. Далее нити получают крутку в обратном направлении ($K = 2650$ кр/м), т.е. одной нити сообщают крутку 350 кр/м в направлении «S», а другой – крутку 350 кр/м в направлении «Z». Затем полученные нити с разными направлениями круток соединяют и скручивают с круткой 100–150 кр/м.

Непрерывный способ отличается от классического тем, что все основные операции (кручение, термическая обработка, раскручивание) осуществляется на однопроцессной машине. За рубежом высокорастяжимые нити выпускают под названиями: хеланка, силастик, флафлон, твасил, суперлофт и др.

Высокоэластичные малорастяжимые нити получают из нитей типа эластик путем их дополнительной термической обработки при некотором натяжении нити. В результате этого петлистая извитость эластика переходит в синусоидальную и структура извитости фиксируется. Нити носят названия: мэрон, мэлан, белан, сааба, астралон, кримплен и др.

Извитые нити получают разными способами:

- Запрессовыванием термопластичной нити в горячую камеру, где она приобретает извитость типа «гармошки», которую тут же подвергают термофиксации (гофрон, ожилон, банлон, анилон, канебо и др.).

- Путем пропускания подогретых натянутых нитей по острию нагретого металлического лезвия. В результате действия эффекта изгиба и эффекта трения сторона нитей, прилегающих к острию, сжимается и делается плоской, а удаленная от лезвия – растягивается. А так как нити при прохождении через грань свободно поворачиваются и касаются ее то одной, то другой стороной, нити приобретают извитость (эйджилон, рилон, ножелон, агилон, фростекс, эвалон и др.).

- Извитые нити можно получить путем роспуска трикотажного полотна, полученного из термопластичных нитей и подвергнутого термообработке.

- Получением бикомпонентных нитей (см. раздел «Физическая модификация химических волокон и нитей»).

Петлистые нити. В этом случае комплексная нить поступает в специальное аэродинамическое устройство, где подвергается воздействию струи воздуха. Комплексная нить разъединяется на отдельные элементарные нити, которые изгибаются в петли, перепутываются между собой и образуют стабильную структуру. Этот метод можно применять и для нетермопластичных нитей. Петлистые

нити могут называться аэрон, таслан, мирлан, нефафил, тасуран, роделия и др.

Профилированные нити получают путем формования их с использованием фильер, имеющих отверстия некруглого сечения (в виде треугольника, H-образное, прямоугольное, S-образное, трехлистника и т. д.) Профилированные нити характеризуются повышенной сцепляемостью, объемностью, гигроскопичностью, меньшим блеском, повышенной стойкостью к истиранию.

Высокообъемные комбинированные нити состоят, как правило, из соединенных тем или иным способом нитей или нитей и волокон разного вида. Классическим примером может служить нить акон, которая получается по принципу нити эластик, но каждая составляющая которой является комбинированной комплексной нитью, состоящей из ацетатных нитей (83 %) и капроновых (17 %). Аналогичная нить, полученная непрерывным способом, носит название комэлан.

Наиболее интересным и перспективным в настоящее время является использование таких высокообъемных комбинированных нитей, у которых совмещаются свойства, присущие как химическим, так и натуральным волокнам. Разработкой технологии получения нитей такого вида занимается кафедра «Прядение натуральных и химических волокон» Витебского государственного технологического университета. Принцип получения этих нитей заключается в следующем. В специальную форсунку поступает, например, лавсановая комплексная нить и шерстяная ровница. Ровница разъединяется на отдельные волокна, а комплексная нить – на элементарные составляющие. В воздушном потоке, поступающем в форсунку, волокна шерсти, перепутываясь с элементарными нитями, закрепляются между ними, образуя петли. Полученная нить похожа на пушистую шерстяную пряжу, она состоит из стержневой лавсановой нити и шерстяных волокон, покрывающих ее.

К армированным нитям относятся нити, в которых лайкра обкручивается другой нитью или волокнами. Например, джинсовая ткань (деним, х/б ткань саржевого переплетения), содержащая лайкру с обкруткой из хлопчатобумажной пряжи, визуально аналогична ткани деним, и только в процессе носки проявляются ее особые свойства – повышенная комфортность и эластичность. Аналогичная более тонкая пряжа применяется для легких одежных тканей и трикотажных полотен, а также для чулочно-носочных изделий. Армированные нити применяются также для пошива швейных изделий.

2.1.3 Пороки текстильных нитей

Ворсистость нити – порок в виде концов волокон, выступающих в большом количестве на поверхности нити или многочисленных обрывов элементарных химических нитей на протяженном участке комплексной химической нити.

Мушка пряжи. Порок в виде скопления плотно перепутанных волокон в форме узелка размером в поперечнике до 1,5 диаметра пряжи.

Шишка на нити. Порок в виде скопления плотно перепутанных волокон в форме узелка размером в поперечнике до 2,5 диаметра нити или утолщения на комплексной химической нити, получившегося в результате сдвига вдоль нити и скопления одной или нескольких оборванных элементарных нитей.

Комок на пряже. Порок в виде скопления плотно перепутанных волокон в форме узелка размером в поперечнике свыше 2,5 диаметра пряжи.

Прикрут нити. Порок в виде обвитых вокруг нити посторонних волокон или участков нитей.

Утолщение нити. Порок в виде участка нити с увеличением линейной плотности.

Утонение нити. Порок в виде участка нити с уменьшением линейной плотности.

Перслежины на нити. Порок в виде случайно повторяющихся утолщений и утонений нити.

Двойная нить. Порок в виде участка нити увеличенной линейной плотности в результате прикрута одной или нескольких нитей.

Сукрутина нити. Порок, представляющий собой скрученный в виде петли участок крученой нити, образующийся вследствие её неравновесного состояния.

Штопорная крутка нити. Порок в виде витков, выступающих спиралью на поверхности крученой нити.

Пропуск нитей. Порок в виде участка крученой нити, на котором отсутствует одна или более составляющих нити.

Дефектный узел на нити. Порок в виде узла, образующегося в результате неправильного связывания концов двух нитей.

Загрязнённые нити. Порок в виде загрязнённого или замасленного участка нити.

Плесень на нити. Порок в виде участка нити, поражённого плесенью.

Необмотанная нить. Порок в виде необмотанного участка стержня армированной нити.

Засоренность нити. Порок, выраженный в наличии инородных примесей или (и) нестандартных волокон, а также мёртвого волоса в нити.

Краксы. Порок, представляющий собой утолщённые участки нити в виде спирали, образованной волокнами нити, обвившимися вокруг центральных волокон.

Разнооттеночность нити – порок крашеной нити в виде участка нити, отличающегося по интенсивности окраски.

Отсутствие (наличие) блеска нити. Порок в виде участка, отличающегося по блеску от остальной нити.

Оттеночность нити. Порок неокрашенной нити в виде участка нити, отличающегося по белизне.

2.1.4 Основные свойства текстильных нитей

К основным свойствам нитей относятся: толщина, крутка, прочность, растяжимость, неровнота.

Толщина текстильных нитей, так же как и волокон, характеризуется линейной плотностью, которая определяется по формуле

$$T = m / L, \text{ (текс)}, \quad (2.1)$$

где m – масса нити, г;

L – длина нити, км.

Линейную плотность определяют взвешиванием длинных (25, 50 и 100 м) и коротких (1 м) отрезков. От толщины нитей зависит толщина тканей, трикотажных и нетканых полотен.

Для швейных ниток определяют **расчетный диаметр** d_p , мм по формуле

$$d_p = \frac{A \sqrt{T_R}}{31,6}, \quad (2.2)$$

где T_R – результирующая линейная плотность; A – коэффициент, зависящий от объемной массы и строения ниток.

Значения коэффициента A для некоторых видов пряжи приведены ниже.

Пряжа:

хлопчатобумажная	1,19–1,26
льняная	1,00–1,19
шерстяная	1,26–1,76
вискозная	1,26
капроновая	1,19–1,46

Крутка нитей определяется числом кручений (витков), приходящихся на 1 м длины нитей. На свойства нитей большое влияние оказывает направление крутки (рис. 2.14)

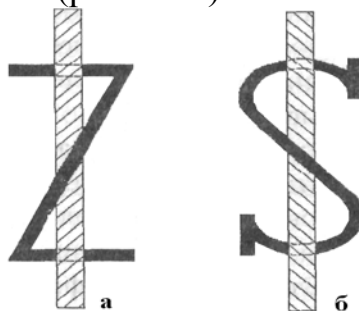


Рисунок 2.14 – Направление крутки нити: а – правая крутка; б – левая крутка

Крутка, как мера интенсивности скрученности нитей, может использоваться только для нитей одинаковой толщины и приблизительно одинаковой объемной массы.

$$K = \frac{10^3 \times n}{L}, \quad (2.3)$$

где K – число кручений, кр/м; n – число оборотов зажима круткомера до полного раскручивания нити; L – расстояние между зажимами, мм.

Крутку нитей определяют на приборе – круткомере. На рис. 2.15 представлена схема круткомера. Образец 1 закрепляется в левый неподвижный зажим 2 и в подвижный зажим 3 под грузом предварительного натяжения 8. При раскручивании нити с помощью рукоятки 4 до полной параллелизации составляющих счетчик 5 отсчитывает количество оборотов подвижного зажима 3. Неподвижный зажим 2 отклоняется вместе со стрелкой-указателем влево. На шкале 7 определяют удлинение нити. Груз 8 вместе с осью, на которой он закреплен, и стрелкой 6 составляет рычаг, движение этого рычага влево ограничивается специальным упором 9.

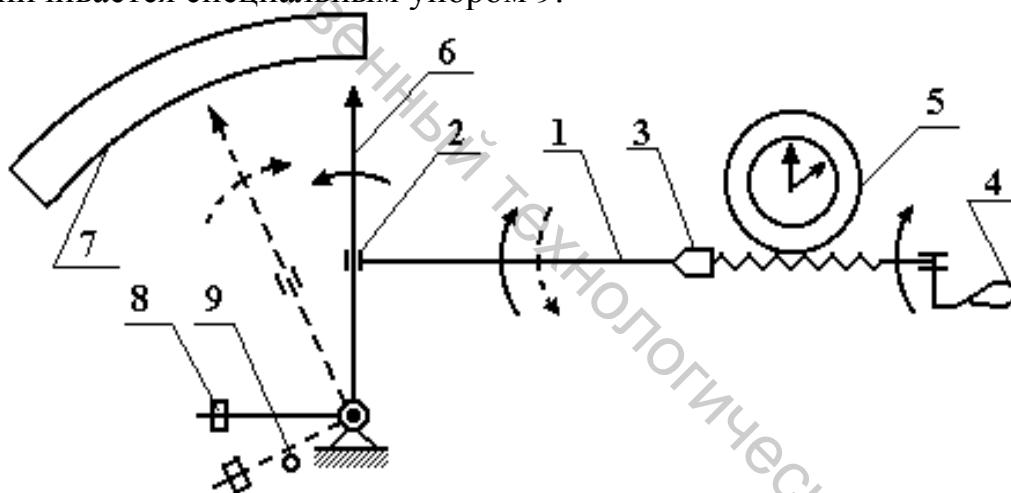


Рисунок 2.15 – Схема круткомера

При непосредственном раскручивании нитей составляющие раскручивают до полной параллелизации, со счетчика 5 снимают значение и направление крутки, по отклонению стрелки на шкале определяют величину укрутки нити.

По стандарту метод непосредственного раскручивания применяется для всех нитей, кроме одиночной хлопчатобумажной пряжи и пряжи из химических волокон, линейная плотность которых 84 текс и менее.

Расстояние между зажимами устанавливается равным: 50 мм – для гребенной одиночной шерстяной пряжи и натурального шелка, смешанной хлопчатобумажной и пряжи из химических волокон; 100 мм – для одиночной шерстяной аппаратной пряжи; 250 мм – для крученой

пряжи и нитей при $K > 400$ кр/м; 500 мм – для крученой пряжи и нитей при $K \leq 400$ кр/м.

В соответствии с действующим стандартом метод удвоенного кручения применяется для одиночной хлопчатобумажной пряжи и пряжи из химических волокон, линейная плотность которой равна или меньше 84 текс, т. е. для тонкой пряжи, для которой трудно уловить момент параллелизации составляющих. Зажимное расстояние принимается равным 250 мм.

Метод заключается в следующем. Нить 1 закрепляется в зажимах 2 и 3 под действием груза предварительного натяжения 8. Затем зажим 3 начинают вращать в сторону раскручивания нити, при этом стрелка 6 начнет отклоняться влево. Так как момент параллелизации составляющих определить трудно, то зажим 3 продолжает вращаться в том же направлении, а нить после раскручивания начинает закручиваться в противоположном направлении. Стрелка 6 при этом начнет перемещаться вправо, т. к. нить при скручивании будет укорачиваться. Прибор выключают, когда стрелка 6 дойдет до нуля шкалы 7. В этот момент длина нити будет равна первоначальной зажимной длине и полагают, что на этой длине число витков тоже будет равно первоначальному, но направление их противоположно первоначальному.

Величина крутки оказывает влияние на многие свойства нити. Например, с изменением крутки изменяется разрывное усилие нити и ее разрывное удлинение, размеры поперечного сечения, объемная масса, устойчивость к многократным деформациям растяжения и изгиба, жесткость нитей, устойчивость к истиранию и другие свойства.

Коэффициент крутки α , % – характеризует количество кручений, приходящихся на единицу линейной плотности нитей:

$$\alpha = \frac{K\sqrt{T}}{100}. \quad (2.4)$$

Эта характеристика широко применяется на практике при оценке интенсивности скрученности нитей разной толщины, но приблизительно одинаковой объемной массы.

Угол кручения β – угол наклона наружных витков к оси нити. Угол кручения является универсальной характеристикой меры интенсивности скрученности нитей. Чем больше угол β , тем сильнее скручена нить независимо от ее толщины и вида волокнистого материала, из которого она получена. Однако эта характеристика используется редко из-за сложности и трудоемкости определения угла. Чаще используют для оценки скрученности нитей разного сырьевого состава и линейной плотности $tg \beta$:

$$tg \beta = \frac{\alpha}{89,19\sqrt{\sigma}}. \quad (2.5)$$

При скручивании нитей меняется их длина. Характеристика, показывающая изменение длины нитей, называется укруткой.

Укрутка нити U , % – процентное отношение изменения длины нити после ее раскручивания к длине раскрученной нити:

$$U = \frac{L_2 - L_1}{L_2} \times 100, \quad (2.6)$$

где L_1 – длина скрученной нити, т. е. первоначальная длина нити в мм; L_2 – длина нити после раскручивания, мм.

Прочность и растяжимость нити характеризуется показателями: разрывное усилие и разрывное удлинение. Формулы для определения абсолютных и относительных разрывных характеристик усилия и растяжения представлены в главе 1.2.

Пониженная прочность нитей приводит к их обрыву в ткачестве. Малое разрывное удлинение нити свидетельствует о ее жесткости.

Неравномерность нити по толщине и другим показателям является важным показателем качества нити. Обычно неровноту нити определяют при обработке результатов эксперимента по коэффициенту вариации.

2.2 ТКАЦКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Ткачество – технологический процесс получения ткани. Ткань образуется взаимным переплетением двух систем нитей. Нити, располагаемые вдоль ткани, называются основой, а нити, располагаемые поперек ткани, – утком.

2.2.1 Подготовка нитей к ткачеству

В процессе ткачества нити основы и утка подвергаются различным воздействиям и поэтому проходят различную подготовку к ткачеству. Нити основы на ткацком станке находятся под натяжением. В процессе зевобразования и прибора уточной нити это натяжение циклически меняется. Кроме того, нити подвергаются изгибу и трению. Уточные нити таким воздействиям не подвергаются, поэтому они могут иметь меньшую прочность, но должны быть достаточно эластичными и равновесными по крутке.

Схема подготовки нитей основы и утка к ткачеству представлена на рис. 2.16.

Подготовка основы к ткачеству включает в себя следующие технологические переходы.

Перематывание. Цель перематывания – получение новой паковки, содержащей нить большей длины. Кроме того, при перематывании пряжа частично очищается от сорных примесей, пороков и утолщений и проводится контроль её прочности. Сущность процесса заключается в последовательной намотке на паковку под определённым натяжением

нити с нескольких прядильных початков. При этом нить проходит через щель контрольно-очистительного устройства, препятствующего проходу пуха, сора и утолщений.

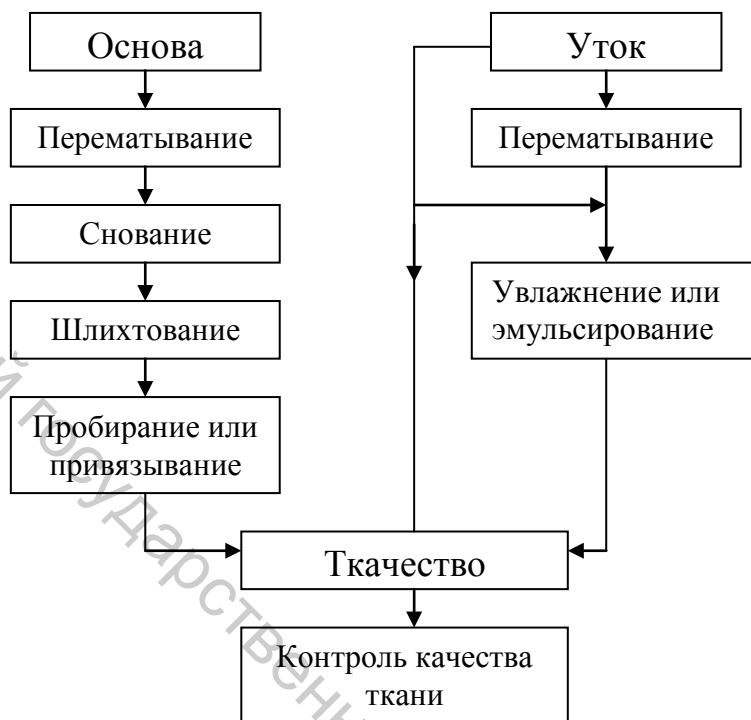


Рисунок 2.16 – Схема подготовки нитей основы и утка к ткачеству Снование пряжи. Целью снования является образование систем параллельно расположенных нитей равной длины, необходимых для получения ткацкого навоя. Сущность заключается в получении цилиндрической паковки (ткацкого навоя), в которой определённое количество нитей требуемой длины намотано параллельно друг другу. Ткацкий навой представляет собой большую катушку с фланцами, на которую одновременно параллельно намотано определённое количество нитей заданной длины. Количество нитей зависит от ширины ткани, плотности ткани, линейной плотности нитей, вида переплетения и т. д.

Одновременное наматывание на ткацкий навой большого количества нитей (3000–6000) представляет собой ответственный технологический процесс. Чаще всего снование осуществляется партионным или ленточным способом. Партионное снование состоит в том, что на большую катушку с фланцами, называемую сновальным валиком, навивают часть нитей (обычно 1/5 или 1/10) от того количества, которое должно находиться на ткацком навое.

Затем со всех сновальных валиков нити одновременно перематываются на ткацкий навой. Такой метод снования применяется при выработке хлопчатобумажных, льняных, шерстяных камвольных тканей и тканей из химических нитей. Ленточное снование заключается в том, что определённое количество нитей (расположенных плотно друг

к другу и образуя ленту) навивается на специальный барабан сновальной машины. После навивания на барабан необходимого количества лент равной длины их одновременно перематывают на ткацкий навой. Ленточное снование применяют для сложных основ.

Шлихтование основы. Целью процесса является уменьшение обрывности нитей основы в ткачестве, путём придания им большей прочности, большей стойкости к многократным деформациям растяжения и изгиба, стойкости к истирающим воздействиям. Сущность процесса шлихтования заключается в пропускании нитей основы через жидкий клеящий состав (шлихту), создающий на них после высушивания гладкую эластичную плёнку. Шлихта проникает также внутрь нитей, упрочняя их. В зависимости от способа высушивания нитей применяются шлихтовальные машины барабанного или камерного типа.

Пробирание или привязывание нитей выполняется для заправки ткацкого станка новой основой. Если станок заправляется впервые или осуществляется смена ассортимента, то применяется пробирание основ, т. е. каждая нить основы должна быть пробрана в ламель, глазок галева той или иной ремизки и в зуб берда.

Ламели – металлические пластинки с отверстием. Каждая нить основы проходит через отверстия одной ламели, которая, таким образом, висит на нити. При обрыве основной нити соответствующая ламель опускается и замыкает цепь, вызывая останов станка. Ламельный механизм является основонаблюдательным механизмом.

Ремизка – две металлических или деревянных рейки (рис. 2.17), между которыми натянуты тонкие проволоочки – галева, имеющие посередине отверстие – глазок. В каждый глазок пробирается одна нить основы.

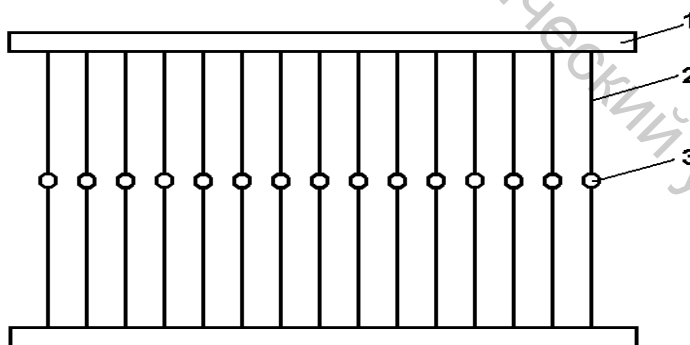


Рисунок 2.17 – Деталь ткацкого станка (ремизка): 1 – рейка; 2 – галево; 3 – глазок

Бердо – представляет собой два бруска, между которыми на одинаковом расстоянии друг от друга укреплены тонкие металлические пластины. Расстояние между двумя соседними пластинами называется зубом берда. В каждый зуб берда пробирается одна или две нити основы. Таким образом бердо равномерно распределяет нити основы по

ширине станка и поддерживает постоянной ширину вырабатываемой ткани.

При замене сработанного навоя на новый применяется привязывание, т. е. к концу каждой нити старого навоя привязывается нить нового навоя и затем узлы протаскиваются через ламели, ремизки и бердо.

Подготовка утка к ткачеству заключается в перематывании нитей на паковки, необходимые для данного станка.

Увлажнение или эмульсирование проводится с целью придания им равновесной структуры, исключая образование сукрутин в процессе прокладывания уточной нити.

2.2.2 Образование ткани на ткацком станке

Принцип образования ткани на ткацком станке заключается в следующем. Нити основы 1 (рис. 2.18), сматываясь с навоя 2, огибают скало 3, проходят сквозь отверстия ламелей 4, глазки галев ремизок 5 и 6 и между зубьями берда 7. Перемещаясь в вертикальных плоскостях, ремизки разделяют нити основы и образуют свободное пространство 9, называемое ткацким зевом, в которое при помощи челнока 8 (или иным способом) вводится уточная нить. Проложенная в зеве уточная нить прибивается с помощью берда 7 (при движении батанного механизма 10 вправо) к опушке ткани 11. Одновременно происходит закрытие зева, т. е. ремизки меняют своё положение: ремизка 5 опускается вниз, а ремизка 6 поднимается вверх. В результате этого уточная нить закрепляется у опушки ткани.

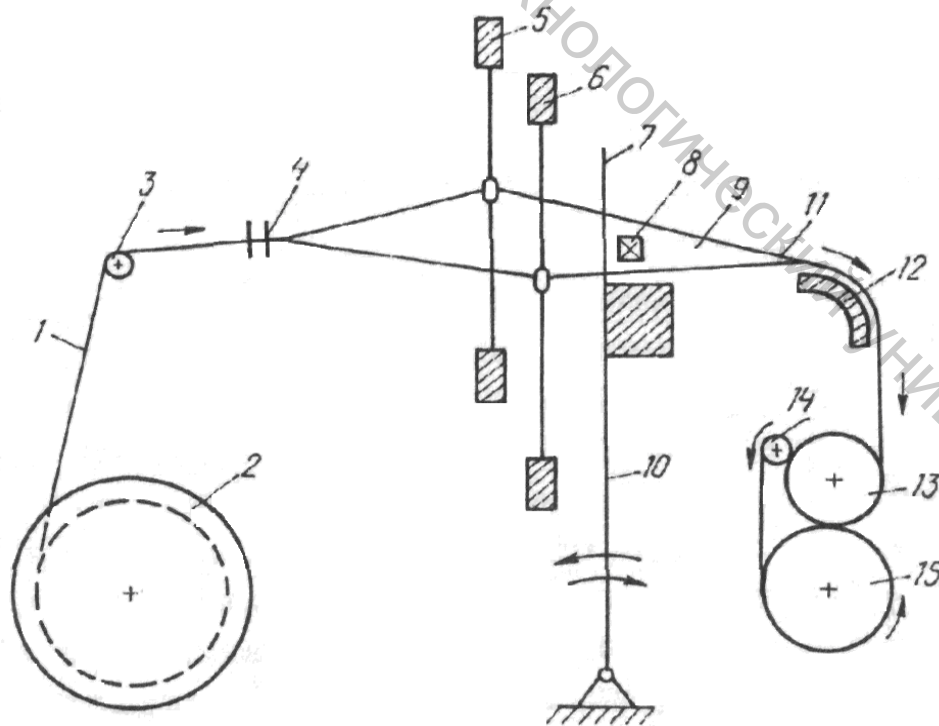


Рисунок 2.18 – Схема образования ткани на ткацком станке

При образовании нового зева в него вводится новая уточная нить, которая тоже прибавляется к опушке ткани, а ремизки опять меняют свои положения. Таким образом процесс циклически повторяется.

Наработанная ткань отводится вальшном 13, при этом она огибает грудницу 12, направляющий валик 14 и наматывается на товарный валик 15.

Главными механизмами ткацких станков, выполняющими технологические функции, являются:

1. Основной регулятор или основной тормоз (механизм, поддерживающий постоянное натяжение основы в процессе работы станка и подающий основу в зону формирования ткани);

2. Зевообразовательный механизм (механизм, который поднимает и опускает ремизки, установленные на ткацком станке). Зевообразовательные механизмы бывают эксцентриковые или кулачковые, кареточные и жаккардовые. На станках с эксцентриковым зевообразовательным механизмом можно выработать ткани переплетениями с раппортом по утку не более восьми нитей. На кареточных станках можно выработать ткани более сложных переплетений. Жаккардовые машины позволяют выработать ткани с крупноузорчатыми переплетениями, т. к. появляется возможность каждый последовательный зев образовывать путём подъёма любых нитей основы.

3. Механизм прокладывания уточных нитей в зев.

Челночные ткацкие станки: уточная нить прокладывается боевым механизмом, с помощью которого челнок в зеве совершает свободный полет, при этом уточная нить сматывается с паковки, размещенной в челноке.

Челнок – металлическая или деревянная коробка с заостренными металлическими концами (напоминает по форме лодку), в которую закладывается паковка с уточной нитью, легко сматывающейся с неё.

Бесчелночные ткацкие станки. На них уток в зев вносится малогабаритными прокладчиками, представляющими собой стальную пластинку массой 40 г при длине 90 мм и ширине 14 мм. Пружинным захватом прокладчик зажимает нить, которая специальным устройством подаётся к нему с конической бобины. Движение через зев прокладчик совершает только в одном направлении. В обратном направлении он переносится специальным транспортёром, расположенным под основой.

Станки такого типа выпускаются Швейцарской фирмой «Зульцер», в России они выходят под маркой СТБ. Станки выпускаются с заправочной шириной 180, 220, 330 см.

Пневматические бесчелночные станки. На этом станке уточная нить, сматываемая с неподвижной конической бобины, после прохождения через натяжное устройство поступает на барабан отмеривающего механизма. Барабан наматывает на себя нить длиной,

необходимой для одной прокладки. С барабана нить проходит в сопло, из которого пробрасывается в зев струёй сжатого воздуха, периодически поступающего из компрессора (станки П-105, П-125).

Рапирные ткацкие станки. На этих станках уточная нить вводится в зев посредством жёстких или гибких рапир, движущихся навстречу друг другу. При встрече одна из рапир, несущая нить, передаёт её другой, которая при обратном движении завершает прокладывание утка через зев.

Пневморапирные ткацкие станки. Уток прокладывается воздушной струёй в канале, образованном рапирами, которые движутся справа и слева до середины станка. В канал одной рапиры подаётся сжатый воздух, а из канала встречной рапиры воздух отсасывается (станок АТПР-120). Станки предназначены для выработки хлопчатобумажных тканей массового ассортимента.

Гидравлические бесчелночные ткацкие станки. Уточная нить вводится в зев струёй воды, выбрасываемой из сопла. Станки предназначены для выработки тканей из несмачивающихся синтетических нитей.

Круглая ткацкая машина, на которой с нескольких ткацких навоев нити основы распределяются между 12 секторами. Несколько челноков последовательно прокладывают нити, и каждый челнок прижимает к опушке ткани уточину, проложенную предыдущим челноком. Станок вырабатывает ткани полотняного переплетения.

4. Батанный механизм (механизм, прибивающий уточную нить к опушке ткани).

5. Товарный механизм (механизм отводящий ткань из зоны ее формирования и наматывания на товарный валик).

Кроме главных механизмов, без которых выработка ткани невозможна, ткацкие станки оснащены рядом вспомогательных и предохранительных механизмов. К ним относятся:

1. Механизм автоматической смены утка, повышающий производительность станков и труда ткачей.

2. Основонаблюдатель, способствующий улучшению качества тканей, т. к. он останавливает станок при обрыве основной нити.

3. Уточная вилочка: контролирует наличие уточной нити.

4. Механизм откидного берда, замочный механизм: это механизмы, предупреждающие массовые обрывы основы при задержке челнока (нитепрокладчика) в зеве и др.

2.2.3 Пороки ткацкого производства

Наличие пороков в готовых швейных изделиях может привести к снижению сорта изделий и даже к браку, поэтому при раскрое пороки стараются исключить. Пороки могут возникнуть из-за обрыва нитей, разладки оборудования, нарушения технологического режима или недобросовестной работы обслуживающего персонала.

К порокам ткацкого производства относятся :

Близна – порок, заключающийся в отсутствии одной или нескольких нитей основы.

Пролёт – порок, заключающийся в отсутствии одной или нескольких уточных нитей по всей ширине ткани или на ограниченном её участке.

Двойник – порок в виде двух или более нитей основы или утка, затканых или переплетённых вместо одной.

Поднырки – нарушение переплетения на коротких участках из-за непереплетения уточных нитей с нитями основы и провисания их в виде штрихов.

Подплетина – несколько рядом лежащих неправильно переплетённых, в том числе оборванных нитей по основе и утку на коротком участке.

Сбитый рисунок – нарушение переплетения рисунка ткани в результате неправильной проборки нитей в ремиз или в глазки лиц жаккардовой машины или бердо.

Забойна – полоса во всю ширину ткани из-за повышенной плотности ткани по утку.

Недосека – полоса во всю ширину ткани из-за пониженной плотности ткани по утку.

Рассечка – раздвижка нитей основы из-за нарушения плотности зубьев берда.

Нарушение целостности ткани – порок ткани, при котором нити основы и (или) утка разрушены.

Проципки – нарушение целостности нитей основы или утка на коротком участке в результате удаления постороннего предмета или узла.

Зебримость – порок, заключающийся в наличии в ткани участков небольшой протяжённости по основе и утку, возникающих от различной линейной плотности нитей.

Утолщённые нити – наличие в ткани нитей основы или (и) утка, имеющих более высокую линейную плотность, чем нити основного фона ткани.

Местное утолщение – наличие утолщённых нитей основы или (и) утка на коротких участках.

2.2.4 Ткацкие переплетения

Переплетением нитей в ткани называется порядок взаимного перекрытия нитей основы нитями утка. Графическое изображение переплетения нитей в ткани называется рисунком переплетения. Рисунок переплетения выполняется на клетчатой бумаге. Вертикальный ряд клеток принимают за основные нити, а горизонтальный – за уточные. Места перекрещивания основных нитей с уточными называются перекрытиями. Если в месте перекрещивания основная нить

находится над уточной, то перекрытие называется основным, если уточная – уточным (рис. 2.19). Основные перекрытия закрашиваются, уточные – остаются белыми.

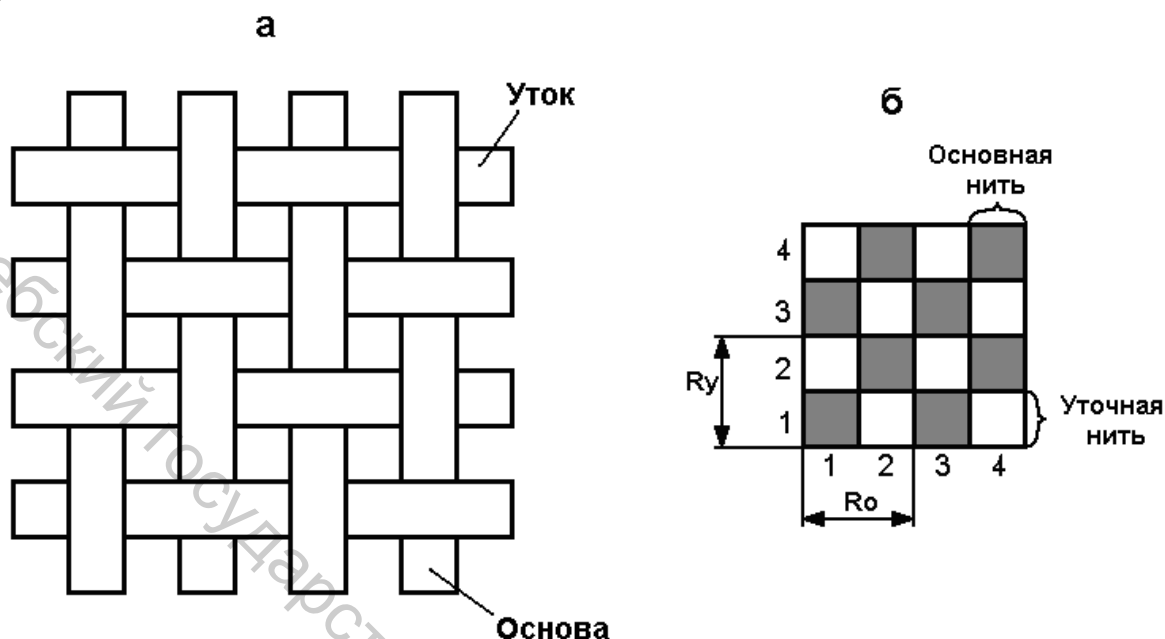


Рисунок 2.19 – Полотняное переплетение:

а – образец ткани, б – изображение переплетения на рисунке

Раппортом переплетения (R) называется одна законченная часть рисунка переплетения, при повторении которой получается непрерывность рисунка в направлении основы и утка.

Раппортом переплетения по основе (R_o) называется наименьшее число основных нитей, после которого начинает повторяться порядок чередования перекрытий по нитям основы. Раппортом переплетения по утку (R_y) называется наименьшее число уточных нитей, после которого начинает повторяться порядок чередования перекрытий по нитям утка.

Сдвигом перекрытия (S) называется число, показывающее, на сколько нитей смещено одиночное перекрытие рассматриваемой нити от аналогичного одиночного перекрытия предыдущей нити.

При выработке тканей используют разнообразные переплетения. От вида переплетения зависят характер и рисунок лицевой поверхности ткани, наличие блеска, продольных и поперечных полос. Вид переплетения влияет на прочность ткани, её растяжимость, толщину, жёсткость, осыпаемость, усадку, способность суживаться и оттягиваться в процессе влажно-тепловой обработки и на другие свойства.

Все переплетения подразделяются на следующие классы (рис. 2.20):

1. Главные (простые);
2. Мелкоузорчатые, включающие производные от главных и комбинированные;
3. Сложные;

4. Крупноузорчатые (жаккардовые).

КЛАСС ГЛАВНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ. К ним относятся полотняное, саржевое и сатиновое (атласное). В главных переплетениях каждая нить основы и утка в пределах раппорта переплетаются только один раз. Для главных переплетений $R_o = R_y$.

Полотняное переплетение – наиболее распространённое из всех ткацких переплетений. В этом переплетении основные нити наиболее часто (через одну) перекрываются уточными нитями, поэтому ткани полотняного переплетения наиболее прочны. Лицевая и изнаночная стороны ткани полотняного переплетения имеют одно и то же строение и одинаковый внешний вид (см. рис. 2.19). Переплетение применяется для выработки хлопчатобумажных тканей – ситца, бязи, миткаля, батиста и др.; льняных тканей – полотен, бортовок, парусины и др.; шёлковых – крепдешина, креп-жоржета, креп-шифона и др.; шерстяных тканей – сукна, некоторых платьевых и костюмных тканей.

Для получения внешнего эффекта можно использовать две основы с нитями разной крутки (придание гофрированного вида); два типа уточных нитей (левой и правой круток) – креповый эффект; при использовании более тонкой основы по сравнению с утком возникает поперечный рубчик (ткани тафта, поплин); при использовании в основе и утке нитей разных (контрастных) цветов получаются ткани с переливом разных цветов и т. д.

Саржевое переплетение. В саржевом переплетении (рис. 2.21) основные и уточные перекрытия располагаются со сдвигом в одну сторону на одну нить. В результате на ткани образуются косые полосы, идущие под углом, величина которого зависит от соотношения плотностей нитей в ткани по основе и утку. Направление сдвигов может быть слева направо или справа налево. В этих случаях направления полосок будут различные. В преобладающем числе случаев направление диагональных полосок бывает снизу вверх слева направо. Для саржевого переплетения $R_o = R_y$ и $S_o = S_y = \pm 1$. Саржевое переплетение условно обозначают дробью, числитель которой показывает число основных перекрытий, а знаменатель – число уточных перекрытий в раппорте переплетения.

Витебский государственный технологический университет

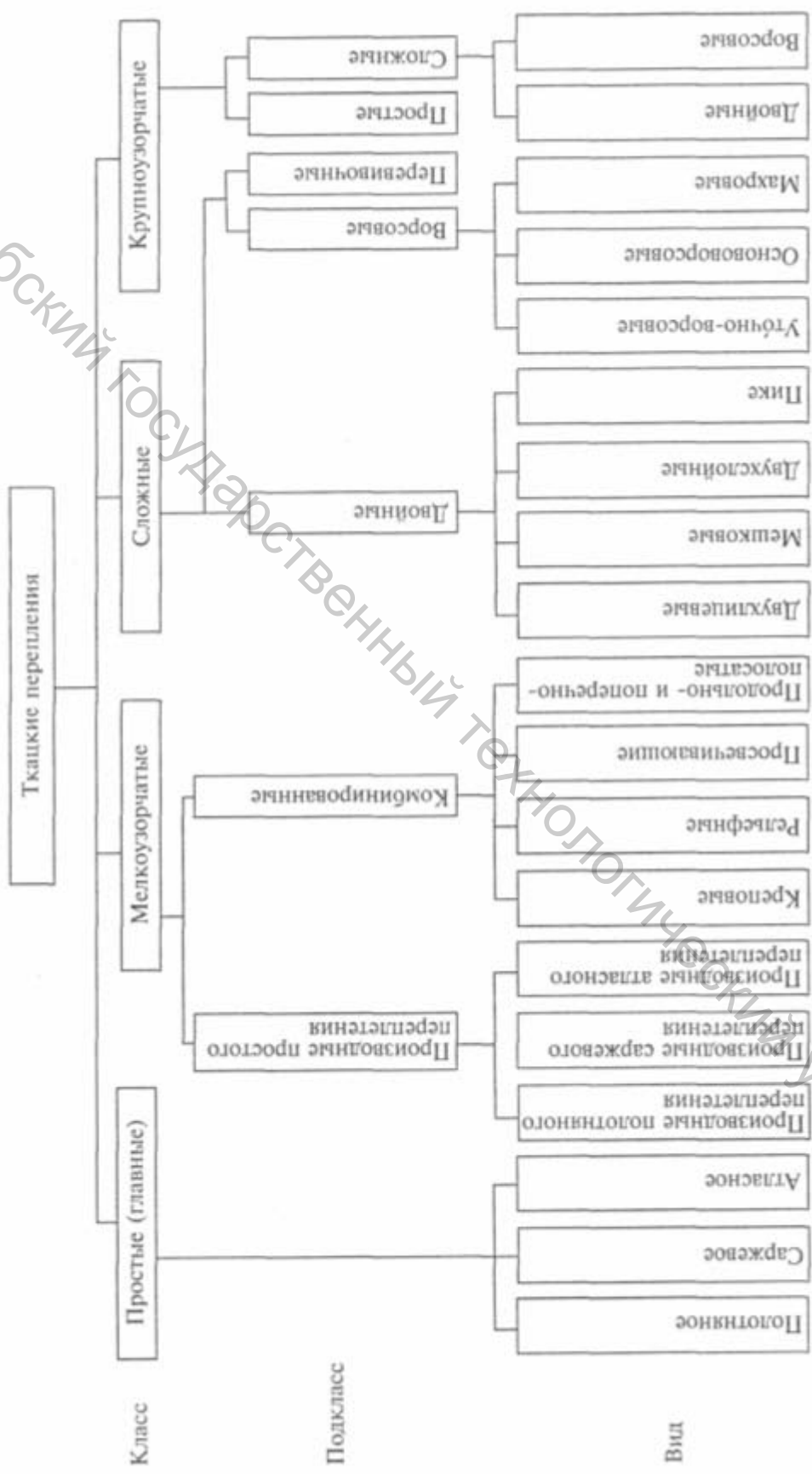


Рисунок 2.20 – Классификация ткацких переплетений

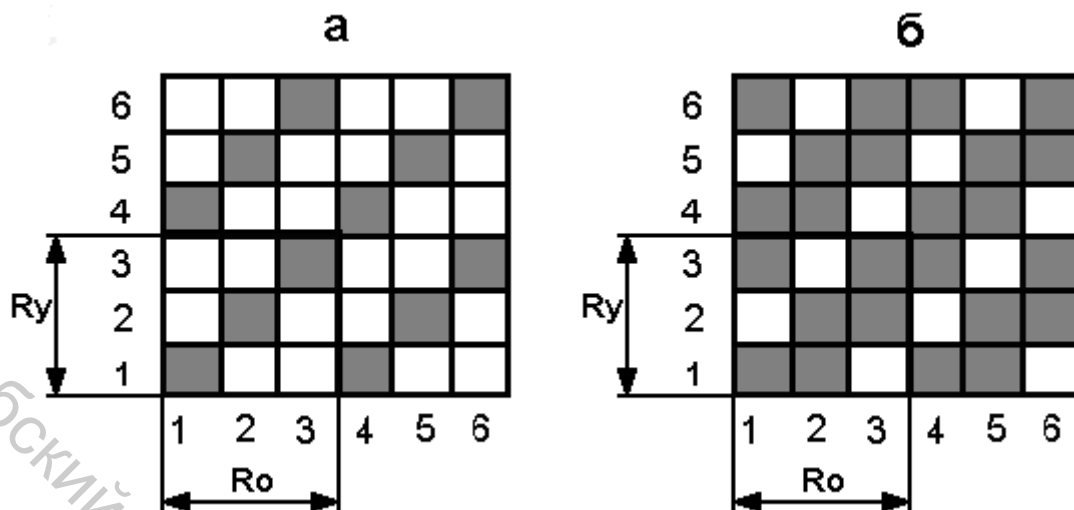


Рисунок 2.21 – Саржевые переплетения:

а – уточная саржа $\frac{1}{2}$, б – основная саржа $\frac{2}{1}$

В саржевых переплетениях раппорты по основе и утку всегда численно равны сумме чисел числителя и знаменателя дроби. Наименьший раппорт равен трём, а его наибольший раппорт определяется не количеством нитей в раппорте переплетения, а величиной настилов, длина которых не должна превышать 3–4 мм. Если на лицевой поверхности саржи преобладают основные нити, то саржа называется основной ($\frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{4}{1}$), если на лицевой поверхности преобладают уточные нити, саржа называется уточной ($\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$).

Основным саржевым переплетением вырабатываются обычно полушёлковые ткани, которые имеют шёлковую основу и хлопчатобумажный уток. Уточным саржевым переплетением вырабатываются как правило полушерстяные ткани, которые имеют хлопчатобумажную основу и шерстяной уток.

Саржевым переплетением вырабатываются более плотные, толстые и тяжёлые ткани, по сравнению с полотняным переплетением. Такие ткани несколько уступают по прочности, но вследствие удлинённых перекрытий по основе или утку они имеют более гладкую поверхность и меньший коэффициент трения, поэтому их часто используют в качестве подкладки.

Ткани саржевого переплетения отличаются от тканей полотняного переплетения большей мягкостью, эластичностью, драпируемостью и растяжимостью, особенно по диагонали. Они требуют больше внимания при настилии, чтобы не допустить перекоса края.

Сатиновое и атласное переплетения. Эти переплетения характеризуются следующими особенностями: переплетение основных и уточных нитей осуществляется посредством одиночных (основных или уточных) перекрытий, не соприкасающихся друг с другом;

перекрытия смещены одно относительно другого на постоянное число нитей, но не меньше чем на две. В результате одиночные перекрытия одной системы нитей делаются незаметными среди настилов (длинных перекрытий) другой системы нитей, и ткань получается как бы сотканной из одной системы нитей, что придаёт ей своеобразный блеск. Сатиновое и атласное переплетения условно обозначают дробью, в числителе которой указывают раппорт R , а в знаменателе – сдвиг S . Величины R и S должны быть целыми числами и не иметь общего делителя, например $R = 5, S = 2; R = 7, S = 2, 3, 4, 5$ и т. д.

Сатиновое переплетение (рис. 2.22) образует на лицевой поверхности ткани длинные уточные настилы, а одиночные основные перекрытия равномерно размещаются по площади раппорта со сдвигом по утку (по горизонтали) – S_y , по основе (вертикали) – S_o .

Атласное переплетение (рис. 2.23) образует на лицевой стороне ткани длинные основные настилы, а одиночные уточные перекрытия равномерно размещены по площади раппорта со сдвигом по основе (вертикали) – S_o .

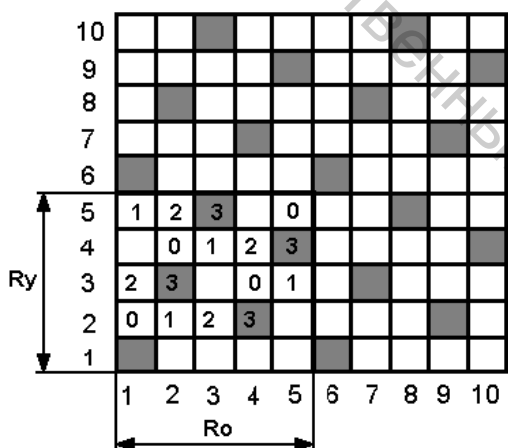


Рисунок 2.22 – Сатиновое

переплетение $\frac{5}{3}$

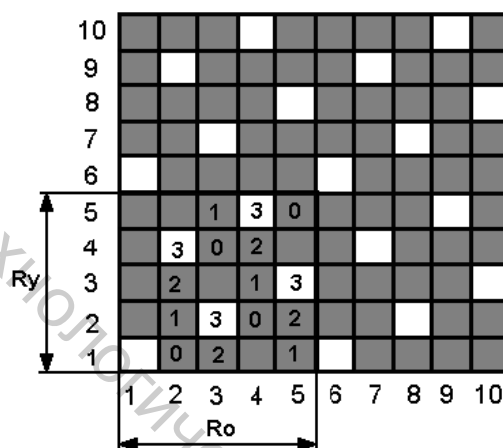


Рисунок 2.23 – Атласное

переплетение $\frac{5}{3}$

Сатиновое и атласное переплетения отличаются от полотняного и саржевого переплетений более гладкой и ровной поверхностью, повышенным блеском, мягкостью и эластичностью. Ткани сатинового переплетения характеризуются повышенной плотностью по утку, атласные – по основе.

К недостаткам этих переплетений относится то, что они сообщают тканям, особенно шёлковым, некоторую осыпаемость и скольжение.

Сатиновым переплетением вырабатывают хлопчатобумажные сатины и некоторые драпы. Атласным переплетением вырабатывают льняные ткани (коломенок) и шёлковые (атлас, креп-сатин, подкладочные, либерти и др.). В шерстоткачестве атласным

переплетением вырабатывают бобрик, байку (на хлопчатобумажной основе).

КЛАСС МЕЛКОУЗОРЧАТЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

Класс мелкоузорчатых переплетений делится на два подкласса: производные переплетения, полученные за счёт видоизменения главных переплетений, и комбинированные, полученные путём комбинации главных переплетений и производных от них. Особенностью этих переплетений является наличие на поверхности тканей узоров различных форм и характера.

К производным полотняного переплетения относятся репсовые переплетения и рогожка.

Репсовые переплетения получаются при удлинении перекрытий полотняного переплетения в направлении основы или утка (рис. 2.24 а, б). В основном репсе настил образуется основными нитями. В этом случае изгибаться будут только нити основы, уточные нити будут почти прямолинейными. В результате на поверхности ткани образуются поперечные рубчики. В уточном репсе – продольные рубчики.

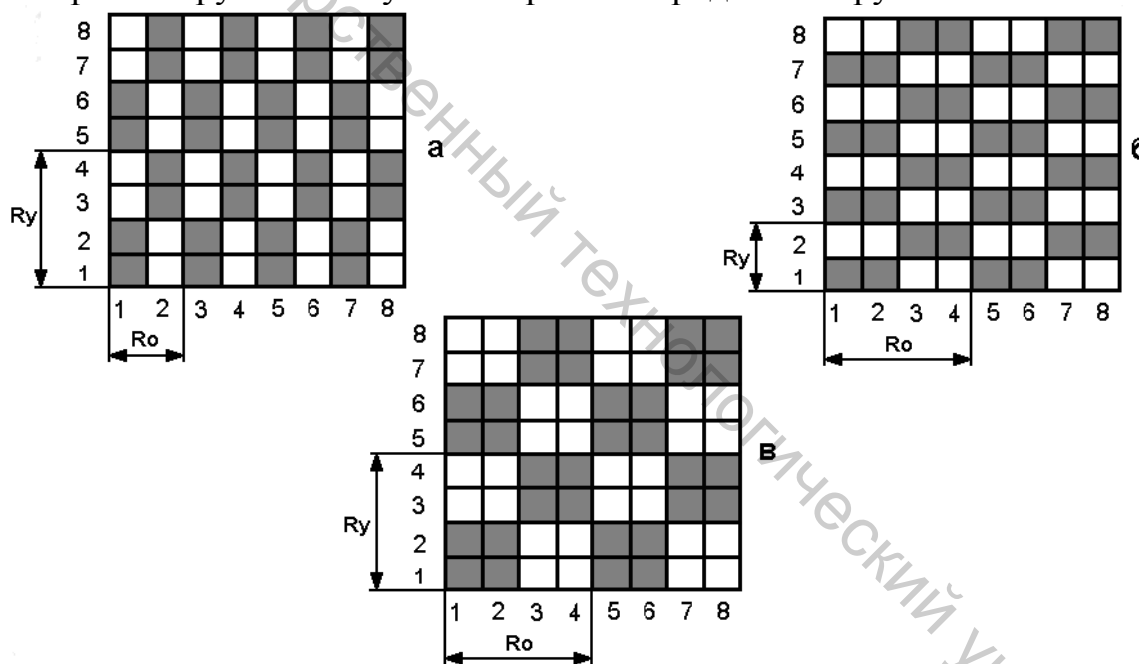


Рисунок 2.24 – Производные полотняного переплетения:

а – основной репс, б – уточный репс, в – рогожка

Переплетение рогожка (рис. 2.24 в) широко используется в хлопчатобумажном производстве. Репсовым переплетением вырабатывают фланели некоторых артикулов (удлинение уточных перекрытий облегчает условия начёса тканей). Основным репсом в шёлковом производстве вырабатывается файдешин.

К производным саржевого переплетения относятся усиленная саржа, сложная саржа, ломаная саржа, ромбовидная (перекрещивающаяся) саржа и др. (рис. 2.25).

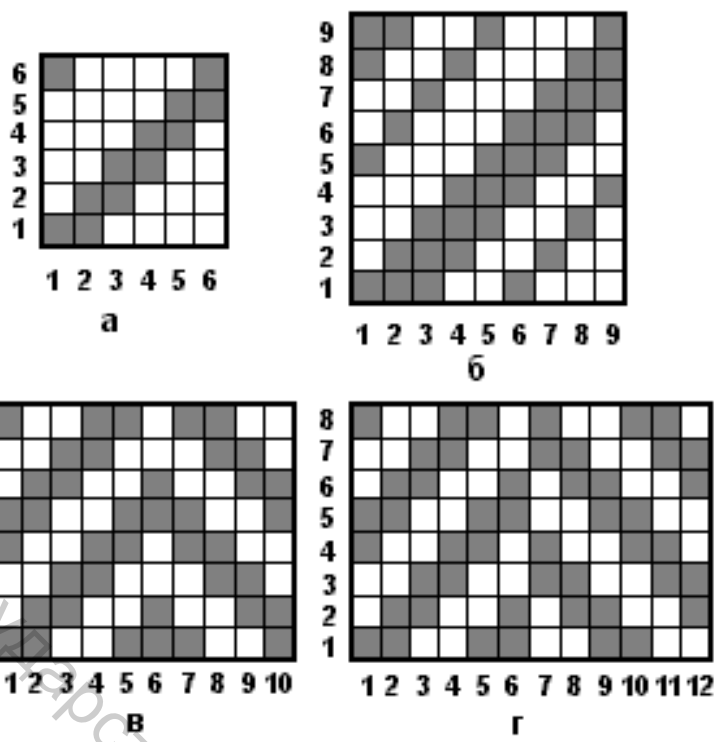


Рисунок 2.25 – Производные саржевого переплетения:

а – усиленная саржа $2/4$, б – сложная саржа $\frac{3\ 1}{2\ 3}$,

в – ломаная саржа: базовая $2/2$, $n_o = 6$; $R_o = 2 \cdot 6 - 2 = 10$;
 $R_y = R_{yб} = 4$;

г – обратно-сдвинутая саржа «ёлочкой»: базовая $2/2$; $n_o = 6$;
 $R_o = 2 \cdot 6 = 12$; $R_y = R_{yб} = 4$.

Саржа называется усиленной (рис. 2.25 а), если в её раппорте нет одиночных перекрытий, вследствие этого рисунок переплетения получается более отчётливым. Обозначается усиленная саржа также, как и простая, т.е. числитель указывает число основных перекрытий, знаменатель – число уточных перекрытий в раппорте переплетения; сумма числителя и знаменателя равна раппорту переплетения.

Усиленную саржу $2/2$ широко используют в хлопчатобумажном производстве, например, для получения платьевых тканей – шотландки, саржи, бумазеи, фланели.

Из гребенной пряжи усиленной саржей $2/2$ вырабатывают следующие виды шерстяных и полушерстяных тканей: бостон, трико, шевиот, коверкот, шотландку. В суконном ткачестве: шевиот, трико, сукно.

Сложная саржа образуется в результате одновременного размещения на площади раппорта двух и более сарж главного переплетения, усиленных сарж или тех и других (рис. 2.25 б). Сложная саржа обозначается дробью, в числителе которой число основных перекрытий, в знаменателе – число уточных перекрытий

использованных сарж. Раппорт определяется как сумма раппортов сарж, использованных для построения сложной саржи. Сложная саржа образует на ткани диагональные полосы разной ширины. Сложная саржа используется для выработки платьевых, пальтовых и декоративных тканей.

Ломанная саржа образуется путем изменения знака сдвига с «плюса» на «минус» после заданного числа основных или уточных нитей (рис. 2.25 в). Изменение знака сдвига вызывает изменение направления диагонали. Ломанная саржа строится на базе главной, усиленной или сложной саржи. Раппорты переплетения данной саржи рассчитываются по формулам

$$R_o = 2n - 2; R_y = R_{yб},$$

где n – число основных нитей, после которого произошло изменение направления диагонали; $R_{yб}$ – раппорт по утку базовой саржи, используемой для построения ломанной саржи. В месте излома у ломанной саржи против основного перекрытия располагается основное перекрытие, а против уточного – уточное.

Обратносдвинутая (обратная) саржа образуется на базе главных, усиленных и сложных сарж за счет изменения направления диагонали, но в отличие от ломаной, у обратной саржи в месте излома против основного перекрытия располагается уточное перекрытие, а против уточного – основное (рис. 2.25 г). Раппорт обратной основной саржи определяется по основе $R_o = 2n$, по утку $R_y = R_{yб}$.

Ломаную и обратносдвинутую саржу применяют при выработке костюмных, пальтовых и декоративных тканей.

Усиленный сатин (усиленный атлас) (рис. 2.26) – это переплетения, образуемые путём усиления основных перекрытий в сатине и уточных – в атласе. Усиление происходит благодаря выводу на лицевую сторону сдвоенных перекрытий, в результате чего повышается прочность ткани.

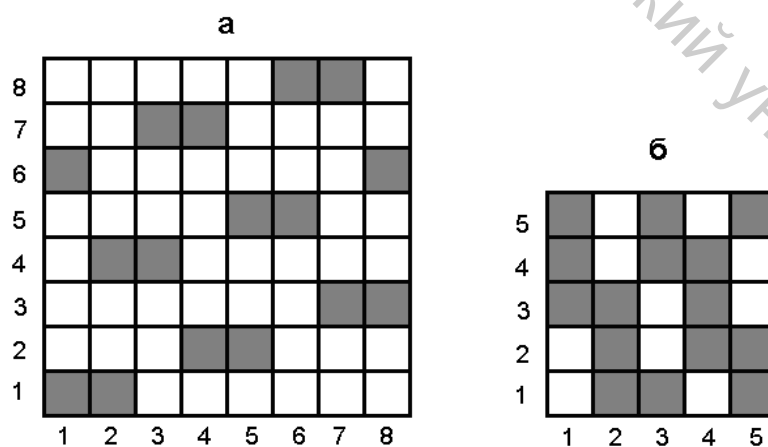


Рисунок 2.26 – Производные сатинового (атласного) переплетения:

а – усиленный сатин $\frac{8}{3}$, б – усиленный атлас $\frac{5}{3}$

Переплетением усиленного сатина вырабатываются молескин, сукна. Переплетение усиленного атласа используется при выработке габардина и некоторых двухслойных тканей для подкладочного слоя.

К комбинированным переплетениям относятся такие, при построении которых используют одновременно несколько видов переплетений. Они разнообразны по строению, размерам раппорта, внешнему эффекту. К комбинированным переплетениям относятся следующие виды переплетений: орнаментные, креповые, рельефные, просвечивающие.

Орнаментные переплетения создают на поверхности ткани простые узоры в виде продольных и поперечных полос, клеток, контуров. Образуются эти переплетения путём чередования или сочетания главных переплетений, например, саржевого и репсового переплетений, ломаной саржи и рогожки и т. д. (рис. 2.27). Наиболее часто эти переплетения используют для выработки разнообразных костюмных и брючных тканей.

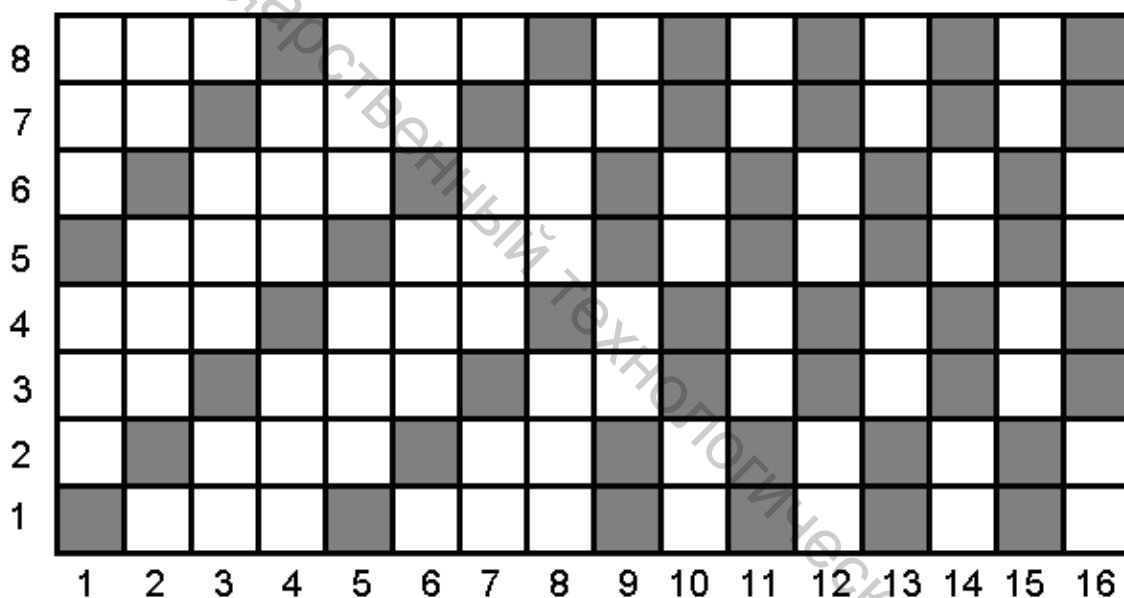


Рисунок 2.27 – Узор из продольных полосок, выработанный уточной саржей и основным репсом

Особенностью креповых переплетений (рис. 2.28) являются разбросанные по лицевой поверхности ткани удлиненные перекрытия, которые придадут ей характерный мелкозернистый вид. Креповые переплетения весьма разнообразны. Они позволяют имитировать креповый эффект тканей, выработанных из нитей креповой крутки.

Креповые переплетения строятся на базе главных переплетений или их производных различными способами:

- добавлением основных или уточных перекрытий;
- совмещением двух и более переплетений;
- размещением нитей одного переплетения между нитями другого переплетения.

Креповый эффект создается из одиночных или групповых основных или уточных перекрытий, распределенных в раппорте без определенных закономерностей. На рисунке 2.28 представлено построение крепового переплетения методом совмещения двух переплетений.

Ткани крепового переплетения лучше сопротивляются смятию и не вызывают затруднений при раскрое. Креповые переплетения широко используются для выработки хлопчатобумажных, льняных, шерстяных и шелковых платьевых тканей.

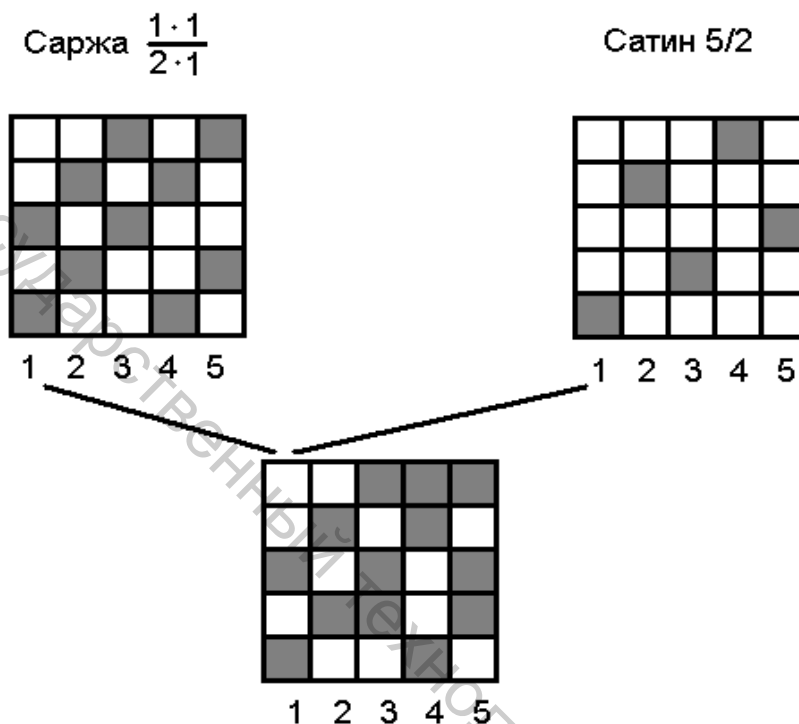


Рисунок 2.28 – Построение крепового переплетения

Рельефные переплетения образуют на ткани рисунок с выступающими основными или уточными нитями. К рельефным переплетениям относятся вафельные, диагональные и рубчиковые.

Вафельное переплетение образуется путем изменения длины основных и уточных перекрытий, при этом создается узор из прямоугольных ячеек, грани которых выступают, а середина углублена (рис. 2.29).

Места с короткими перекрытиями соответствуют углубленной части ячейки, длинными перекрытиями образуются выступающие рельефные грани прямоугольника. Чаще всего вафельное переплетение применяется для выработки полотенечных тканей.

На лицевой поверхности тканей диагональных переплетений образуются мелкие выпуклые рельефные полосы, идущие снизу круто вверх чаще всего слева направо. Наклон рубчика зависит от плотности основы и от характера переплетения.

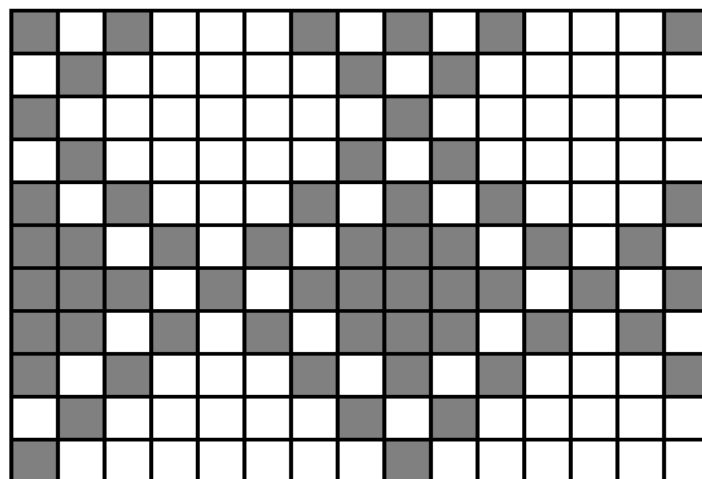


Рисунок 2.29 – Вафельное переплетение

Диагональное переплетение можно получить двумя способами: сокращением числа основных нитей и перестановкой нитей основы или утка. Диагональным переплетением вырабатываются габардины.

На поверхности ткани, выработанной рубчиковым переплетением, образуются две выпуклые рельефные полосы, которые идут вертикально или наклонно.

Рубчиковое переплетение получают сочетанием уточных или основных настилов с закрепляющим переплетением. Рубчиковым переплетением вырабатывается ткань типа пике (ложное пике) (рис. 2.30)



Рисунок 2.30 – Рубчиковое переплетение

С лицевой стороны – полотняное переплетение, с изнаночной стороны – уточный репс, например через 8 нитей. В местах перехода уточных нитей с изнаночной стороны на лицевую образуется углубление.

Просвечивающие переплетения образуют на ткани просветы благодаря различию в длине перекрытий нитей. Обычно они образуются из полотняного и репсовых переплетений (рис. 2.31).

Просвечивающие переплетения применяются для хлопчатобумажных и шелковых платьевых тканей.

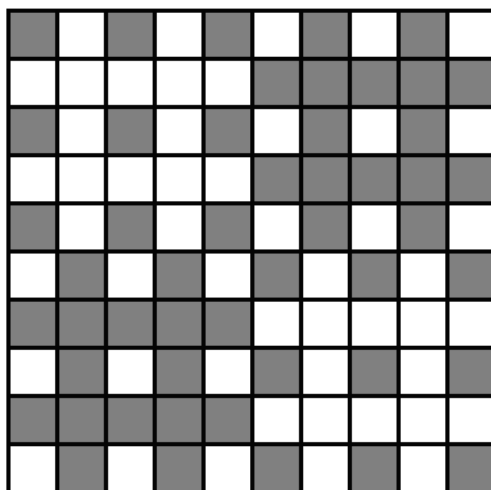


Рисунок 2.31 – Просвечивающее переплетение
КЛАСС СЛОЖНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

Сложные переплетения образуются из трёх и более систем нитей. К сложным переплетениям относятся: полутораслойные, двухслойные, пике, ворсовые, петельные, перевивочные.

Полутораслойные и двухслойные переплетения применяются для выработки хлопчатобумажных тканей (сатин-трико, байка) и драпов. Эти ткани отличаются большей толщиной, плотностью, массой, хорошими теплозащитными свойствами и высокой износостойкостью. Полутораслойные переплетения образуются из трёх систем нитей : две основы и один уток или два утка и одна основа (рис. 2.32).

Двухслойные переплетения образуются из четырёх или пяти систем нитей: две основы и два утка, две основы и три утка, три основы и два утка (рис. 2.33). Такие переплетения образуют два самостоятельных полотна ткани, расположенные одно над другим и связанные между собой одной из систем нитей, образующих эти полотна, или специальной нитью основы или утка.

Этими переплетениями вырабатывают наиболее толстые, плотные и тяжёлые ткани, при этом в качестве подкладочных основных и уточных нитей могут использоваться более дешёвые нити.

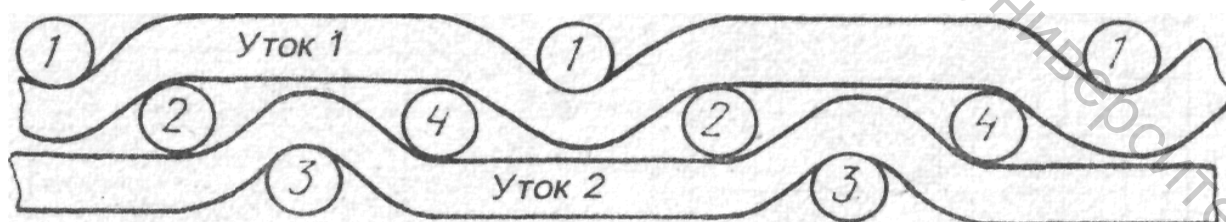


Рисунок 2.32 – Двухуточное переплетение

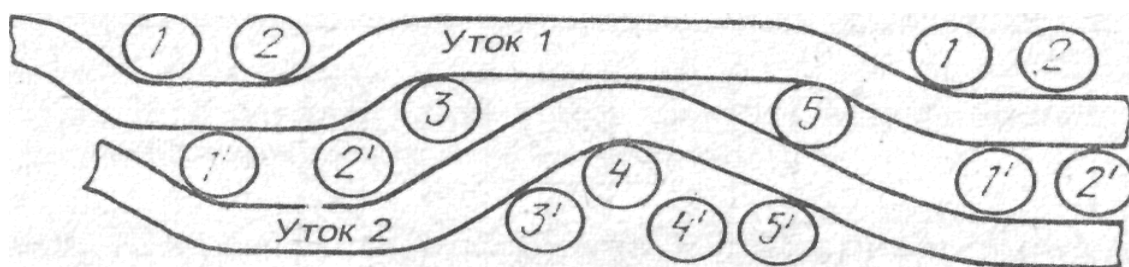


Рисунок 2.33 – Двухслойное переплетение: 1, 2, 3, 4, 5 – нити основы верхнего слоя; 1', 2', 3', 4', 5' – нити основы нижнего слоя

Двухслойными переплетениями вырабатывают износостойкие и теплозащитные тонкосуконные пальтовые ткани, а также некоторые шёлковые костюмно-плательные ткани.

Ворсовые переплетения образуют на поверхности ткани ворс. Ворсовая поверхность может быть образована нитями утка (уточноворсовые переплетения) или нитями основы (основоворсовые переплетения).

Уточно-ворсовое переплетение образуется из трёх систем нитей: основы и утка, образующих грунт ткани обычно полотняного переплетения, и ворсового утка, образующего удлинённые перекрытия по утку, которые затем в процессе отделки разрезаются и образуют ворсовую поверхность. Таким переплетением вырабатывают хлопчатобумажные ткани с ворсом высотой около 1 мм, равномерно расположенным по всей поверхности ткани (полубархат), и в виде рубчиков различной ширины (вельвет-корд; вельвет-рубчик) рис. 2.34.

Основоворсовое переплетение образуется из пяти систем нитей: трёх основ и двух утков. Две основы, переплетаясь с двумя утками, образуют два самостоятельных полотна ткани, расположенные одно над другим (двухполотенный саморезный способ). Третья основа, ворсовая, входит в структуру верхнего и нижнего полотен, в определённом порядке связывая их между собой.

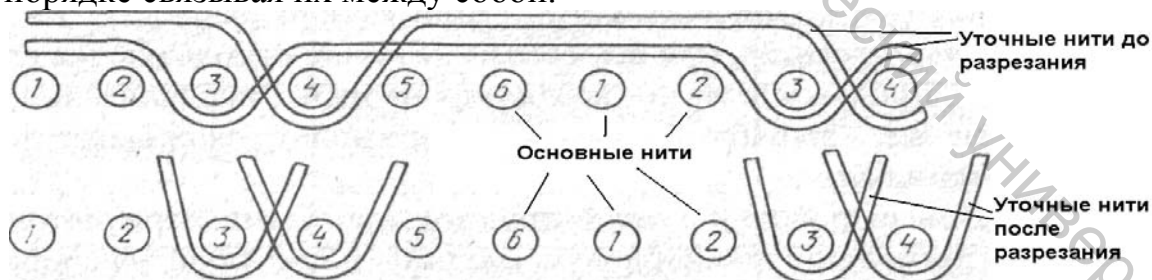


Рисунок 2.34 – Переплетение ворсовых нитей утка с основными нитями в поперечном разрезе уточно-ворсовой ткани вельвет-корд до и после разрезания ворсовых нитей (Переплетение грунтовых уточных нитей на разрезе не показано)

По мере выработки ткань на ткацком станке надвигается на движущийся поперёк нее нож, который разрезает ворсовую основу, в результате чего получаются одновременно две ткани с ворсовой поверхностью. Таким переплетением вырабатывают ткани с ворсом из

натурального или искусственного шёлка высотой до 2 мм (бархат, велюр), от 2 до 4 мм (плюш) и до 10 мм и более (искусственный мех) (рис. 2.35).

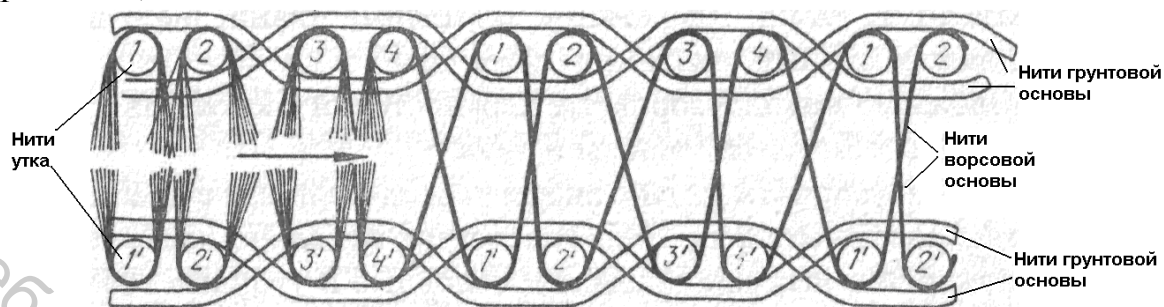


Рисунок 2.35 – Продольный разрез ткани с ворсом из основы при выработке её на станке двухполотенным саморезным способом

Благодаря ворсовому переплетению можно получить ткани с красивым внешним видом, с хорошими теплозащитными свойствами, хорошей износостойкостью, т. к. ворс стоек к истиранию.

Изделия из тканей с ворсовой поверхностью нужно раскраивать только в одном направлении, для получения одинаковой интенсивности блеска всех деталей изделия.

КРУПНОУЗОРЧАТЫЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ.

Крупноузорчатые переплетения могут иметь величину раппорта от нескольких десятков до нескольких тысяч нитей. Все крупноузорчатые ткани можно разделить на две группы: 1) простые, при выработке которых используются главные, производные и комбинированные переплетения и 2) сложные, при выработке которых используются сложные переплетения.

Для выработки тканей крупноузорчатыми переплетениями применяют жаккардовую машину, на которой зевобразование происходит посредством подъёма и опускания отдельных нитей независимо друг от друга.

Простыми крупноузорчатыми переплетениями вырабатываются хлопчатобумажные ткани (сатин жаккардовый, зефир жаккардовый), льняные (скатерти, полотенца, салфетки, декоративные ткани), шерстяные платьевые ткани, шёлковые (поплин фасонный, альпак, дудун и др.).

Сложные крупноузорчатые переплетения состоят из трёх и более систем нитей : основы и утка.

Крупноузорчатыми сложными переплетениями вырабатывают ассортимент костюмно-плательных тканей, мебельно-декоративных тканей и штучных изделий, основные и уточные гобелены, ворсовые полотна и ковровые изделия.

2.2.5 Основные характеристики строения тканей

К основным характеристикам строения ткани относятся: линейная плотность основы и утка, вид переплетения, плотность ткани,

заполнения (линейное, поверхностное, объёмное, по массе), пористость, фазы строения, опорная поверхность и др.

Плотность ткани по основе (P_o) и по утку (P_y) определяется количеством нитей основы или утка, расположенных на 100 мм ткани. Плотность различных тканей колеблется в значительных пределах – от 50 для грубых льняных тканей, до 1100 и более – для тканей из натурального шёлка. Плотность большинства тканей находится в пределах от 100 до 500.

Если плотность ткани по основе равна плотности ткани по утку, то ткань называется равноплотной. Если плотность по основе и по утку различны – неравноплотной. При одной и той же плотности заполненность ткани волокнистым материалом может быть различна в зависимости от толщины нитей (рис. 2.36). Поэтому для сравнительной характеристики заполненности тканей нитями разной линейной плотности используют другие характеристики, например, линейное заполнение. Линейное заполнение (E) показывает, какую часть от длины тканей занимают поперечники параллельно лежащих нитей основы или утка.

Расстояние между соседними нитями (A) можно выразить через плотность ткани $A = 100 / P$, тогда линейное заполнение будет подсчитываться как $E = d \cdot 100 / A = d \cdot P$ [%]. Линейное заполнение подсчитывается отдельно по основе $E_o = d_o \cdot P_o$, [%] и по утку $E_y = d_y \cdot P_y$, [%].

Таблица 2.2 – Ориентировочные значения поверхностной плотности тканей

Вид ткани	Изделия	Поверхностная плотность, г/м ² .
Хлопчатобумажные ткани	Платья, бельё, мужские сорочки.	80–160
	Костюмы, брюки, куртки, полупальто, плащи	200–320
Льняные ткани	Бельё, платья, костюмы	130–280
Шерстяные ткани	Платья.	140–250
	Костюмы.	250–450
	Пальто, шинели	350–800
Шёлковые ткани	Платья, блузки, мужские сорочки	40–200

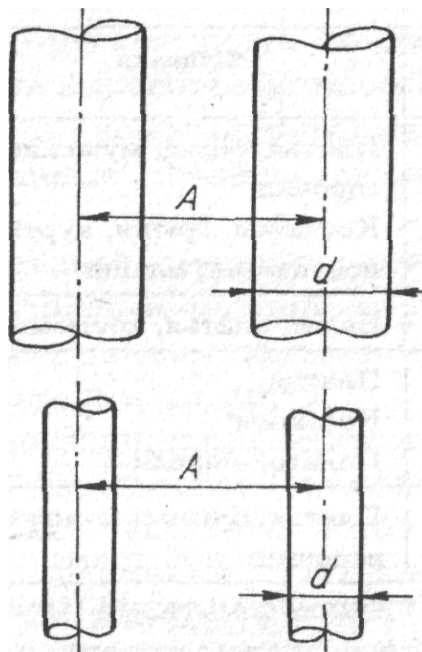


Рисунок 2.36 – Линейное заполнение ткани в зависимости от толщины нитей

При этом расчётный диаметр нитей определяется по формуле

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

где T – линейная плотность нити, текс;

δ – средняя плотность нити, т. е. масса единицы объёма нити, определённого по наружному контуру с учётом всех воздушных промежутков, мг/мм³.

Линейное заполнение может быть меньше, равно или больше 100 % (рис. 2.37).

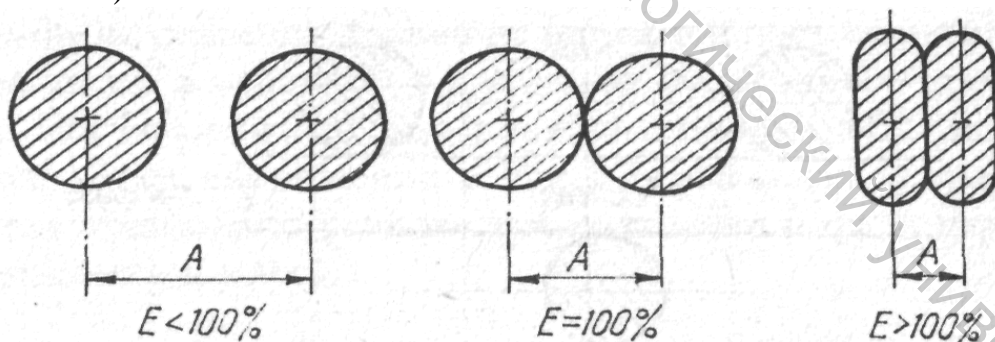


Рисунок 2.37 – Линейное заполнение ткани в зависимости от расстояния между соседними нитями, т. е. плотность ткани

Если принять, что максимальная плотность равна $\Pi_{max} = 100 / d$, т. е. нити в ткани находятся в свободном состоянии и касаются друг друга, то можно выразить значение диаметра ($d = 100 / \Pi_{max}$) и подставить в формулу заполнения:

$$E = d \cdot \Pi = \frac{\Pi \cdot 100}{\Pi_{max}}, \text{ [%]} \quad (2.8)$$

Таким образом, можно сказать, что линейное заполнение является характеристикой относительной плотности.

Ткани с высокой относительной плотностью сложны в шитье, так как могут прорубаться иглой и трудно сутюживаются. Например, относительная плотность основы в чистошерстяных габардинах может быть до 140 %, поэтому габардины чрезвычайно сложны в обработке: прорубаются при прокладывании строчки, трудно поддаются влажно-тепловой обработке. Повышение относительной плотности ткани увеличивает её жёсткость, поверхностную плотность, разрывную нагрузку, устойчивость к истиранию, упругость, уменьшает проницаемость. Ткани малой относительной плотности являются лёгкими, хорошо пропускают воздух, пар, но могут быть прозрачными, иметь повышенную раздвижку в швах, легко растягиваться в разных направлениях, что вызывает перекашивание при раскрое и шитье. Ткани с высокой относительной плотностью используются для зимней одежды, и наоборот, для летней одежды нужны ткани, имеющие сравнительно небольшую относительную плотность.

Поверхностное заполнение, E_s , %, показывает, какую часть площади ткани занимает площадь проекций нитей основы и утка.

$$E_s = E_o + E_y - 0,01E_oE_y. \quad (2.9)$$

Объемное заполнение, E_v , %, показывает какую часть объема ткани V_m составляет суммарный объем нитей V_n основы и утка. Объем нитей $V_n = m_n / \sigma_n$, объем ткани $V_m = m_t / \sigma_t$, где m_n и m_t – масса нитей и ткани; σ_n , σ_t – средняя плотность нитей и ткани. Если учесть, что массы нитей и ткани равны, то объемное заполнение составит:

$$E_v = 100V_n / V_m = 100\sigma_t / \sigma_n. \quad (2.10)$$

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

$$E_m = 100\sigma_t / \gamma, \quad (2.11)$$

где γ – плотность вещества волокна, мг/мм³.

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

$$R_s = 100 - E_s. \quad (2.12)$$

Объемная пористость R_v , %, показывает долю воздушных промежутков только между нитями:

$$R_v = 100 - E_v. \quad (2.13)$$

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

$$R_{общ} = 100 - E_m. \quad (2.14)$$

Основные показатели, характеризующие строение ткани, оказывают существенное влияние на массу, износостойкость, воздухопроницаемость, теплоизолирующие свойства и изменяются в широких пределах в зависимости от назначения полотен. В таблице 2.3.

приведены основные структурные характеристики некоторых видов ткани и трикотажа.

Вид поверхности ткани зависит от фаз строения. Фаза строения ткани характеризует взаимную изогнутость нитей основы относительно нитей утка. Численно фаза строения (Φ) выражается отношением высоты волны нитей основы (h_o) к высоте волны утка (h_y). Условно для тканей полотняного переплетения было выделено девять фаз строения. Первая фаза строения характеризуется прямолинейным расположением основы и максимальной изогнутостью нитей утка. Девятая фаза, наоборот, характеризуется максимальной изогнутостью нитей основы и прямолинейным расположением нитей утка (рис. 2.38). В пятой фазе нити основы и утка изогнуты в равной степени.

Таблица 2.3 – Структурные характеристики некоторых видов тканей и трикотажных полотен

Ткань (трикотажное полотно)	Средняя плотность, мг/мм ³		Показатели заполнения					
	нити	полотна	E_o (E_r)	E_y (E_o)	E_s	E_v	E_m	$R_{общ}$
Ткани								
Марля хлопчатобумажная	0,8	0,15	25	20	40	19	10	90
Ситец	0,8	0,43	47	51	74	54	29	71
Полотно льняное	0,7	0,51	60	56	82	73	34	66
Бостон шерстяной	0,6	0,48	88	85	98	80	37	63
Креп-сатин вискозный	0,8	0,52	44	85	100	65	34	66
Трикотажные полотна								
Гладь хлопчатобумажная	0,8	0,27	48	72	85	34	18	82
Ластик шерстяной	0,7	0,21	70	80	93	30	16	84
Интерлок вискозный	0,7	0,24	54	106	100	34	82	

Промежуточные фазы строения получают из первой фазы путём увеличения высоты волны основы на $1/8 (d_o + d_y)$ и соответственного уменьшения высоты волны утка на $1/8 (d_o + d_y)$.

Значение деления тканей на фазы строения огромно, т. к. в зависимости от фаз строения у ткани образуется соответствующая опорная поверхность, т. е. поверхность, которой ткань касается плоскости; величина опорной поверхности в свою очередь влияет на интенсивность износа.

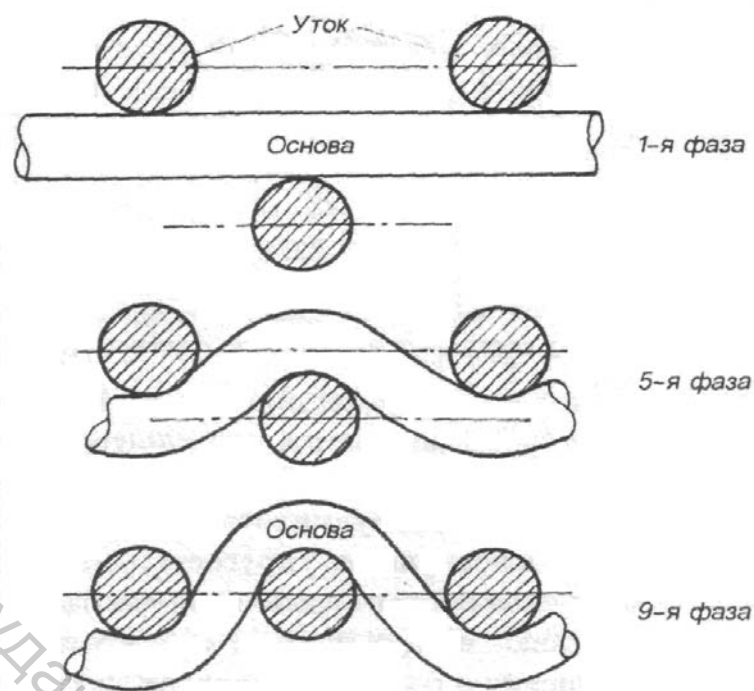


Рисунок 2.38 – Фазы строения тканей

Так, в первой фазе строения образуется уточноопорная поверхность, которая не способствует сопротивлению ткани истирающим воздействиям, т. к. уточные нити менее прочны, чем основные. Кроме того, при носке изделия силы трения, как правило, направлены вдоль материала, т. е. поперёк уточных нитей, что способствует быстрому разрушению изделия. В девятой фазе строения ткани имеют основоопорную поверхность. Ткани с такой опорной поверхностью хорошо сопротивляются истирающим воздействиям, т. к. основа представляет собой наиболее прочную систему нитей в ткани.

В пятой фазе строения ткань касается плоскости одновременно основными и уточными нитями и сопротивляемость её истирающим воздействиям будет зависеть от величины опорной поверхности. Кроме того, ткань в этом случае будет иметь наименьшую толщину, равную сумме диаметров ($d_o + d_y$).

Опорная поверхность тканей может колебаться пределах от 5 до 20 % (от всей площади ткани). При этом следует иметь в виду, что фазы строения тканей не являются чем-то постоянным. Они формируются в основном в процессах отделочного производства и могут меняться при влажно-тепловых обработках и стирках, когда напряжения с нитей снимаются. В этом случае нити принимают равновесное состояние и фаза строения приближается к пятой. Такое положение нитей является закономерным, и к нему стремится любая ткань.

2.3 ТРИКОТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Трикотаж – изделия или полотна, получаемые из одной нити или системы нитей путем образования петель и их взаимного переплетения. Элементом структуры трикотажа является петля. Она представляет собой пространственную кривую, от длины и формы которой зависят важнейшие свойства трикотажа (рис. 2.39). Отдельные участки петли имеют свои названия (рис. 2.39 а). Участок 2–3 называется игольной дугой, участки 1–2 и 3–4 петельными палочками, 4–5 – платиновой дугой или протяжкой. Часто игольную дугу вместе с петельными палочками называют остовом петли.

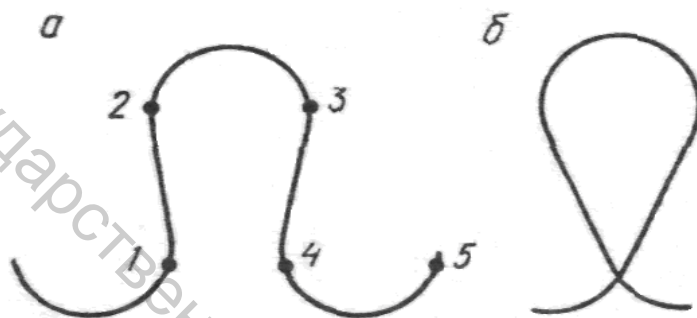


Рисунок 2.39 – Петли: а – открытая; б – закрытая.

Различают петли открытые и закрытые. В открытых петлях контур остова не замыкается протяжкой, а в закрытых – протяжка замыкает его. Петли расположенные по горизонтали, образуют петельные ряды, а петли, расположенные по вертикали, – петельные столбики. По способу образования петельного ряда различают трикотаж поперечновязанный (или кулирный) и основовязанный (рис. 2.40). В поперечновязаном трикотаже все петли одного петельного ряда образованы из одной нити. В основовязаном трикотаже каждая петля петельного ряда образована из отдельной нити. Для получения петельного ряда требуется столько нитей, сколько петель в ряду.

Лицевой стороной трикотажа считается та, на которой выступают палочки петель и закрывают дуги, а изнаночной – та, на которую выходят дуги, перекрывая палочки. Различают трикотаж двух видов: одинарный (однофонтурный) и двойной (двухфонтурный). Одинарный трикотаж вырабатывают на машинах с одной игольницей, двойной – на машинах с двумя игольницами.

2.3.1 Органы петлеобразования

Процесс петлеобразования осуществляется специальными деталями, которые часто называют органами петлеобразования. К ним относятся: иглы, платины, нитеводитель и пресс.

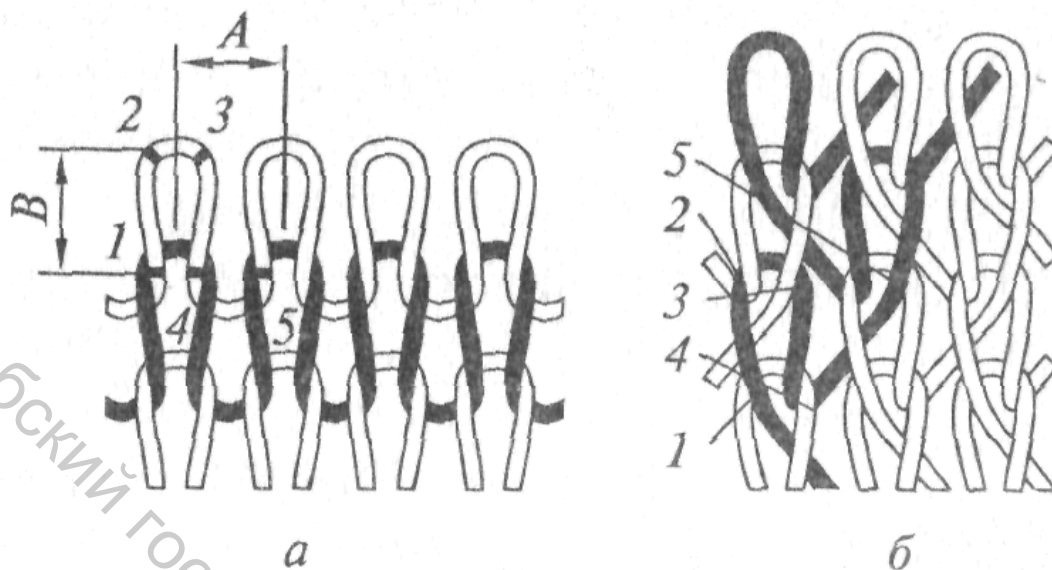


Рисунок 2.40 – Строение поперечновязаного (а) и основовязаного (б) трикотажа

Вязальные иглы бывают различных конструкций (рис. 2.41): а – крючковая; б – язычковая; в – пазовая; г – трубчатая. Игла, независимо от конструкции, имеет следующие основные элементы: 1 – стержень; 2 – крючок, который служит для захвата нити и вытягивания вновь образованной петли; 3 – язычок: у пазовых и трубчатых игл он называется замыкателем, у крючковой иглы роль язычка (или замыкателя) выполняет удлиненный пружинящий крючок 2. Назначение язычка – удерживать проложенную нить и облегчить соскальзывание старой петли с иглы; 4 – пятка. Она имеет различную конфигурацию в зависимости от назначения: удерживать иглу в плитке или перемещать по пазам игольницы; 5 – чаша стержня, которая имеется только на крючковых иглах и служит для помещения кончика иглы во время петлеобразования.

Иглы бывают различных размеров и устанавливаются на машине с определённым шагом неподвижно или подвижно, образуя так называемые фонтуры или игольницы.

Нитеводитель прокладывает нити на иглу. Он представляет собой стальной плоский стержень с отверстием, через которое проходит нить. Платины служат для изгибания нити в петлю, перемещения петель по стержню, сбрасывания и оттягивания готовых петель. Это тонкие стальные пластины фигурной формы, расположенные между иглами. Пресс закрывает крючок иглы (в машинах с крючковыми иглами). Прессы различной формы устанавливают над иглами или перед ними.

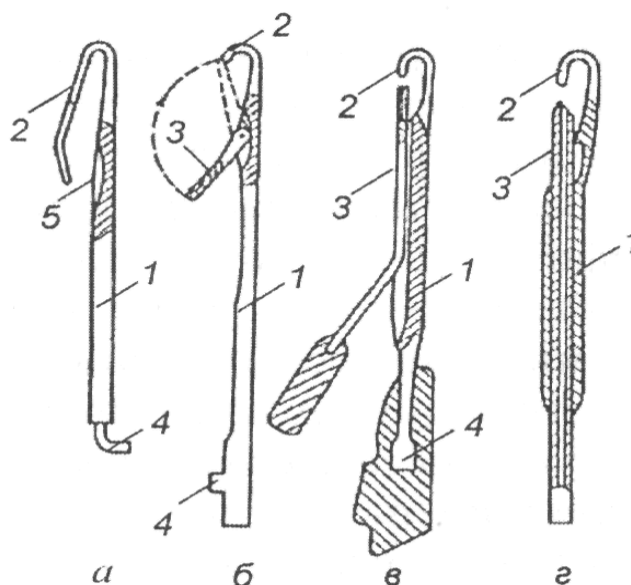


Рисунок 2.41 – Иглы: а – крючковая, б – язычковая, в – пазовая, г – трубчатая

2.3.2 Подготовка пряжи и нитей к вязанию

Трикотаж вырабатывают из пряжи разнообразных видов и химических нитей. К этим нитям предъявляются повышенные требования в отношении равномерности по толщине, прочности, растяжимости, чистоте и равновесности по крутке. Неравномерная пряжа по тонине вызывает «зебристость» – характерную полосатость трикотажа. Недостаточная прочность и растяжимость приводят к обрывности пряжи в петлеобразующих системах. Повышенная крутка ведет к увеличению жесткости, поломке игл из-за образования сукрутин и изменению размеров петель, перекосам трикотажного полотна. В то же время пряжа с полой круткой менее прочная и ровная, более ворсистая.

Нити, предназначенные для трикотажного производства, проходят дополнительную обработку для уменьшения коэффициента трения и придания им большей гладкости и эластичности. Эта обработка проводится во время наматывания пряжи в бобины или, если она предназначена для основязального производства, во время снования.

При наматывании в бобины нити подвергаются эмульсированию или парафинированию. Цель эмульсирования – нанесение на нити эмульсии, содержащей жирные вещества. Эмульсирование проводится на мотальных машинах, специальным устройством, состоящим из желоба с эмульсией и валика, который вращаясь, смачивается в эмульсии и передает её проходящим по нему нитям.

Парафинированию обычно подвергают хлопчатобумажную и шерстяную пряжи. Оно заключается в нанесении на нить слоя парафина. Для этого на мотальных машинах устанавливают шайбы из парафина, проходя по которым, пряжа пропитывается слоем парафина.

После изготовления трикотажа парафин и эмульсия должны быть полностью удалены из волокна, так как в противном случае это отразится на равномерном окрашивании полотна.

2.3.3 Классификация и краткие сведения о трикотажно-вязальных машинах

Все трикотажно-вязальные машины имеют следующие основные механизмы и устройства: нитеподачи, петлеобразования, привода и товароотвода. К вспомогательным механизмам и устройствам относятся: механизм управления, автоматические остановы, механизм автоматической смазки, механизм пухоудаления, счетчики и т. д.

По способу петлеобразования вязальные машины делят на группы: кулирные (трикотажные) – машины с неподвижными крючковыми иглами; вязальные – машины с язычковыми и подвижными крючковыми иглами; основовязальные; тамбурные основовязальные; вязально-прошивные и др.

По способу вязания машины подразделяют на поперечно-вязальные (кулирные) и основовязальные, по форме игольницы – на плоские, круглые и овальные. На плоских машинах вырабатываемый трикотаж получается в виде полотна определенной ширины или готовой детали; на круглых – в виде замкнутого цилиндра (трубки), размер которого определяется диаметром игольного цилиндра машины, или в виде купона; на машинах с овальными игольницами вырабатывают одновременно два полотна с кромками.

По числу игольниц (фонтур) трикотажные машины подразделяют на однофонтурные, двухфонтурные и многофонтурные.

По типу игл различают трикотажные машины с крючковыми, язычковыми, пазовыми, трубчатыми и особой конструкции иглами.

По количеству установленных систем – малосистемные (мальезная, машина МТ) и многосистемные (МС-64, интерлочная, мультирипп и др.).

Классом трикотажной машины называется число игл на единице длины игольницы. Для определения класса машин приняты дюймы – один, полтора, два: английский дюйм равен 25,4 мм, французский – 27,78, саксонский – 23,6 мм. Класс машин обозначается номерами: 3-, 4-, 5-, 6-, 7-й и далее по 66-й.

Чем выше класс машины, тем меньше расстояние между иглами, тоньше иглы и, соответственно, тоньше и плотнее выработанный на них трикотаж.

По метрической классификации рекомендуется определять количество игл на 50 мм или брать за исходную величину игольный шаг в миллиметрах, увеличенный для удобства в 10 раз. Согласно последнему методу, все системы действующих трикотажных машин могут классифицироваться от 60 до 9 М.

В зависимости от типа производства машины используются для бельевого, верхнетрикотажного, чулочно-носочного, гардинно-кружевного, коврового и других производств.

В зависимости от вида вырабатываемого полотна и штучных изделий машины подразделяют на группы:

- машины, вырабатывающие полотно для изготовления различных видов изделий, — малъезные, МТ, КТ, многозамочные, тонколастичные, интерлочные, вертелки, рашель, рашель-вертелки;
- машины для производства купонов и деталей для верхних и бельевых изделий — оборотные, фанговые, хлопчатобумажные;
- машины для производства чулочно-носочных изделий — круглочулочные и носочные автоматы, хлопчатобумажные чулочные;
- машины специального назначения — для выработки беек, галстуков, перчаток.

На рис. 2.42 представлена классификация трикотажно-вязальных машин по важнейшим признакам.

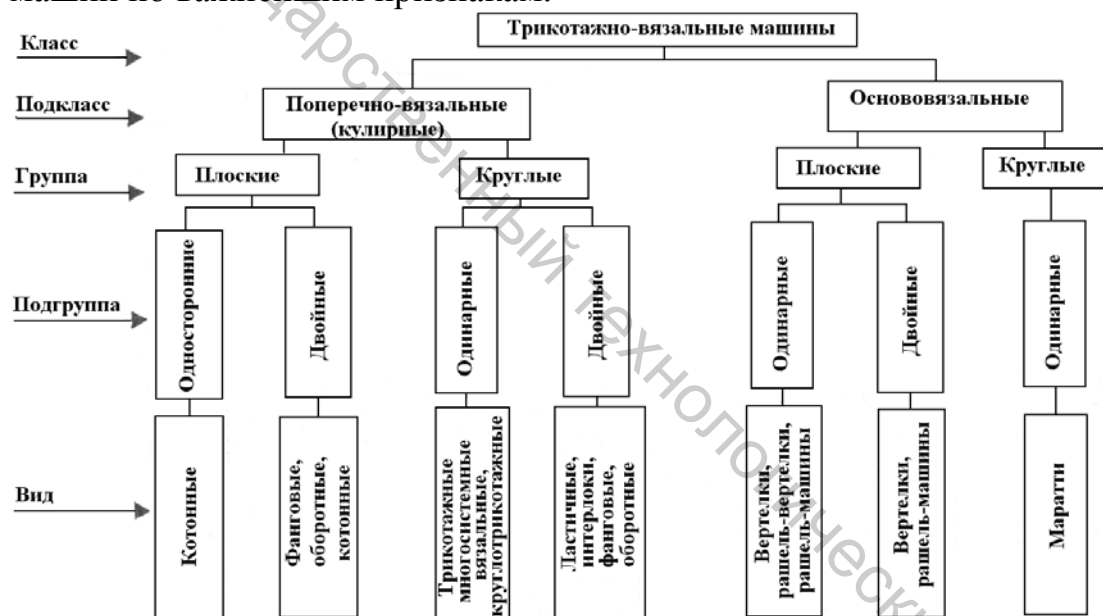


Рисунок 2.42 – Схема классификации трикотажно-вязальных машин

Кроме указанных отличительных признаков, трикотажно-вязальные машины различаются между собой по конструкции устрообразующих механизмов и наличию программирующих и автоматических устройств.

2.3.4 Способы петлеобразования

Весь процесс образования петель по предложению профессора А.С. Далидовича принято разбивать на 10 операций. В зависимости от порядка выполнения этих операций различают два способа петлеобразования: трикотажный и вязальный. При трикотажном способе обычно используют крючковые иглы, а при вязальном – любые. В зависимости от того, какой способ петлеобразования принят на машине, их часто разделяют на трикотажные машины и вязальные.

Производство поперечновязаного трикотажа на крючковых иглах

1. **Заключение** состоит в том, что старую петлю, находившуюся до этого под крючком, отводят на стержень иглы, чтобы освободить место для прокладывания новой нити (рис. 2.43, положение 1).

2. **Прокладывание**, т. е. прокладывание новой нити на стержень иглы между старой петлей и чашей. Это осуществляется нитеводителем (положения 1, 2).

3. **Кулирование**, т. е. операция изгиба нити в незамкнутые петли. Это производится с помощью платин (положения 3, 4).

4. **Вынесение** – операция, заключающаяся в перемещении изогнутой нити под крючок иглы (положение 5).

5. **Прессование**. Цель прессования – закрыть вход для старой петли под крючок иглы, т. к. старые петли тоже перемещаются в направлении к головке иглы. Достигается это надавливанием пресса (на рисунке он не показан) на крючок иглы, пока мысок не попадёт в чашу (положение 6).

6. **Нанесение**. Поскольку старая петля не может попасть под крючок, то она попадает на запрессованный крючок, т. е. наносится на крючок (положения 6 и 7). После выхода старой петли на крючок пресс отходит и крючок распрессовывается.

7. **Соединение**. При дальнейшем перемещении старой петли по крючку происходит соприкосновение её с изогнутой нитью, находящейся под крючком. Этот момент называется соединением (положение 8).

8. **Сбрасывание**. Эта операция, при которой старая петля соскальзывает с крючка иглы (положения 9, 10, 11) и повисает на изогнутой нити.

9. **Формирование**. Старая петля отводится, и изогнутая нить протаскивается сквозь неё, образуя новую петлю. Эта операция называется формированием (положение 12).

10. **Оттяжка**. В последней операции – оттяжке (положения 13, 14, 15) старую петлю отводят за спинку игл, чтобы она не попала на иглы при заключении в следующем цикле петлеобразования.

Производство поперечновязаного трикотажа на язычковых иглах

Вязальный способ петлеобразования стал применяться на машинах после изобретения в 1849 году язычковой иглы. Это изобретение позволило при простом перемещении иглы достигнуть выполнения ряда операций петлеобразования без дополнительных механизмов, что значительно упростило конструкцию машины.

Некоторые операции стали выполняться одновременно, и поэтому последовательность их стала условной. Рассмотрим вязальный способ петлеобразования на язычковых иглах (рис. 2.44.).

Заключение осуществляется при подъёме иглы. Благодаря этому старая петля, оставаясь неподвижной, перемещается относительно иглы, выходит из под крючка (положения 3 и 4), открывает клапан (если он был закрыт) и, пройдя его, попадает на стержень иглы (положения 5 и 6).

Прокладывание нити происходит на участке между крючком и концом раскрытого клапана (положение 7). При опускании иглы проложенная нить попадает под крючок и тем самым осуществляется вынесение (положения 8 и 9). Почти одновременно с вынесением старая петля начинает закрывать клапан, заграждая доступ под крючок и выполняя таким образом операцию прессования (положения 8 и 9). Сразу после закрытия клапана старая петля находит на него – происходит нанесение (положение 9).

Операция нанесения заканчивается соединением, т. е. встречей старой петли с проложенной нитью. К моменту соединения проложенная нить ещё только начинает изгибаться крючком опускающейся иглы и, оставаясь поперёк её движения, препятствует сходу старой петли с крючка. Поэтому сбрасывание не происходит сразу после соединения, а несколько позднее, когда нить достаточно изогнётся крючком и сможет пропустить старую петлю (положение 10). Таким образом, кулирование начинается одновременно с соединением и продолжается при сбрасывании. При дальнейшем опускании иглы кулирование будет продолжаться, но уже с одновременным протягиванием новой петли сквозь сброшенную старую петлю, т. е. совместно с операцией формирования (положение 11).

Закончив опускание, игла начинает подниматься. В это время осуществляется оттяжка старой петли за спинку иглы, чтобы она снова не попала на иглу, а новая петля, чтобы сохранить форму, поворачивается под натяжением в плоскость, которая перпендикулярна игле (положения 1, 2 и 3).

Быстроходная вертелка имеет следующие органы петлеобразования: крючковые иглы, платины, ушковые иглы (нитеводители) и пресс. У платины различают пятку 1, носик 2, горловину 3, брюшко 4 и мысок 5. Ушковая игла представляет собой плоский стержень 1, один конец которого расплюсчен и имеет отверстие 2 для нити (рис. 2.45)

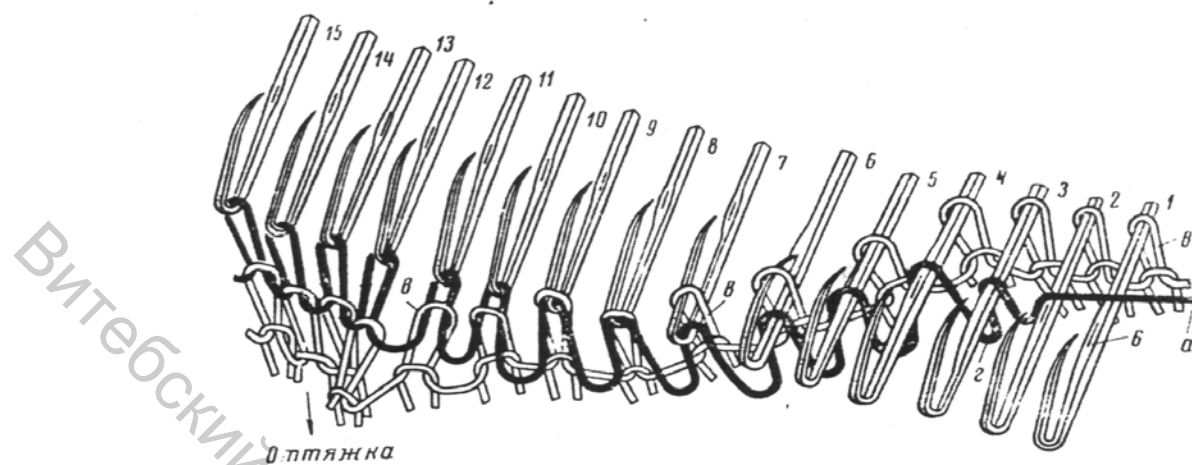


Рисунок 2.43 – Трикотажный способ петлеобразования:
 а – прокладывание нитей; б – крючковая игла; в – старая петля;
 г – новая петля

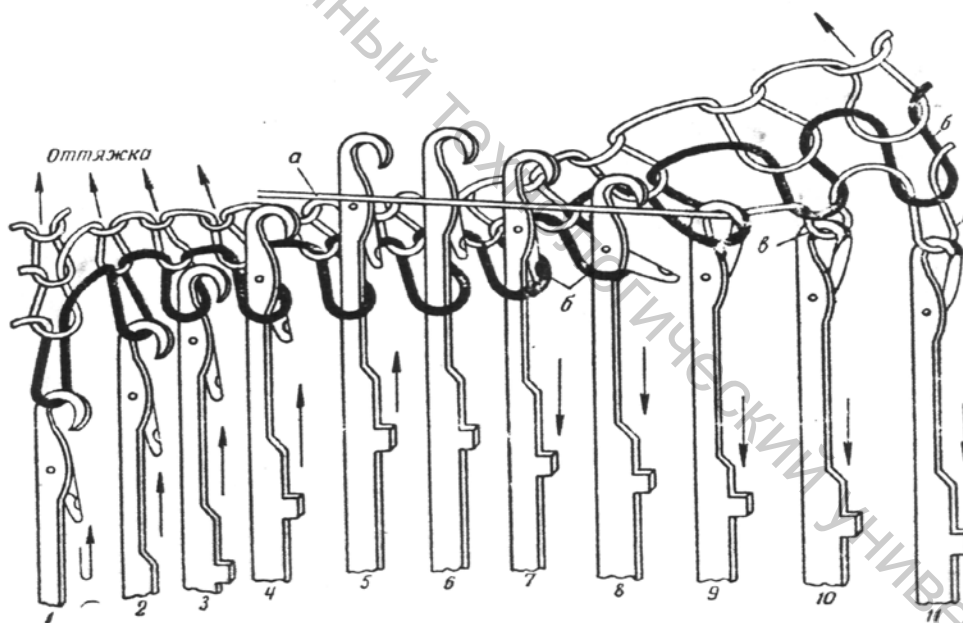


Рисунок 2.44 – Вязальный способ петлеобразования:
 а – прокладывание нитей; б – старая петля; в – новая петля

Производство основязаного трикотажа на быстроходной вертелке

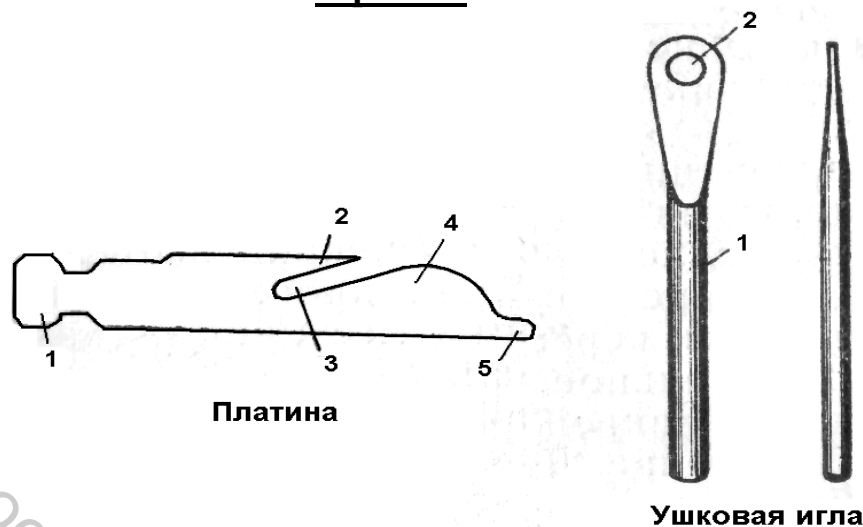


Рисунок 2.45 – Органы петлеобразования быстроходной вертелки. Крючковые и ушковые иглы, так же как и платины, заливаются в плитки и крепятся на плоском металлическом бруске, образуя плоскую игольницу и ушковую гребенку. Пресс в форме пластины из фибры устанавливается вдоль фронта игл. Крючковые иглы на машине располагаются между платинами и совершают движение вверх и вниз. Ушковая гребенка совершает качательное движение для перемещения ушковых игл между крючковыми иглами и продольное – для смещения ушковых игл вдоль игольницы.

Пресс и платины получают движение вперед-назад.

Процесс петлеобразования осуществляется вязальным способом одновременно на всех иглах и состоит также из десяти моментов. На рисунке 2.46 представлена схема процесса петлеобразования на одной игле.

Перед началом процесса петлеобразования крючковая игла должна быть максимально опущена. Продетая в отверстие ушковой иглы нить соединена со старой петлей и расположена по другую сторону платины (рис. 2.46 а). Такое положение крючковой и ушковой иглы с продетой в нее нитью относительно платин необходимо для избежания подъема старой петли вместе с крючковой иглой.

Заключение. Для осуществления момента заключения игла поднимается кверху до расположения головки ее на уровне отверстия ушковой иглы (рис. 2.46 а). Платина выдвигается максимально вперед и удерживает носиком старую петлю, которая перемещается из-под крючка иглы на ее стержень. Ушковая гребенка с ушковыми иглами начинает первую прокачку в направлении к крючку иглы.

Прокладывание нити. Прокладывание нити происходит в два приема. Нить сначала прокладывается на крючок иглы (рис. 2.46 б). Ушковая игла делает первое качательное движение между стержнями игл по направлению к их крючкам. Затем ушковая игла сдвигается

вправо или влево перед крючками вдоль игольницы на один игольный шаг и делает вторую прокачку между стержнями игл в направлении от их крючков.

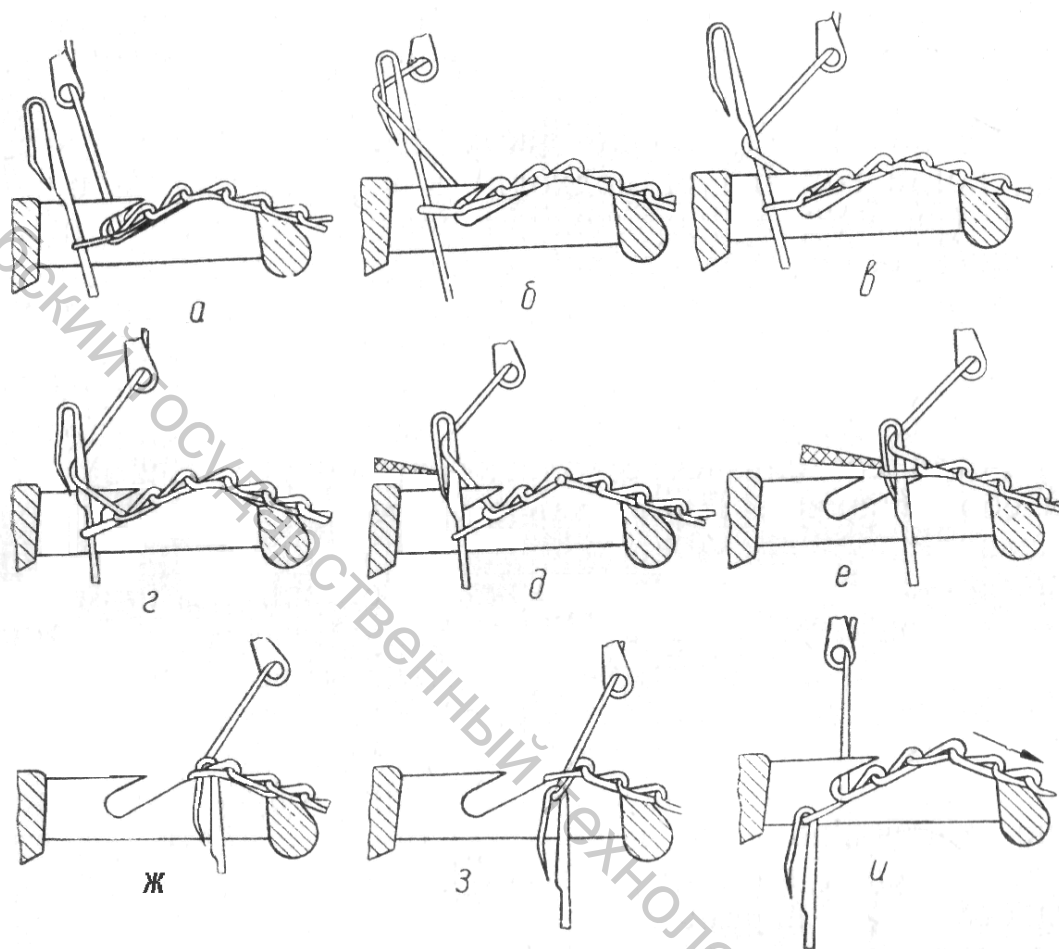


Рисунок 2.46 – Процесс петлеобразования на быстроходной вертелке

В результате таких движений ушковой иглы нить, продетая в ушко ее, оказывается проложенной на крючок иглы. После этого игла поднимается на максимальную высоту и нить, проложенная на крючок иглы, перемещается на ее стержень (рис. 2.46 в).

Вынесение. Перемещение находящейся на стержне иглы нити под крючок происходит благодаря опусканию иглы. Вынесению нити под крючок иглы способствует также носик платины, с которым соприкасается нить основы (рис. 2.46 г).

Прессование. При перемещении пресса по направлению к крючкам игл осуществляется прессование. Под действием силы нажатия пресса конец крючка опускается в чашу иглы (рис. 2.46 д). Новая нить оказывается в замкнутом пространстве под запрессованным крючком. Платина к этому моменту начинает перемещаться к центру машины.

Нанесение. Нанесение старой петли происходит на кончик крючка, когда последний находится в запрессованном состоянии (рис.

2.46 е). Это происходит за счет перемещения платины к центру машины, по брюшкам которых скользят старые петли. Как только старая петля окажется на конце крючка иглы, пресс прекращает свое действие. За счет продолжающегося опускания иглы происходит дальнейшее перемещение старой петли по крючку иглы.

Соединение. В результате дальнейшего опускания иглы в момент, когда головка ее подходит к верхнему краю брюшка платины (рис. 2.46 ж), происходит соединение старой петли с новой нитью основы, находящейся под крючком иглы.

Кулирование. Дальнейшее опускание иглы приводит к изгибанию (кулированию) новой нити основы (рис. 2.46 з).

Сбрасывание. Момент, когда головка иглы при опускании окажется несколько ниже верхней кромки брюшка платины, старая петля соскользнет с головки иглы (рис. 2.46 з), называется сбрасыванием. Платина в этот период максимально отходит назад.

Формирование. После сбрасывания старой петли, находящаяся под крючком иглы новая нить протягивается через нее и формируется в новую замкнутую петлю (рис. 2.46 и).

Длина сформированной петли, а, следовательно, и плотность вырабатываемого трикотажа по вертикали будет зависеть от натяжения нити основы, величины опускания головки иглы по отношению к верхнему краю брюшка платины и величины выдвижения платины вперед.

Оттяжка. Для того чтобы новые петли не деформировались за счет их уменьшения, необходимо произвести оттяжку старых петель в направлении, указанном на рисунке стрелкой (рис. 2.46 и). Это осуществляет специальный механизм оттяжки полотна.

Процесс петлеобразования повторяется. Вырабатывается следующий петельный ряд.

От направления и величины сдвига ушковых игл после образования петельного ряда перед началом вязания следующего ряда будет зависеть форма петель (открытые или закрытые), их расположение и длина соединяющих петли протяжек. Этим, определяется переплетение трикотажа.

2.3.5 Трикотажные переплетения

Трикотажные переплетения – это определенный порядок расположения и соединения петель в полотне.

Трикотажные переплетения по способу образования могут быть поперечно-вязаными и основовязаными, а по количеству игольниц – одинарными и двойными. Переплетения могут иметь различные типы петель – открытые и закрытые, с односторонними и двухсторонними протяжками. Все трикотажные переплетения подразделяют на главные, производные, рисунчатые и комбинированные. Классификация трикотажных переплетений представлена на рис. 2.47.



Рисунок 2.47 – Классификация трикотажных переплетений

Способ образования полотна определяет и свойства трикотажа. Так, поперечно-вязаным полотнам свойственны высокая растяжимость и эластичность, хорошая распускаемость, упругость. Таким полотнам отдаётся предпочтение при изготовлении верхних, бельевых, чулочно-носочных изделий.

Основовязанные полотна менее эластичны, практически не распускаются. Поэтому их не применяют в изделиях, которые должны хорошо облегать фигуру (спортивные, чулочно-носочные) и быть упругими. Образование петель в каждом ряду происходит не последовательно изгибанием одной нити, как в кулирных полотнах, а одновременно из системы нитей.

Главные переплетения представляют собой простейшие переплетения, состоящие из одинаковых петель. К ним относятся: поперечно-вязанные – гладь, ластик, изнаночное переплетения; основовязанные – цепочка, трико и атлас.

Гладь (рис. 2.48 а) – одинарное кулирное переплетение с различным характером лицевой и изнаночной сторон. Гладкая лицевая сторона образована петельными палочками, изнаночная шероховатая сторона состоит из игольных дуг и протяжек. Трикотаж, выработанный этим переплетением, отличается большой растяжимостью, распускаемостью и закручиваемостью по краям. Вырабатывается гладь в основном на круглотрикотажных машинах МТ, КТ, многозамочных, хлопчатобумажных машинах, круглочулочных автоматах.

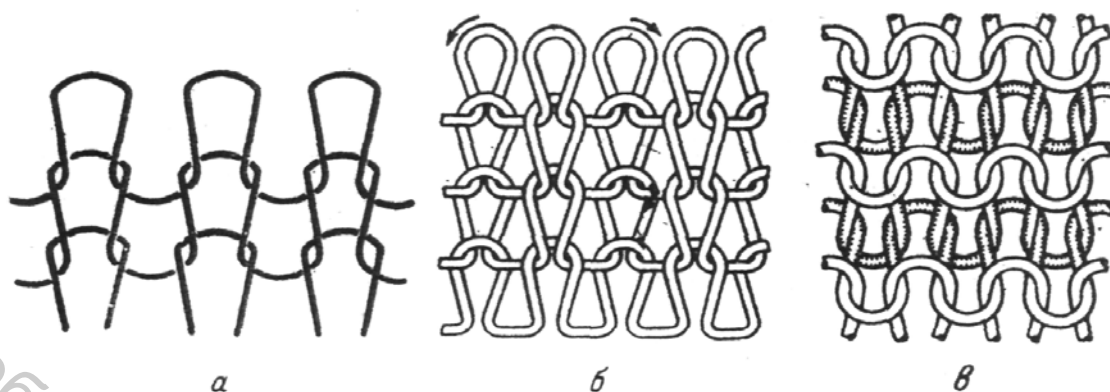


Рисунок 2.48 – Главные поперечно-вязанные переплетения

Ластик (рис. 2.48 б) – двойное поперечно-вязаное переплетение, в каждом ряду которого чередуются лицевые и изнаночные петли. Переплетение вырабатывается на двухфонтурных машинах, нить прокладывается поочередно на иглы одной и другой игольницы. Петли, образованные одной игольницей, сбрасываются, например, на лицевую сторону трикотажа, а петли, образованные другой игольницей – на изнаночную. В результате получают ластики с различным чередованием лицевых и изнаночных столбиков (1+1, 2+2 и т. д.).

По сравнению с гладью ластик характеризуется большей растяжимостью и эластичностью, повышенной толщиной, он не закручивается по краям, меньше распускается. Ластик широко применяют для изготовления бельевых, верхних, чулочно-носочных и перчаточных изделий. Вырабатывают это переплетение на тонколастичных (бельё), плоско- и круглофанговых машинах (верхние изделия), чулочных автоматах.

В изнаночном переплетении (рис. 2.48 в) на лицевой и изнаночной сторонах чередуются ряды лицевых и изнаночных петель. Обе стороны полотна похожи на изнаночную сторону глади. Переплетение так же хорошо распускается, как и гладь, но не закручивается по краям. Полотна, выработанные изнаночным переплетением, одинаково хорошо растяжимы по длине и ширине; применяют его в основном при изготовлении головных платков и верхнего трикотажа. Вырабатывают на оборотных машинах.

Главные основовязанные переплетения вырабатывают на машинах вертелках, рашель и рашель-машинах.

Цепочка (рис. 2.49 а, б) – одинарное основовязаное переплетение, представляет собой одиночный петельный столбик, связанный из одной петли. На рисунке показана схема этого переплетения и его графическая запись. Графическая запись обычно производится снизу вверх и показывает схему движений нитевода при образовании одного петельного столбика: горизонтальные ряды точек условно соответствуют петельным рядам, а вертикальная – петельным

столбикам. Цепочка может быть выработана как открытыми, так и закрытыми петлями. Применяется она в виде бахромы, а также в сочетании с другими видами переплетений (рисунчатый трикотаж).

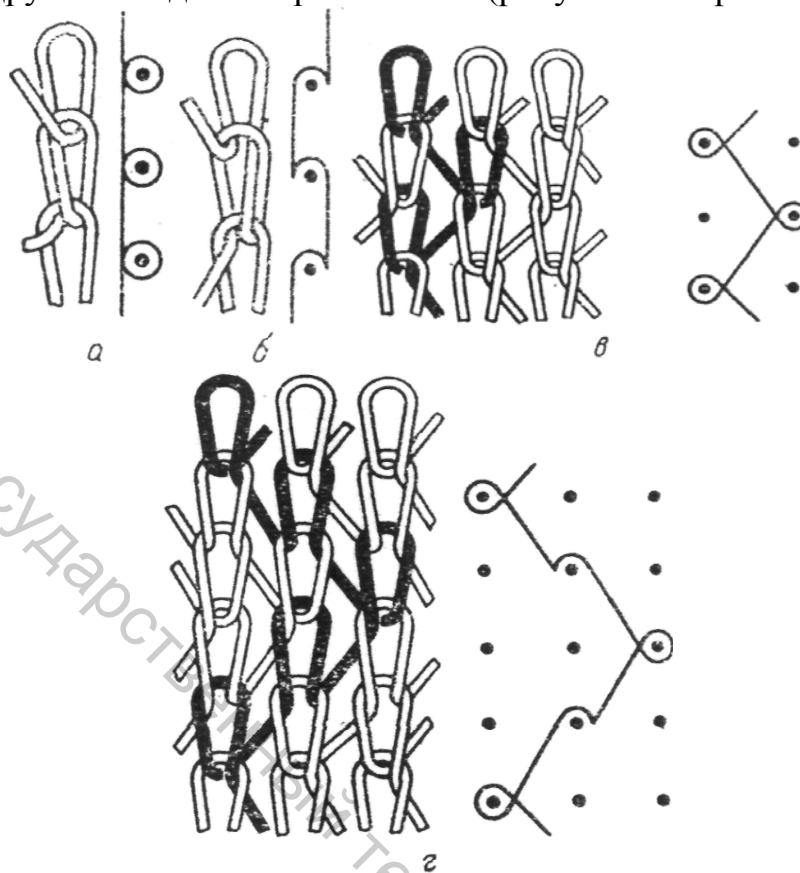


Рисунок 2.49 – Строение и графическая запись главных основовязаных переплетений: а – цепочка с открытыми петлями, б – цепочка с закрытыми петлями, в – трико, г – атлас

Трико (рис. 2.49 в) – одинарное основовязаное переплетение, имеющее петли с односторонними протяжками, при этом нить прокладывается поочередно на две соседние иглы. Трико легко распускается вдоль петельного столбика и значительно деформируется по длине и ширине, поэтому применяется обычно в сочетании с другими переплетениями.

Атлас (рис. 2.49 г) – одинарное основовязаное переплетение, у которого петли располагаются зигзагообразно поочередно в нескольких соседних петельных столбиках. На лицевой стороне атласа образуются отточенные полосы, по разному отражающие свет из-за различного наклона петель на лицевой стороне и протяжек на изнанке. Трикотаж этого переплетения характеризуется закручиваемостью и распускаемостью, но малой растяжимостью. Атлас применяется для изготовления белья, легких верхних изделий и в сочетании с другими переплетениями.

Ластичное трико (рис. 2.50) и ластичный атлас – двойные основовязаные переплетения, вырабатываемые на машинах вертелках, рашель и рашель-вертелках с двумя фонтурами (игольницами). В

отличие от них переплетения цепочка, трико и атлас вырабатывают на этих же машинах, но с одной игольницей. При выработке ластичного трико и ластичного атласа иглы в игольницах располагаются в шахматном порядке. Двойные основовязальные переплетения используют при изготовлении верхних трикотажных изделий, перчаток, варежек.



Рисунок 2.50 – Ластичное трико

Производные переплетения получают комбинированием двух и более одинаковых главных переплетений: между двумя петельными столбиками одного переплетения располагается один или два петельных столбика других переплетений. Такое строение сообщает полотнам большую прочность и меньшую растяжимость по сравнению с полотнами главных переплетений. К производным переплетениям относятся: производные от глади (двугладь), от ластика (двуластик или интерлок), от трико (двутрико или сукно; и тритрико или шарме), от атласа (атлас-сукно и атлас-шарме), от двойных основовязанных переплетений (интерлочное трико, интерлочный атлас).

Производственная гладь (рис. 2.51) представляет собой сочетание двух переплетений кулирной глади. При выработке этого переплетения на однофонтурной машине одна нить прокладывается на четные иглы, другая – на нечетные, при этом петельные столбики плотно прилегают друг к другу. Полотна этого переплетения меньше растягиваются и распускаются, чем полотна глади, имеют большую плотность и прочность. Применяют их при изготовлении верхних трикотажных изделий.

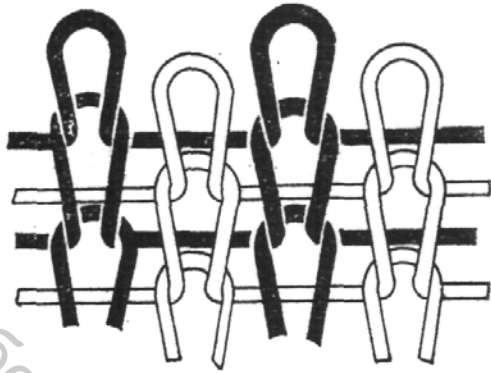


Рисунок 2.51 – Производная гладь

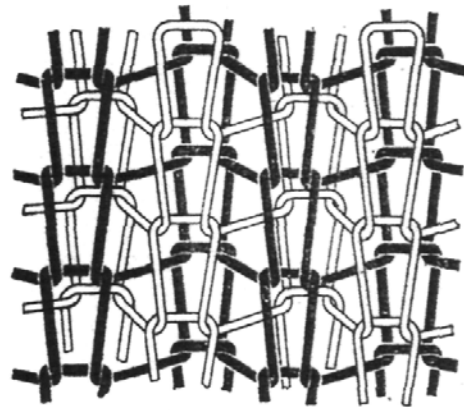


Рисунок 2.52 – Интерлочное переплетение

Интерлок (двуластик) – сочетание двух ластика, каждый из которых вяжется из своей нити (рис. 2.52). Получают это переплетение на двухфонтурной интерлочной машине, лицевая и изнаночная сторона полотна одинаковы и образованы из плотно уложенных лицевых столбиков. Плотность двуластика характеризуется повышенной упругостью, небольшой растяжимостью и распускаемостью, устойчивостью к истиранию. Применяется для бельевых, верхних и перчаточных изделий.

Сукно – сочетание двух трико (рис. 2.53 а), шарме – сочетание трех трико (рис. 2.53 б). Эти переплетения имеют длинные протяжки, поэтому они меньше, чем трико, растягиваются по ширине. На изнанке переплетения сукно образуется рисунок в виде елочки, в полотне шарме протяжки длиннее, поэтому увеличивается блеск изнаночной стороны. Сукно и шарме используют при изготовлении легкого платья, блузок, костюмов, отделок к этим изделиям.

Атлас-сукно (рис. 2.53 в) – сочетание двух атласов, атлас-шарме (рис. 2.53 г) – сочетание трех атласов. У этих полотен также большие протяжки, пересекающиеся друг с другом на изнанке, благодаря чему они обладают значительной толщиной, меньшей распускаемостью и растяжимостью, чем атлас. Изнаночная сторона полотен блестящая, а протяжки создают впечатление сложных поперечных столбиков. Применяют эти переплетения при выработке бельевых изделий, блузок, платьев, мужских сорочек.

Производные двойных основовязаных переплетений (интерлочное трико и интерлочный атлас – вырабатывают на двухфонтурных основовязальных машинах. При вязании полотна петли сбрасываются на обе стороны, поэтому лицевая и изнаночная стороны формируются из петельных полочек, а петельные дуги и протяжки оказываются внутри полотна. Полотна упругие, формоустойчивые, менее растяжимые, не распускаются. Используются для изготовления верхних трикотажных изделий – костюмов, платьев, джемперов и др.).

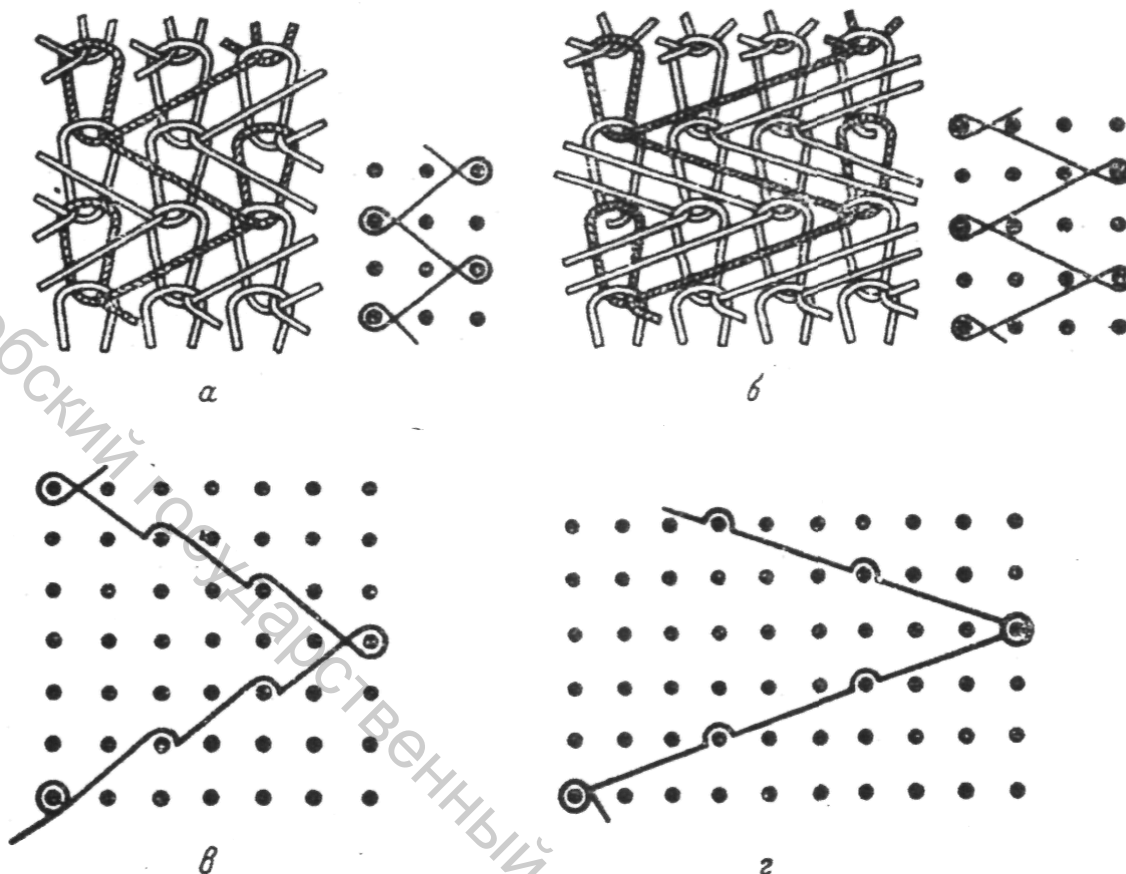


Рисунок 2.53 – Производные основовязанные переплетения:

а – сукно, б – шарме, в – атлас-сукно, г – атлас-шарме

Широко используются также переплетения, выработанные на основовязальных машинах с двумя и более ушковыми гребенками: трико-трико, трико-сукно, трико-шарме, шарме-цепочка и другие. Как правило, они обладают подвижной структурой, легкостью, застилистостью, хорошо драпируются. Применяются для бельевых и верхних изделий.

Рисунчатые переплетения образуются на базе главных или производных переплетений, путем изменения их структуры или введением дополнительных нитей, набросков.

Неполный трикотаж получают исключением некоторых игл из работы при вязании полотна, это создает в одинарных полотнах ажурный эффект в виде полос, клеток, а в двойных полотнах – эффект плиссе. Такие эффекты можно получать как в поперечно-вязаных, так и в основовязаных полотнах.

Ажурное (рис. 2.54 а) – поперечновязаное переплетение, получают переносом петель из одних петельных столбиков в другие, в результате чего в полотне образуются отверстия. Ажурный трикотаж отличается красивым внешним видом и используется при выработке бельевых, верхних, чулочно-носочных и перчаточных изделий, отделочных деталей, кружев.

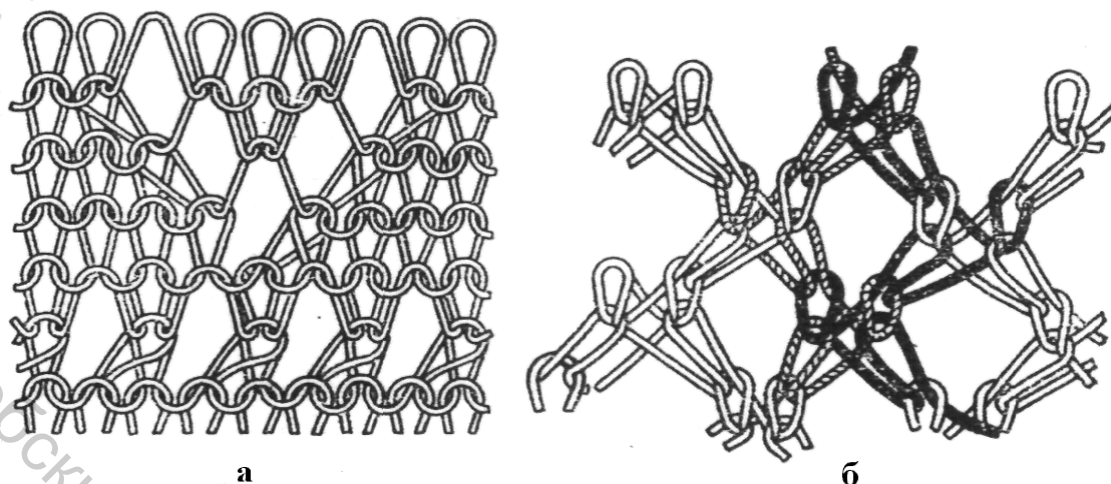


Рисунок 2.54 – Трикотаж: а – ажурный; б – филейный
Филейное (рис. 2.54 б) – основовязаное переплетение, в нем из-за неполной проборки нитей основы в гребенку отсутствует связь между некоторыми соседними петельными столбиками в одном или нескольких рядах, в результате получают отверстия различной формы и размеров. Таким переплетением выработывают полотна с разнообразными ажурными, рельефными, одно- и многоцветными рисунками.

Жаккардовое переплетение может быть одинарным и двойным, основовязаным и поперечно-вязаным, гладким и рельефным, с цветными, ажурными или рельефными крупными узорами. Применяется в основном для верхнего трикотажа (рис. 2.55).

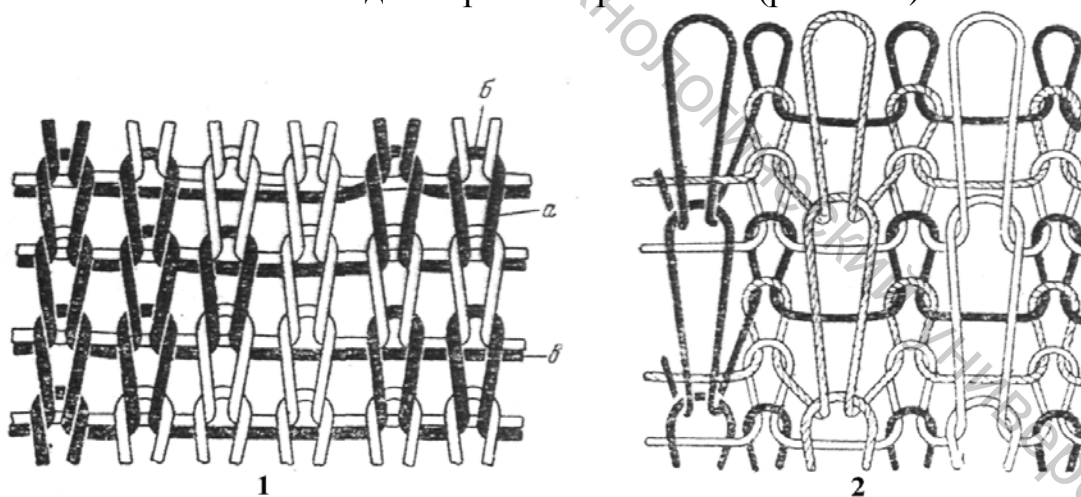


Рисунок 2.55 – Жаккардовый трикотаж: 1 – одинарный, 2 – двойной

Прессовые переплетения получают при условии, что нити на иглы прокладываются постоянно, а ранее образованные (старые) петли сбрасываются в зависимости от рисунка. В результате в структуре полотна образуются прессовые петли, отличающиеся от обычных большей высотой, и имеющие наброски. Если в полотне все петли прессовые, то переплетение носит название фанг (рис. 2.56 б), если

прессовые петли чередуются с обычными петлями, то переплетение называют полуфанг (рис. 2.56 в). С помощью прессовых переплетений получают полотна с разнообразными цветными, ажурными (рис. 2.56 а), отточенными и рельефными эффектами. Прессовые переплетения используют при выработке полотен для верхних изделий.

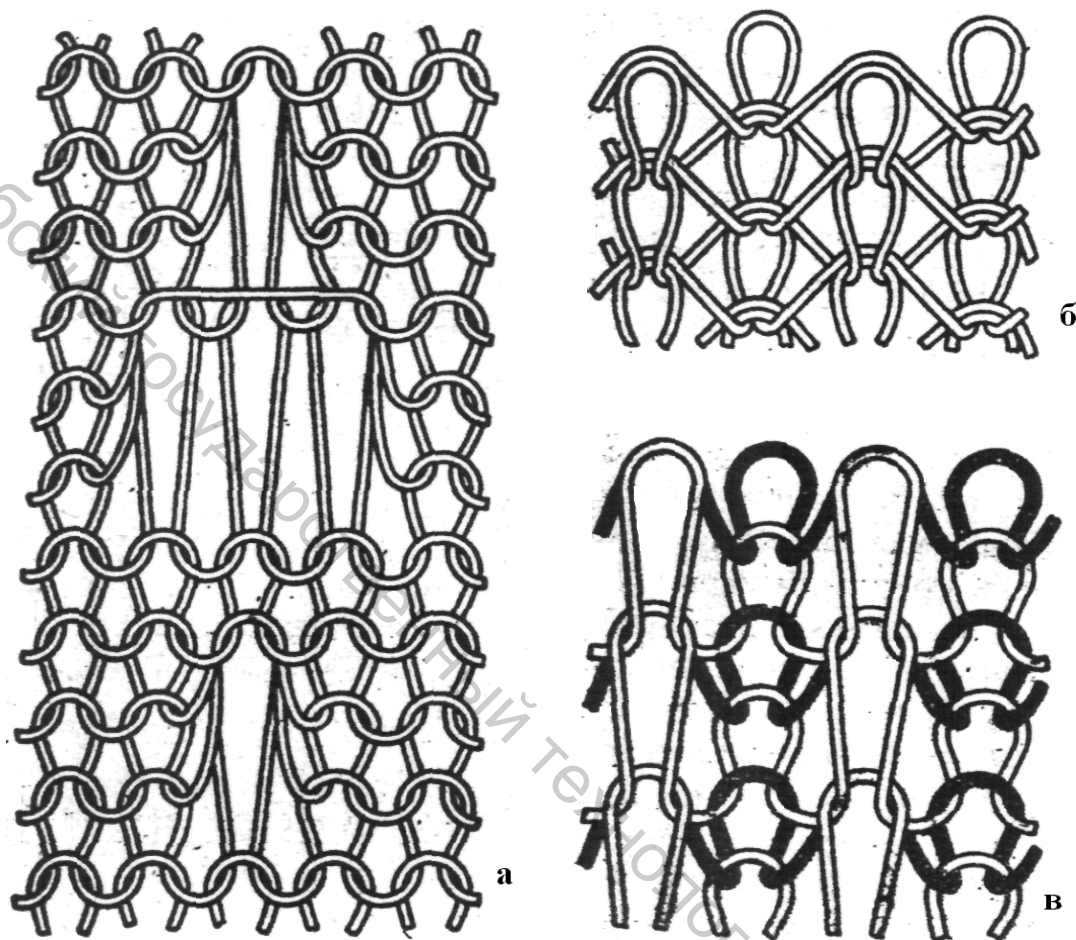


Рисунок 2.56 – Прессовые переплетения: а – одинарный прессовый трикотаж с ажурным эффектом; б – фанг; в – полуфанг

Платированное (покровное) переплетение образуется из двух или трёх нитей, одновременно прокладываемых на иглы. Такой трикотаж может быть кулирным и основовязаным, одинарным и двойным, гладким и рисунчатым. Такой трикотаж имеет более красивую лицевую поверхность, большую прочность, лучшие теплозащитные свойства, меньше распускается при обрыве нити в петле. Используется для бельёвого и верхнего трикотажа (рис. 2.57).

Плюшевое переплетение (рис. 2.58) вырабатывается из двух нитей, одна из которых образует грунт полотна (короткие петли), а другая – плюшевый застил (длинные петли). Плюшевый трикотаж может быть кулирным и основовязаным, одинарным и двойным, гладким и рисунчатым, с разрезными и неразрезными петлями. Петельный ворс используют для тёплого белья, пижам, халатов, разрезной – для женских и детских пальто, меховых изделий.

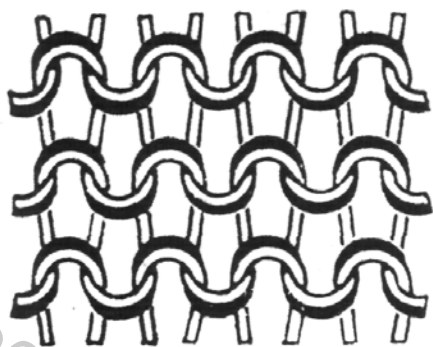


Рисунок 2.57 – Платированный трикотаж

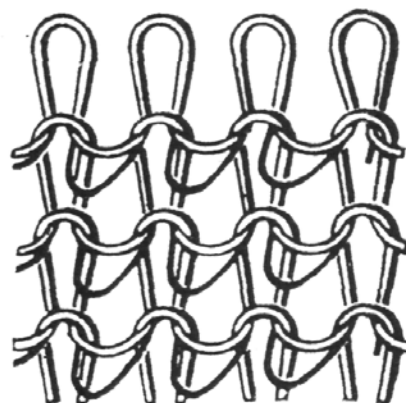


Рисунок 2.58 – Плюшевый трикотаж

Футерованное переплетение (рис. 2.59) вырабатывают с дополнительными (футерными) нитями, образующими застил нитей для начёса. Применяется такой трикотаж для изготовления тёплого белья, спортивных и детских костюмов и в качестве утепляющей прокладки (ватин).

Комбинированный трикотаж получается сочетанием в одном полотне двух или более главных либо производных переплетений. Наиболее часто применяются сочетания поперечно-вязаных переплетений. Комбинированные переплетения обладают меньшей растяжимостью и распускаемостью, повышенной формоустойчивостью. Наиболее распространены репс, одинарное и двойное пике.

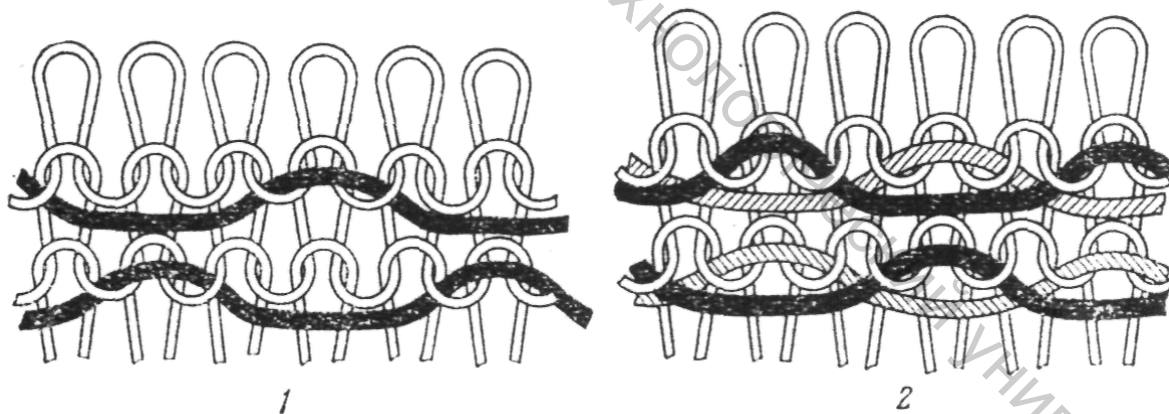


Рисунок 2.59 – Ворсовый (начесной) трикотаж:
1 – с одинарной подкладочной нитью, 2 – с двойной подкладочной нитью

Репс – сочетание ряда ластика с несколькими рядами глади. Полотно имеет рельефные поперечные рубчики и небольшую растяжимость по горизонтали.

Одинарное пике – сочетание петельных рядов интерлока с рядами прессового переплетения.

Двойное пике (французское, швейцарское, московское) получают различным сочетанием по петельным столбикам элементов производных переплетений.

Полотна комбинированных переплетений наименее растяжимы и распускаемы, формоустойчивы, особенно при применении синтетических нитей, используются для верхней одежды (пальто, костюмы, юбки, брюки). Эти полотна из-за специфических свойств называют тканеподобными.

2.3.6 Дефекты вязания

В процессе вязания трикотажа могут возникнуть различные дефекты, которые подразделяются на две группы: дефекты, возникающие в результате низкого качества пряжи и нитей, и дефекты, возникающие из-за неисправности трикотажных машин.

К дефектам первой группы относятся:

Утоненные или **утолщенные участки** от неровноты нитей в кулирном трикотаже имеют вид утонённых или утолщенных полос, расположенных по направлению петельных рядов, а в основовязаном – вдоль полотна по направлению нитей основы. Дефект портит внешний вид полотна и ослабляет прочность.

Полосы от провязывания загрязнённых масляных или цветных нитей возникает из-за небрежности в обслуживании. Дефект портит внешний вид изделия.

Зебристость возникает при выработке полотна на кулирных машинах вследствие неравномерности нитей по тонине и крутке. Зебристость более ярко проявляется в окрашенном полотне и чулочных изделиях.

Дефекты, возникающие в результате неисправности трикотажных машин:

Полосатость характеризуется наличием в трикотаже продольных или поперечных полос в виде разряженных или уплотнённых петельных столбиков или петельных рядов. Этот дефект возникает из-за неравномерного натяжения нитей. Он ухудшает внешний вид изделия.

Спущенные петли могут образоваться при обрыве нити в петле. Дефект портит внешний вид трикотажа и снижает его прочность.

Поднятые петли – восстановленный петельный столбик в виде уплотнённой продольной полосы, которая портит внешний вид изделия.

Набор петель – дефект, возникающий из-за неправильного положения крючка иглы, пресса или язычка иглы. Крючки при прессовании закрываются неплотно, и старые петли не всегда сбрасываются с игл и попадают под крючки. Этот дефект ухудшает внешний вид изделия, снижает его прочность и растяжимость.

Неправильность петельного рисунка (разбитость рисунка) – наличие разбросанных по всей поверхности трикотажного полотна

петель разного размера и неправильной формы. Причина дефекта – неправильная работа петлеобразующих механизмов.

Сбитость рисунка – нарушение петельного узора или цветного рисунка при выработке рисунчатого трикотажа.

Пробивка грунтовой нити возникает при выработке платинированного трикотажа. Грунтовая нить выступает на лицевую сторону.

Накидка-надевка – дефект кулирного трикотажа, имеет вид узкой поперечной полосы с лицевой стороны полотна. Он ухудшает внешний вид трикотажа и снижает его прочность.

2.3.7 Основные характеристики строения трикотажных полотен

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 A , мм, — расстояние между двумя соседними петельными столбиками. **Высота петельного ряда B** , мм, — расстояние между двумя соседними петельными рядами (см. рис. 1.30). Число петель на условной длине трикотажа, равной 100 мм, по горизонтали P_H или по вертикали P_B определяется как:

$$P_H = 100/A; \quad (2.15)$$

$$P_B = 100/B. \quad (2.16)$$

Длина нити в петле ln , мм, складывается из длин нитей остова 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_H или вертикального E_B участка трикотажа занята диаметрами нитей d_H :

$$E_H = 100 \cdot 2d_H / A = 2d_H P_H; \quad (2.17)$$

$$E_B = 100 \cdot d_H / B = d_H / P_B. \quad (2.18)$$

Поверхностное заполнение E_S , %, показывает, какую часть от площади, занимаемой петлей, составляет площадь проекции нити в петле:

$$E_S = 100(d_H ln - 4d_H^2) / (AB). \quad (2.19)$$

Объемное заполнение E_V , %, и заполнение по массе E_m , %, трикотажа подсчитывают по формулам, аналогичным для ткани:

$$E_V = 100 \sigma_T / \sigma_H; \quad (2.20)$$

$$E_m = 100 \sigma_T / \gamma. \quad (2.21)$$

В качестве характеристик заполнения трикотажа профессор А.С. Далидович предлагает использовать различные модули петли.

Линейный модуль m показывает, какое число диаметров нити укладывается в длине нити петли, т. е.

$$m = l_{\Pi} / d_{\text{H}}, \quad (2.22)$$

где d_{H} — диаметр нити.

Поверхностный модуль m_{Π} — отношение площади одной петли в трикотаже к площади, занимаемой нитью петли:

$$m_{\Pi} = AB / (l_{\Pi} d_{\text{H}}). \quad (2.23)$$

Из приведенных формул видно, что чем меньше модуль петли трикотажа, тем выше степень его заполнения, меньше пористость и больше объемная масса.

Важнейшими структурными показателями являются углы перекоса петельного столбика и петельного ряда. Угол перекоса петельного столбика — это угол наклона петельного столбика к продольному сгибу полотна или кромке. Угол перекоса петельного ряда выражается углом наклона петельного ряда к линии, перпендикулярной к продольному сгибу полотна. Для изменения угла перекоса петельного столбика или петельного ряда используют угломер.

2.4 ВЯЗАНОТКАНЫЕ ПОЛОТНА

Своеобразное сочетание ткачества и трикотажного производства положено в основу нового способа производства текстильного материала, называемого вязанотканым.

Вязанотканые полотна вырабатываются на станке «Метап» (Чехия), в основу которого положена конструкция пневматического ткацкого станка. Расположение основы, её подача и зевобразование происходит как на обычном ткацком станке. Особенность состоит в прокладывании нитей утка. Между группами нитей основы 1 (рис. 2.60 а) установлены вязальные язычковые иглы 2, против которых расположены ушковые нитепрокладчики 3 (утковые иглы). Вязальные иглы, установленные на планке, совершают возвратно-поступательное движение. Формирование элемента материала происходит за один рабочий цикл (8 фаз) при двух оборотах главного вала станка.

1-я фаза — прибор (рис. 2.60 а): вязальные иглы убраны, прокладчики расположены напротив игл, бердо в переднем положении, зев закрыт;

2-я фаза — подготовка (рис. 2.60 б): зев открывается. Вязальные иглы выдвигаются вперед, выполняется операция заключения, прокладчики отходят назад;

3-я фаза – прокладывание (рис. 2.60 в): утковые нитепрокладчики отклоняются в зев влево и прокладывают нить утка 4 на соседние иглы; зев открыт;

4-я фаза – провязывание (кулирование) (рис. 2.60 г): прокладчики возвращаются в исходное положение, вязальные иглы отходят назад, при этом выполняются все последующие операции петлеобразования, зев закрывается.

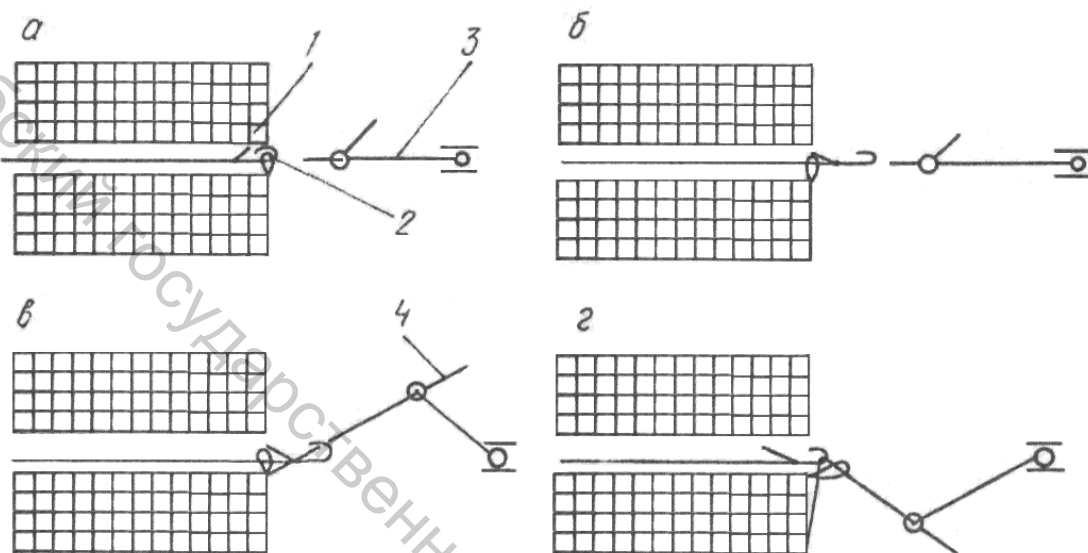


Рисунок 2.60 – Схема образования вязанотканого полотна

Во время следующего оборота главного вала станка рабочие фазы повторяются, но при открытии зева прокладчики отклоняются в крайнее правое положение. Цикл заканчивается.

Вязанотканое полотно состоит из полосок ткани, между которыми располагаются петельные столбики, образованные нитями утка и соединяющие полоски ткани в единое целое. Так как значительную часть полотна (75–85 %) составляет ткань, то оно обладает в основном свойствами тканей. Наличие в структуре полотна петельных столбиков повышает его растяжимость в поперечном направлении, улучшает проницаемость, придаёт мягкость и драпируемость.

На машинах «Метап» вырабатываются шерстяные, шёлковые, хлопчатобумажные, льняные полотна различного назначения (костюмные, пальтовые, платьевые, подкладочные, декоративные), поверхностная плотность полотен колеблется от 50 до 300 г/м². В основе, как правило, используются более толстые нити. Подготовка основы (в том числе шлихтование и проборка) проводится также, как в ткацком производстве. Уточные нити наматывают на секционные катушки или сновальные валики с небольшой плотностью 2 н/см (можно подавать и со шпулярика). Чаще всего используются переплетения: саржевое, репсовое.

Характерная особенность полотна – продольный рубчик; эта особенность несколько ограничивает ассортимент получаемых материалов.

Способ получения вязанотканых полотен очень перспективный, производительность машины «Метап» в 1,6–2,3 раза выше производительности бесчелночных ткацких станков.

2.5 ПРОИЗВОДСТВО НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН

Неткаными называются материалы, выработанные по механической, физико-химической или комбинированной технологии непосредственно из волокнистых холстов, слоёв нитей, каркасных материалов (тканей, холсто- и нитепрошивных полотен, плёнок и др.) или их сочетаний в одном материале.

Классическая технология производства тканей и трикотажа в настоящее время уже не в состоянии полностью удовлетворить непрерывно растущие потребности в текстильных материалах, в связи с чем появляется необходимость в новых, более эффективных способах производства. В последние десятилетия технический прогресс в текстильной промышленности привёл к возникновению новой отрасли – производству нетканых текстильных материалов.

Преимущества производства нетканых материалов в сокращении количества переходов и значительном повышении производительности оборудования, в возможности использования коротких непрядомых волокон и отходов прядильного производства, в значительном снижении трудовых затрат и меньших капиталовложениях. Так, производительность труда при вязально-прошивном способе увеличивается по сравнению с производительностью труда при ткацком способе в 13–15 раз, при клеевом – в 60–70 раз, трудовые затраты снижены в 5–7 раз. Поэтому себестоимость производства нетканых полотен значительно ниже, чем тканей, что очень важно. Специфические свойства нетканых материалов позволяют широко использовать их не только в качестве полноценных заменителей некоторых видов тканей, но и создавать материалы с новыми свойствами.

Нетканые материалы бытового назначения успешно заменяют многие виды тканей: прокладочные, одежные, полотенца, ткани для постельного белья и др.

2.5.1 Особенности производства нетканых полотен

Процесс производства нетканых текстильных полотен складывается из следующих основных этапов: выбор волокнистого сырья, его разрыхление, смешивание и очистка; формирование ватки – тонкого слоя холста из равномерно распределённых в нём волокон или образование сетки из продольно и поперечно уложенных нитей;

скрепление элементов структуры волокнистого холста или сетки из нитей различными способами; отделка с целью придания нетканому полотну определённых свойств.

В основу классификации нетканых полотен положено разнообразие способов их производства (рис. 2.61).

По способам производства различают нетканые полотна трёх классов: скреплённые механическим способом, физико-химическим способом и комбинированным. Классы подразделяются на подклассы, уточняющие способ получения полотна. Деление на группы ведётся в зависимости от вида основы материала: холст, система нитей, каркас и их различные сочетания. Группы в свою очередь делятся на виды, где указывается назначение полотен.

Подготовка волокнистого холста заключается в подборе смеси волокон и нитей. Для производства нетканых полотен, используемых для пошива швейных изделий, применяют натуральные (хлопок, шерсть, короткое льняное) и химические (вискозное, капроновое, лавсановое, нитроновое и др.) волокна. При изготовлении нетканых полотен технического назначения, а также прокладочных и утепляющих материалов, применяют отходы текстильного производства. Можно использовать все виды волокон и нитей, но с экономической точки зрения применение некоторых текстильных волокон, например тонковолокнистого хлопка, шёлка, длинной шерсти, нецелесообразно. Для получения однородной смеси волокна очищают от сорных и посторонних примесей, разрыхляют и смешивают на оборудовании, применяемом и в прядильном производстве. В некоторых случаях производят специальную обработку (эмульсирование, пропитка химическими препаратами).

Основа для изготовления нетканых материалов может состоять из волокон, одной или двух систем нитей, каркасной ткани и других материалов. В большинстве случаев основу нетканого материала составляет волокнистый слой – холст. Формирование холста осуществляют механическим, аэродинамическим, электростатическим, гидравлическим и фильерными способами.

Формирование холста механическим способом осуществляется на кардочесальных машинах, снабжённых специальным преобразователем прочёса, позволяющем укладывать на решётку несколько слоёв ватки (рис. 2.62). Полученные холсты имеют слоистую структуру и ориентированное расположение волокон: продольное, продольно-поперечное, диагональное.

Витебский государственный технологический университет

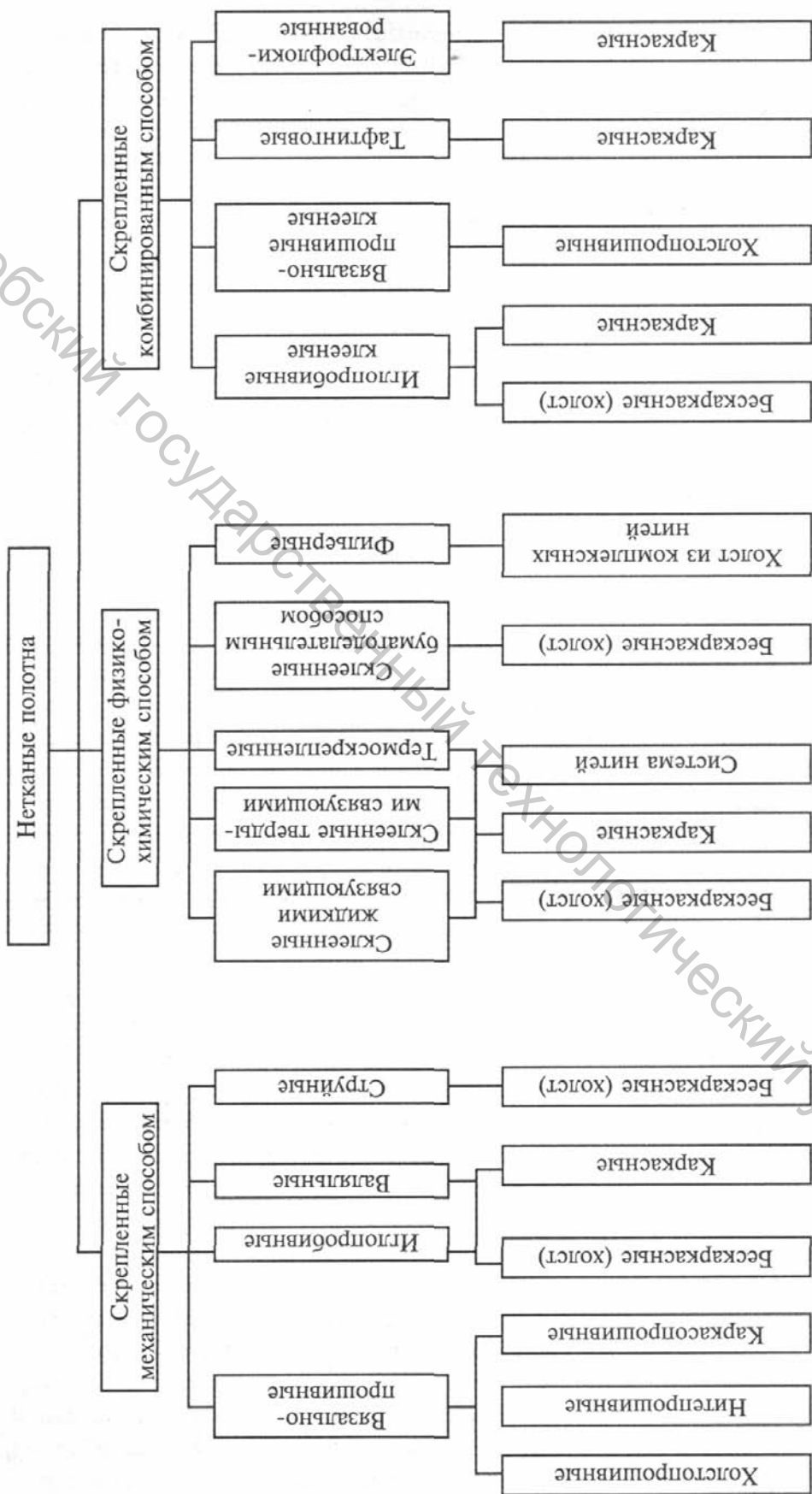


Рисунок 2.61 – Классификация нетканых полотен

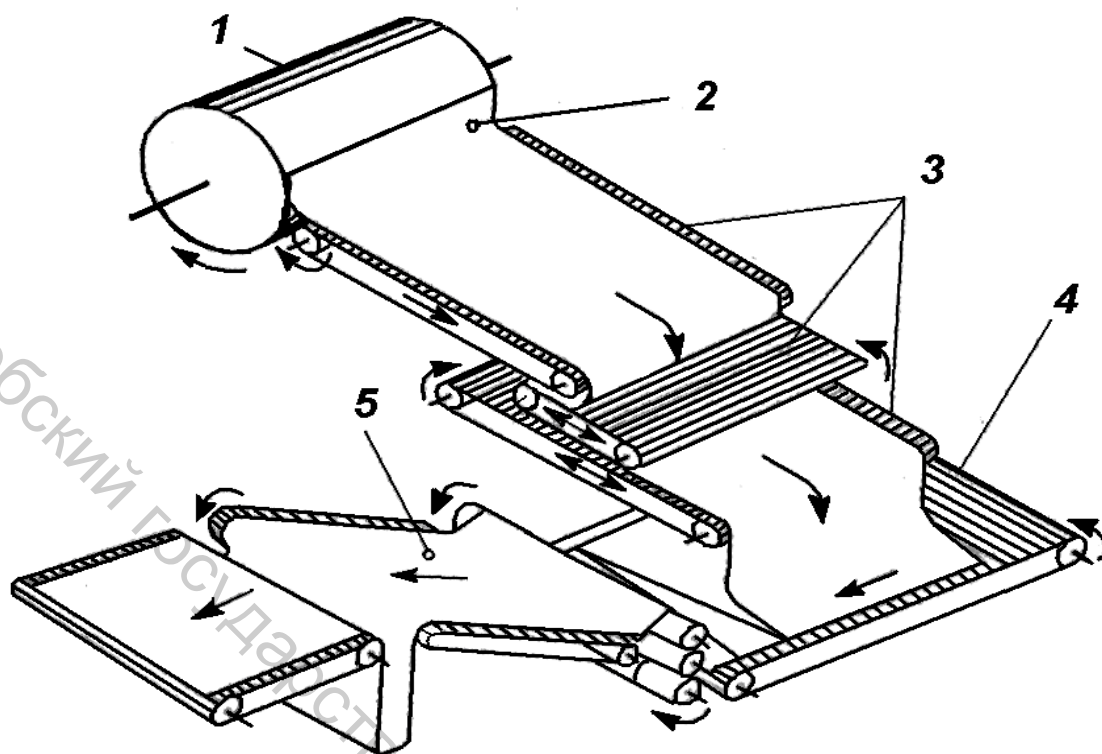


Рисунок 2.62 – Схема получения волокнистого холста с использованием кардочесальной машины: 1 – кардочесальная машина; 2 – ватка-прочес; 3 – укладчики; 4 – конвейер; 5 – волокнистый холст

При аэродинамическом способе разрыхлённая волокнистая масса мощной струёй воздуха подаётся на сетчатый барабан (полученный холст снимают с него и укладывают на решётки). При электростатическом способе холст формируется путём перемещения волокон в электрическом поле и притягивании их к металлической сетке, имеющей противоположный электрический заряд. Наиболее производителен гидравлический способ, при котором холст осаждают из водной суспензии волокон на сетку бумагоделательных машин. При аэродинамическом, электростатическом и гидравлическом способах формирования получают бесслойные холсты с неориентированным, хаотическим расположением волокон.

При фильерном способе сформированные волокна поступают в сборник-дозатор, который распределяет их на конвейер, формируя холст требуемой ширины. Толщина холста обеспечивается прижимным валиком.

Механическая технология скрепления основана на воздействии рабочих органов специального оборудования на волокнистый материал. При этом используются вязально-прошивной, иглопробивной и валяльный способы соединения.

Вязально-прошивной – наиболее распространённый из них. В зависимости от вида используемой основы полученные этим способом материалы подразделяются на холсто-, ните- и тканепрошивные. Основа

проявляется нитями на вязально-прошивной машине, которая является разновидностью трикотажной основовязальной машиной, с помощью пазовых игл; используются при этом различные переплетения: цепочка, трико, сукно, шарме, филейные, комбинированные и др.

Холстопрошивные нетканые полотна вырабатывают на вязально-прошивных агрегатах, в состав которых входит бункер для волокон, чесальный агрегат, преобразователь прочеса и вязально-прошивная машина: АЧВ (Россия), «Маливатт» (Германия), «Арахне» (Чехия). В результате прошивки волокнистый холст оказывается внутри каркаса основовязаного переплетения, на лицевой стороне которого располагаются столбики, а на изнаночной – зигзагообразные протяжки (рис. 2.63).

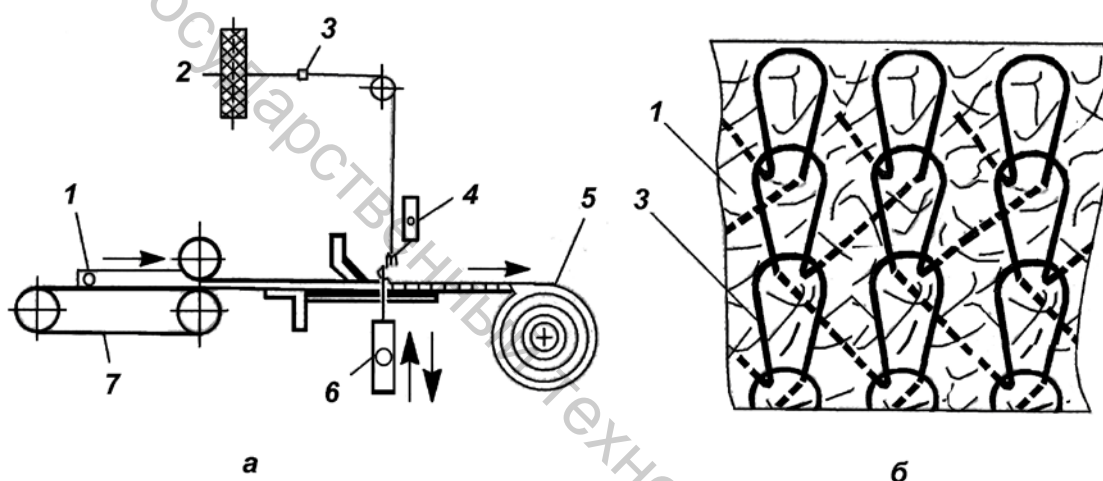


Рисунок 2.63 – Схема получения волокнистого холстопрошивного нетканого материала (а) и его лицевая сторона (б): 1 – волокнистый холст; 2 – навой; 3 – текстильная нить; 4 – уковина; 5 – товарный вал; 6 – пазовые иглы; 7 – конвейер

Нетканые полотна, выработанные холстопрошивным способом и предназначенные для изготовления одежды, подвергают отделке примерно такой же, как аналогичные ткани, за исключением процессов опаливания, расшлихтовки, беления и некоторых других.

Разновидностью холстопрошивных полотен являются полотна, вырабатываемые по технологии «Малифлис» (Германия) и «Арабева» (Чехия) путём прошивания холста волокнами самого холста. При этом необходимо, чтобы 20 % волокон в холсте имели длину не менее 60–120 мм, а их ориентация была бы преимущественно поперечной. На изнаночной стороне материалов, полученных по такой технологии, волокна уложены в косичку (что напоминает трикотаж), а на лицевой – концы вытянутых волокон.

Нитепрошивные материалы образуются путём провязывания нитей, уложенных в поперечном направлении (уток) или двух систем

нитей (основа и уток), третьей (прошивной) системой. Нити основы подаются на вязально-прошивную машину со сновальных валиков или непосредственно со шпулярника, нити утка прокладываются в поперечном направлении в зоне вязания с помощью специальных нитеводителей. Для получения нитепрошивных полотен используют машины «Малимо» и «Шуссполь» (Германия).

Наличие трёх систем нитей позволяет получать полотна, прошитые различными переплетениями и с разнообразными цветными рисунками (полосы, клетки, меланж). Применяются нити разных структур (кручёные, фасонные, текстурированные) различной линейной плотности и различных расцветок (окрашенные, меланжевые, мулинированные). Полотна, полученные с машин «Малимо», напоминают основовязанный трикотаж и используются для широкого круга изделий: блузки, платья, костюмы, пальто, куртки и т. д.

На машине «Шуссполь» вырабатывают нитепрошивные полотна, используя плюшевые переплетения, что позволяет получать ворсовые материалы.

Тканепрошивные (каркасопрошивные) материалы получают путём провязывания каркасной основы (ткани, нитепрошивные нетканые материалы, трикотаж) пряжей или химическими нитями. В процессе петлеобразования протяжки, образованные прошивной нитью, не затягиваются, а образуют петли, в результате чего лицевая сторона полотна имеет петельный ворс. Используются машины «Малиполь» (Германия), обеспечивающие одностороннее петлеобразование, или машины «Лирополь» (Германия) с двухсторонним петлеобразованием. Нетканые полотна, полученные без разворсовки и разрушения петель, применяют для изготовления махровых полотенец, простыней, купальных и пляжных халатов, а с разворсовкой – в качестве материалов для верхней одежды (искусственный мех). Разновидностью каркасопрошивных полотен являются полотна, полученные на машинах «Вольтекс» (Германия): каркасный материал провязывается волокнами холста, укладываемого на каркасный материал. В результате на изнаночной стороне располагаются волокнистые петли, а на лицевой стороне образуется сплошной волокнистый застил; этим способом получают прокладочные материалы для одежды и искусственный мех.

Иглопробивной способ основан на скреплении холста волокнами самого холста без применения прошивных нитей. Этого достигают при помощи специальных игл с зазубринами, закреплённых в доске, совершающей возвратно-поступательное движение по вертикали (рис. 2.64).

При движении доски вниз иглы прокалывают холст, зазубринами протаскивают волокна через холст, уплотняя и упрочняя его. В результате изменяется расположение волокон, их ориентация; в местах проколов образуются пучки волокон, с помощью которых происходит

связывание структурных элементов холста. Для увеличения прочности и уменьшения растяжимости нетканого материала иногда волокнистый слой дублируют с редкой тканью (с одной или двух сторон) и связывают их иглопробиванием. Иглопробивные полотна используют в качестве прокладочных, тепло- и звукоизоляционных материалов, при изготовлении полотенец, одеял, пледов и т. д.

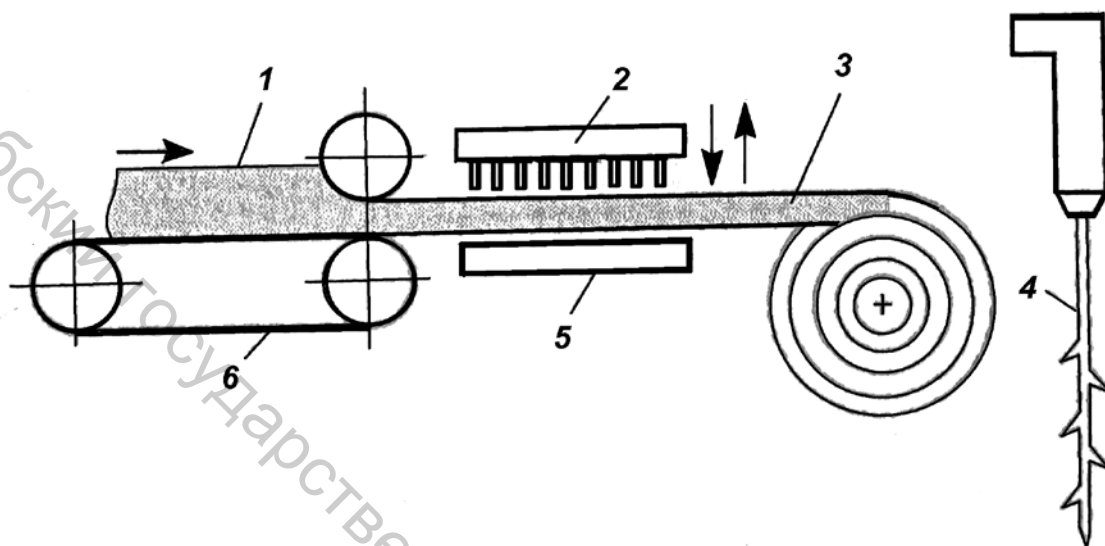


Рисунок 2.64 – Схема получения нетканого волокнистого материала способом иглопробивания: 1 – волокнистый холст; 2 – подвижная игольница; 3 – нетканый материал; 4 – игла; 5 – неподвижная плита; 6 – конвейер

Валяльно-войлочный способ основан на способности шерстяного волокна свойлачиваться при совместном действии влаги, тепла и механической нагрузки; обычно используется холст с проложенным внутри каркасом из системы нитей. Волокнистый холст должен содержать не менее 30 % шерсти. Материалы валяльного способа по внешнему виду напоминают сукно или драп, но более жёсткие. Способ не нашёл широкого применения, так как для изготовления материалов требуется дорогое сырьё – тонкие волокна шерсти, которые целесообразнее использовать для производства высококачественных тканей.

Физико-химическая технология получения нетканых материалов основана на скреплении волокон холста, системы нитей, комбинации холста с нитями, тканью и т. п. полимерными связующими, доля которых в полотне составляет 0,3 %. В качестве связующих веществ используют эмульсии и латексы; растворимые связующие; термопластичные волокна, обладающие низкой температурой плавления; термопластичные и термореактивные смолы в порошках.

Наиболее распространены латексы и эмульсии, полученные на основе бутадиенстирола, бутадиенакриланитрила, поливинилхлорида и т. д.

В качестве растворимых связующих используются растворы крахмала, поливинилового спирта, ксантогената целлюлозы и т. д.

Самым распространённым способом получения клеевых нетканых полотен является склеивание жидкими связующими. Он заключается в пропитывании основы (холста, системы нитей и т. д.), сушке и термообработке. При этом введение связующего в основу нетканого полотна может осуществляться различными способами: полным погружением основы в ванну с раствором с последующим отжимом; нанесением связующего в виде эмульсии; плюсованием раклея или роликами, при этом часто используют вспененное связующее, что повышает упругость и пористость волокна; нанесением связующего вещества в виде узоров (колец, ромбов и др.) печатными валиками или на тиснильной машине; пропитывание распыленным связующим над движущимся холстом с использованием вакуумного отсоса для более глубокого проникания его в структуру, при этом уменьшается количество склеек и полотно получается более мягким.

При сухом способе склеивания в качестве связующих веществ используются термопластичные, т. е. легкоплавкие волокна, плёнки, сетки, нити, порошки. Связующее вещество может вноситься разными методами: в состав волокнистого холста добавляется определённый процент легкоплавких волокон (капрон, анид и др.); между слоями прочесанных волокон прокладываются клеевые нити, плёнки, сетки из термопластичных материалов; через толщину волокнистого холста прокладывается клеевой термопластичный порошок. При последующей термообработке термопластичные вещества расплавляются и скрепляют волокнистый холст.

Выбор клеящего вещества и его концентрация определяются волокнистым составом и его назначением.

При фильрном способе нетканый материал получают путём укладки определённым образом мононитей, формируемых из растворов или расплавов полимера. При застывании мононити соединяются, образуя нетканый материал. Фильрный способ считается наиболее прогрессивным, т. к. при высокой производительности установок возможна выработка широкого ассортимента полотен.

При бумагоделательном способе полотно формируется на сетке бумагоделательной машины из суспензии волокон, содержащей связующее, с последующими обезвоживанием, сушкой и прессованием. Этот метод также весьма перспективный, т. к. позволяет использовать любое сырьё, короткие волокна (2–6 мм) и высокопроизводительное оборудование. В настоящее время метод широко используется для выработки полотен медицинского назначения (для белья, халатов, салфеток и т. п.).

Аутогезионный способ соединения основан на том, что скрепление волокон в холсте производится самими волокнами при их

переводе из высокоэластического в вязкотекучее состояние, при котором волокна плавятся. Плавление полимерного вещества волокна может быть осуществлено нагревом в термокамерах или воздействием электрического тока высокой частоты (ТВЧ). При использовании метода ТВЧ в состав волокнистого холста должны входить термопластичные волокна или волокна из полярных термопластичных полимеров.

При плавлении в местах контакта между однородными волокнами образуется аутогезионная связь, а между разнородными волокнами – адгезионная связь. Длина термопластичных волокон при нагревании, как правило, уменьшается. Наличие данного эффекта приводит к тому, что нетканое полотно уплотняется, а число связей между волокнами возрастает, что ведет к улучшению механических свойств нетканого материала.

Скрепление волокон или систем нитей в холсте может быть осуществлено путем их нагрева при прохождении через каландр, температура валков которого будет соответствовать температуре плавления волокон, находящихся в холсте или в системе нитей.

Свойства нетканых полотен, полученных аутогезионным способом, зависят от вида термопластичных волокон, их доли в общем числе волокон и степени равномерности распределения в холсте или нити.

Комбинированная технология получения нетканых полотен основана на сочетании механических и физико-химических способов скрепления. При пропитке иглопробивных материалов связующим повышается их упругость и стойкость к расслаиванию. Проклеивание связующим с изнаночной стороны тканепошивного полотна способствует закреплению ворса (тафтинговый метод). Электрофлокирование предусматривает нанесение в электростатическом поле волокон на основу, предварительно покрытую клеем.

2.5.2 Пороки нетканых полотен

Неравномерный по толщине холст – получают вследствие неравномерного укладывания ватки-прочеса на чесальной машине.

Закладка – утолщенная полоса поперек полотна, образующаяся вследствие накладывания концов волокнистых холстов друг на друга.

Сетка – участок полотна, образованный прошивными нитями, не покрытыми холстом вследствие прекращения подачи холста под провязывающий механизм.

Сбросы и полусбросы петель – нарушение процесса петлеобразования при провязывании холста, системы нитей или ткани, в результате которых образуются непровязанные участки.

Продольные полосы – разреженные или уплотненные столбики прошива.

Накидки – поперечные полосы на лицевой стороне полотна.

Забойны – уплотненные участки полотна.

Штопка – поднятые и закрепленные петли.

Набор петель – стянутые участки в полотне.

Затяжки – уменьшение размера провязывающих петель на отдельных участках полотна.

2.5.3 Основные характеристики строения нетканых полотен

Структура нетканых полотен характеризуется параметрами строения 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 ориентации в холсте, числом слоев прочесов. Степень распрямленности волокон характеризуется коэффициентом изогнутости C , который представляет собой отношение истинной длины L_B волокна к расстоянию «а» между точками скрепления волокна или его концами:

$$C = L_B / a. \quad (2.24)$$

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 являются число нитей по длине и ширине, а также общепринятые характеристики структуры ткани и трикотажа.

Существенное влияние на характер структуры нетканого полотна оказывает способ скрепления элементов его основы. При вязально-прошивном способе скрепления характеристики структуры прошивки аналогичны характеристикам структуры трикотажа. Это число петель по длине Pd и ширине $Пи$ полотна на условной длине 100 мм, длина нити в петле ln . Кроме них определяют длину прошивной нити L , мм, на 1 м² полотна:

$$L = 0,4 \cdot Pd \cdot Пи \cdot ln \quad (2.25)$$

и уработку $У$, %, нити:

$$У = 100(L_1 - L_2) / L, \quad (2.26)$$

где L_1 – длина нити, мм; L_2 – длина участка полотна, из которого вынута нить, мм.

Структура иглопробивного полотна характеризуется частотой проколов, приходящихся на 1 см².

Отличительная особенность клееных нетканых полотен, полученных по физико-химической технологии, состоит в наличии зон

скрепления (склеек) 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.

Структура клееных нетканых полотен характеризуется долей связующего в общей массе полотна и коэффициентом использования связующего $K_{св}$, который определяется как отношение массы $M_{скл}$ или объема $V_{скл}$ связующего в склейках к общей массе $M_{св}$ или объему $V_{св}$ связующего в полотне:

$$K_{св} = M_{скл} / M_{св} = V_{скл} / V_{св}. \quad (2.27)$$

2.6 ОТДЕЛКА

Ткани, трикотажные и нетканые полотна после снятия со станков и машин еще не готовы к использованию в швейном производстве, так как содержат различные примеси и загрязнения, имеют ворсистую поверхность, плохо смачиваются водой. Их называют суровыми, они непригодны для изготовления одежды и нуждаются в отделке.

Искусство украшения тканей возникло в глубокой древности. Человек очень рано ощутил потребность сделать свою одежду нарядной. Удивительного совершенства еще за много веков до нашей эры достигли в украшении шелковых тканей китайские мастера, которые применяли узорное ткачество. Вместе с тем в Китае получил распространение особый вид текстильного рисунка, в котором ткацкий узор сочетался с росписью кистью. Родоначальницей производства хлопчатобумажных набивных тканей исследователи считают Индию. В 1 веке до н. э. индийские набивные ткани были известны в Греции и Риме. Значительных успехов в искусстве набивки шелковых тканей достигла в 8 веке Япония. По выразительности рисунка, его тонкости и лаконичности японские ткани древних времен и средних веков поражают даже современного человека.

В Европе ткани с набивным рисунком появились в 13–14 веках. Наносили узор на ткань в то время деревянными формами-манерами. Первая печатная машина начала действовать в Англии в конце 18 века. В России с древних времен была распространена ручная набивка. Первая фабрика, изготавливающая набивные ткани, основана в Москве в 1875 г. Колористический рисунок, цвет ткани способны активно воздействовать на развитие той или иной модной тенденции в costume. Эстетическая ценность рисунка зависит от того, насколько он соответствует природе и фактуре текстильного материала и отвечает той функции ткани, которую она будет выполнять в изделии.

2.6.1 Отделка тканей

Отделка тканей – совокупность химических и физико-механических операций, в результате которых из суровой ткани получают готовую ткань, которая по структуре и внешнему виду соответствует своему назначению.

Цель каждой отделочной операции – придание ткани определённых свойств и максимальное сохранение полезных свойств волокон, из которых она выработана. Применяя разные отделочные операции, из одной и той же суровой ткани получают готовые ткани, различные по внешнему виду, свойствам и назначению. Технологическая проводка, или последовательность выполнения операций и их сущность, зависит от волокнистого состава и назначения ткани.

Полный цикл отделки тканей любого ассортимента состоит из четырёх самостоятельных, но взаимосвязанных этапов: предварительной отделки и беления, крашения, печатания и заключительной отделки (табл. 2.4). Иногда применяются специальные виды отделки: бактерицидные, противогнилостные, водоотталкивающие, флокирование, металлизация, тиснение и др. Некоторые операции в процессе отделки одной и той же ткани могут повторяться. Например, отпаривание и белие в процессе отделки льняных тканей, ворсование и стрижка – в процессе отделки суконных тканей. При проведении операций отделки очень важно соблюдать температурный режим и концентрацию применяемых растворов.

В последние годы в отделочном производстве идёт непрерывный процесс замены пищевых продуктов (крахмала, муки) в составе пропиток различными химическими веществами. Широко применяются текстильно-вспомогательные вещества (ТВВ) и среди них поверхностно-активные вещества (ПАВ): сульфирол, сукцинол, синтанол, синтаמיד и др., улучшающие смачивание волокон, равномерность распределения красителя на волокне и повышающие прочность окраски. Устанавливаются высокопроизводительные поточные линии: непрерывного беления тканей в жгуте, универсальные красильные, несминаемой и безусадочной отделки и др.

Совершенствование оборудования, установка поточных линий, использование высококачественных красителей и ТВВ, новых видов отделки повышает производительность труда, расширяет ассортимент и улучшает качество тканей.

Таблица 2.4 – Основные этапы и процессы отделки тканей

Виды тканей				
Хлопчато-бумажные	Льняные	Шерстяные	Ткани из натурального шелка	Ткани из химических волокон и нитей
I этап – Предварительная отделка и беление				
Опаливание Расшлихтовка Отваривание Беление Мерсеризация Ворсование	Опаливание Расшлихтовка Отваривание Беление	Опаливание Термофиксация Заваривание Промывка Мокрая дека-тировка Ворсование Валка Ратинирование	Опаливание Отваривание Беление	Опаливание Крепирование Заваривание Отваривание Термофиксация Беление
II этап – Крашение				
III этап – Печатание				
IV этап – Заключительная отделка				
Ширение Сушка Аппретирование Подворсовка Каландрирование Спиртовка	Аппретирование Ширение Сушка Каландрирование	Стрижка Ширение Сушка Прессование Подворсовка Заключительная декатировка Выравнивание по утку	Стрижка Оживление Утяжеление Аппретирование Ширение Сушка Каландрирование Мягчение Выравнивание по утку	Стрижка Аппретирование Ширение Сушка Термофиксация Стабилизация Декатировка Мягчение Каландрирование Выравнивание по утку

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА И БЕЛЕНИЕ ТКАНЕЙ

Целью предварительной отделки является подготовка тканей к крашению и печатанию. В процессе подготовки ткани освобождаются от естественных примесей и веществ, нанесённых на них в процессах прядения и ткачества (замазливателя, антистатика, шлихты, случайных загрязнений). Эти вещества портят внешний вид ткани и препятствуют прониканию красителя внутрь волокна. При подготовке тканям сообщаются смачиваемость, мягкость, белизна. Характер подготовки зависит от сырьевого состава, вида сопутствующих и загрязняющих веществ.

Для всех тканей подготовка начинается с приёма и разбраковки суровья, выявления и устранения различных дефектов ткачества.

Ткани одного артикула подбираются в партию по несколько кусков с учётом ёмкости оборудования. Подобранные куски тканей клеймят несмываемой краской и сшивают встык непрерывную лентой, которая проходит все операции отделки.

Опаливание – процесс удаления с поверхности суровой ткани выступающих кончиков волокон и узелков, которые портят её внешний вид, способствуют быстрому загрязнению и образованию дефектов при печатании. Поверхность ткани выравнивается, открывается ткацкий рисунок, облегчается взаимодействие химических реагентов с волокном. Для опаливания используют газовые (для лёгких тканей) и плитные (для плотных и тяжёлых тканей) опаливающие машины. В газоопаливающих машинах кончики волокон сжигаются пламенем газовой горелки. В плитных опаливающих машинах поверхности в виде плит, цилиндров, желобов нагреты до красного каления, кончики волокон сгорают при соприкосновении движущейся ткани с раскалённой поверхностью. Опаливают все хлопчатобумажные ткани, гребенные шерстяные, а также шелковые, выработанные с применением пряжи. После опаливания ткань поступает в паровой искрогаситель или в ванну с водой. Опаливают все ткани, кроме марли, полотенечных, ворсовых и подлежащих ворсованию.

Расшлихтовка – удаление шлихты путем замачивания материала в течение нескольких часов в теплой воде с добавлением кислот, щелочей, окислителей или ферментов. Расшлихтованная ткань становится мягче, лучше смачивается.

Отваривание – обработка тканей специальными растворами для удаления примесей, загрязнений, остатков шлихты.

Беление – обработка тканей растворами окислителей для обесцвечивания красящих пигментов хлопка и придания ткани устойчивой белизны. Беление может осуществляться классическим (прерывным) способом, включающим пропитывание, вылёживание, промывку, отжим, сушку, или более производительным непрерывным способом, в котором расшлихтовка, отваривание и беление проводится непрерывно в одной поточной линии. Различают химическое и оптическое беление.

Химическое беление заключается в разрушении красящих веществ окислителями. В качестве окислителей обычно применяют растворы гипохлорита натрия, гипохлорита кальция, перекиси водорода, хлорита натрия.

Ткани пропитывают растворами и выдерживают в течение 1–3 часов при температуре рабочего помещения или запаривают при температуре 85–90 °С в течение 1–2 часов.

Оптическое беление заключается в обработке тканей оптически отбеливающими веществами (ООВ). ООВ представляют собой соединения, аналогичные красителям и обладающие способностью флюоресценции. Эффект оптического беления основан на способности ООВ поглощать ультрафиолетовые лучи и преобразовывать их в излучение в видимой фиолетово-синей части спектра.

Наиболее эффективно комбинированное беление, при котором ткань отбеливают химическим реагентом, а затем оптическим отбеливателем. Эффект оптического беления устойчив к термической обработке, действию светопогоды, химической чистке и стирке.

Подготовку к крашению льняных тканей обычно проводят аналогично отделке хлопчатобумажных тканей, но более осторожно, повторяя операции несколько раз. Это связано с более интенсивной природной окраской льна и наличием в нём большого количества сопутствующих веществ: пектиновых, воскообразных, жировых и лигнина. Льняные ткани труднее поддаются отвариванию, белению и другим видам обработок. Необходимо также следить за тем, чтобы не разрушить технические волокна до элементарных, что ухудшает свойства тканей.

В процессе отваривания и беления из тканей удаляются клеящие вещества, и они становятся менее плотными, теряют в массе 25–30 %. Вследствие этого льняные ткани изготавливают не из суровой пряжи, а из отваренной и частично отбеленной. Пряжа становится более мягкой, эластичной, меньше обрывается в процессе ткачества.

Различают ткань отбеленную на 1/4, на 1/2 (полубелая), на 3/4 и белую (для которой предварительно дважды отбеливают пряжу и дважды готовую ткань).

Кроме сурово-вареных и белых выпускают кислованные льняные ткани. Для этого суровую пряжу обрабатывают слабым раствором серной кислоты. При этом удаляется больше примесей, чем при отваривании. Поэтому кислованные ткани имеют светло-серый цвет и они более мягкие, чем при отваривании. Сурово-вареными и кислованными выпускают полотна гладкие и с набивным рисунком. Эту пряжу используют также в сочетании с полубелой или цветной для выработки скатертей и декоративных изделий.

Беление шерстяных тканей и тканей из натурального шелка проводят редко и чаще всего перекисью водорода. Ткани из химических волокон и нитей иногда отбеливают гипохлоридом или оптическими отбеливателями для усиления белизны.

Мерсеризация – обработка натянутой х/б ткани 25%-ным раствором едкого натра при температуре 15–20 °С в течение 30–50 с с последующей промывкой горячей и холодной водой. После мерсеризации ткань становится шелковистой, блестящей, повышается ее прочность, улучшается способность к окрашиванию.

Ворсование – процесс создания на ткани ворсовой поверхности для увеличения её мягкости и теплозащитных свойств.

Процесс осуществляется на ворсовательной машине. При движении ткани вокруг барабана ворсовательной машины на неё действуют иглы ворсовательных валиков, извлекающих концы волокон из нитей, и иглы противоворсовательных валиков, расчёсывающих и приглаживающих

ворс в направлении, противоположном направлению движения ткани. Ткань пропускают через ворсовальную машину 4–16 раз в зависимости от того, какую густоту ворса надо получить.

Ворсованию подвергают шерстяные суконные (сукна, драпы, пальтовые) и хлопчатобумажные (фланель, бумазея, байка, сукно, вельветон, замша) ткани.

Заваривание – обработка расправленной шерстяной камвольной ткани кипящей водой для снятия внутренних напряжений в волокнах.

Термофиксация – кратковременная обработка тканей, содержащих синтетические (капрон, лавсан, нитрон), а также триацетатные волокна при температуре 110–120 °С для стабилизации структуры термопластичных волокон и предупреждения их усадки в последующих отделочных операциях и при использовании готовой ткани.

Промывка – очистка тканей от различных примесей и загрязнений с помощью водного раствора, содержащего поверхностно-активные вещества (ПАВ) и соду.

Валка – образование на поверхности ткани войлокообразного застила на валяльных машинах. Валке подвергают шерстяные суконные и некоторые камвольные ткани.

Карбонизация – обработка шерстяных тканей 4–6%-ным раствором серной кислоты для удаления растительных примесей (репья и др.), которые обугливаются и удаляются при промывке.

Мокрая декатировка – обработка тканей горячей водой или паром. Расправленную ткань наматывают на дырчатый пустотелый цилиндр (декатир), помещённый в центре ванны. В течение 5–10 мин через ткань из цилиндра пропускают пар, затем из ванны через ткань в течение 20–30 мин прокачивают горячую воду и в течение 10 мин – холодную. Такой обработке подвергаются гребенные костюмные ткани (трико, шевиот и др.) и почти все тонкосуконные ткани. При этом ткани становятся более плотными, упругими, лучше окрашиваются. По условиям и назначению процесс близок к завариванию.

Ратинирование – укладывание ворса на лицевой поверхности фигурно (в виде шариков, полос, ёлочки и т. д.). Ратинирование осуществляют на ратинир-машине, основными рабочими частями которой являются неподвижная нижняя и подвижная верхняя упругие плиты. Эффект ратинирования зависит от качества шерсти, высоты ворса, скорости движения ткани и плиты, характера движения плиты, величины её давления на ткань.

Крепирование проводят только для креповых тканей из искусственных нитей. Ткань проходит между горячим (80–85 °С) металлическим валом, на котором выгравирован определённый рельефный рисунок, и упругим валом из плотно спрессованной хлопчатобумажной ткани. После тиснения ткань приобретает

рельефный рисунок, который при последующем отваривании образует креповый эффект с определённой и чёткой формой зерна.

КРАШЕНИЕ ТКАНЕЙ

Крашение – процесс нанесения красителя на ткань, в результате которого ткань приобретает однородную окраску, устойчивую к различным внешним воздействиям. Ткани, прошедшие процесс крашения, называются гладкокрашеными.

Крашение условно рассматривается как процесс, состоящий из четырёх стадий:

- диффузия красителя в красильном растворе к поверхности волокна;
- сорбция красителя наружной поверхностью волокна;
- диффузия красителя из поверхностного слоя внутрь волокна;
- закрепление, или фиксация, красителя в волокне.

Все эти стадии процесса крашения протекают одновременно, но с различными скоростями, зависящими от структуры материала, вида волокна, диффузионной способности красителя, добавок электролита, температуры красильной ванны и др.

Красители бывают натуральные (преимущественно растительного происхождения) и синтетические (полученные из продуктов переработки каменного угля и нефти). Основная масса тканей окрашивается синтетическими красителями, представляющими собой сложные соединения ароматического ряда. Красители выпускаются в виде тонкоизмельчённых порошков, паст и концентрированных растворов.

Ассортимент красителей чрезвычайно разнообразен:

- растворимые в воде красители: прямые, кислотные, активные, катионные;
- нерастворимые в воде красители: кубовые, сернистые, дисперсные;
- образующиеся на волокне: азоидные, чёрный анилин.

Характеристика красителей представлена в таблице 2.5.

Цвет, яркость, устойчивость красителя к различным воздействиям (света, влаги, трения, нагревания, растворителей и др.) зависят от химического состава красителей и строения их молекул, а также от предварительной или последующей обработки вспомогательными веществами – протравами, закрепителями и т. д.

Крашение тканей может осуществляться волокном, в ленте (топсе), пряжей или полотном. Ткани, окрашенные волокном или пряжей, имеют равномерную по всей толщине окраску, что особенно важно для тканей повышенной толщины (пальтовых тканей, драпов, сукон).

Таблица 2.5 – Характеристика красителей

Наименование красителей	Сырьевой состав текстильных материалов	Характеристика красителей
1	2	3
Прямые	Целлюлозные (хлопок, лен, вискозные), белковые (шерсть, натуральный шелк), полиамидные волокна	Имеют широкую гамму цветов, но прочность окраски к мокрым обработкам и свету невысокая. Из-за низкой стоимости они весьма распространены
Кислотные	Белковые, полиамидные волокна	Обеспечивают удовлетворительную прочность окраски к мокрым обработкам и свету. Окраска глубокая и более прочная
Кислотно-протравные	Белковые волокна	Окраска глубокая и более прочная
Металло-содержащие	Белковые, в основном шерстяные волокна, полиамидные волокна	Прочность окраски к мокрым обработкам, свету и погоде высокая
Активные	Целлюлозные, белковые, полиамидные волокна	Прочность окраски к мокрым обработкам, трению, свету высокая. Окраска чистая, яркая.
Катионные	Полиакрилонитрильные волокна	Дают яркую и прочную окраску
Кубовые	Целлюлозные, белковые, полиамидные волокна	Дают чистую и яркую окраску высокой прочности, почти всей гаммы цветов.
Сернистые	Целлюлозные волокна	Имеют широкую гамму цветов, кроме красных. Прочность окраски удовлетворительная
Оксиазокрасители	Преимущественно целлюлозные, но и белковые волокна	Дают разную яркую и прочную окраску
Черный анилин	Целлюлозные волокна	Окраска насыщенная, имеет высокую прочность
Дисперсные	Ацетатные и синтетические волокна	Имеют высокую прочность окраски к мокрым обработкам, но низкую – к действию света

Выбор вида красителя и способа крашения зависит от волокнистого состава ткани, свойств красителя и требований, предъявляемых к окраске ткани. Например, подкладочные ткани необходимо окрашивать красителями, устойчивыми к трению и действию пота. Ткани для верхней одежды окрашиваются красителями, стойкими к действию света, влаги, сухому и мокрому трению.

Крашение может производиться путём прохождения через раствор красителя расправленного натянутого полотна или ткани в жгуте. Широко применяются аппараты непрерывного действия.

Красителей, которые могли бы окрашивать все виды волокон, не существует. Для красителей, окрашивающих несколько видов волокон,

для каждого волокна требуются разные условия обработки, часто несовместимые. Один и тот же краситель на разных волокнах даёт различные оттенки окраски. Поэтому для смешанных тканей часто используют предварительно окрашенные волокна. Кроме того используют различные красители. Так, для крашения тканей из смеси лавсана с шерстью можно использовать дисперсные и металлосодержающие красители, для тканей из смеси лавсана с хлопком – дисперсные и кубовые или активные красители, для тканей из смеси шерсти и нитрона – катионные и металлосодержающие красители.

Получил распространение одностадийный способ беления и крашения целлюлозных тканей; в нём совмещены процессы беления (перекисью водорода) и крашения (кубозолями, прямыми светопрочными и активными красителями). Ткани характеризуются яркостью окрасок и чистотой оттенков, имеют меньше пороков (заломов, полос и т.п.); увеличивается прочность окраски к мокрым обработкам и трению.

Крашение иногда совмещают с отвариванием и мерсеризацией.

ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ

Печатание – нанесение и закрепление красителя на отдельных участках материала. При печатании используются те же красители, что и при гладком крашении (кубовые, нерастворимые азокрасители, активные, пигментные и др.), но более густой, вязкой консистенции. В состав печатных красок входят также растворители (вода, спирт и др.), восстановители (гидросульфит, сернистый натрий и др.), окислители (хромпик, хлорноватокислый натрий и др.), загустители (крахмал маисовый или пшеничный, декстрин и др.).

Различают четыре вида печати: прямую, накладную, вытравную и резервную.

Прямая печать – краску наносят непосредственно на материал. В зависимости от площади, занимаемой рисунком, различают ткани: белоземельные, в которых цветной рисунок занимает 30–40 % площади ткани, полугрунтовые – 40–60 % площади и грунтовые – более 60 % площади ткани.

Различают прямую печать растровую, трёхцветную и полутоновую (под акварель).

При растровой печати рисунок наносят системой точек или штриховых полос разной величины; получаются рисунки с плавными переходами тонов.

Рисунок трёхцветной печати получают за счёт взаимного наложения красок трёх цветов, гармонически сочетающихся между собой.

При полутоновой печати (под акварель) рисунок печатают по увлажнённой ткани, при этом получают рисунок с размытыми краями, напоминающий акварельный.

Накладная печать – краску наносят на предварительно окрашенную в светлые тона ткань.

Вытравная печать – печатание по предварительно окрашенной ткани вытравкой (окислителями, восстановителями и др.), обесцвечивающей краситель. При последующей обработке ткани горячим паром краситель разрушается и возникают белые рисунки на окрашенной ткани. Иногда одновременно с вытравкой на ткань накладывают краситель иного состава, в результате получают цветные рисунки.

Резервная печать – печатание по белой ткани резервом (воск, стеарин, соли, восстановители и др.) с последующим крашением раствором красителя. Резервированные участки не окрашиваются, и после снятия резерва возникают белые рисунки на окрашенной ткани.

При любом способе печатания для закрепления красителя ткань обрабатывают горячим паром в зрельниках или запарных аппаратах для закрепления красителя на ткани.

Различают однофазную и двухфазную печать. При однофазном способе печатания краситель и все необходимые для его проявления и фиксации компоненты находятся в печатной краске с момента её приготовления. При двухфазном способе печатания на ткань сначала наносят печатную краску, содержащую только краситель, а вещества, необходимые для его проявления, наносят непосредственно перед обработкой ткани в паровом зрельнике. При двухфазном способе печати краситель проявляется сильнее, яркость окраски увеличивается на 20–35 %, окраска получается более сочная и чистая.

Ткани печатают различными способами.

Ручной способ набивки наиболее простой, но и наиболее дорогостоящий, осуществляется при помощи набивной формы (деревянной пластины из плотных и вязких пород дерева), на нижней стороне которой вырезан рисунок или часть рисунка, который наносится одной краской. Для многоцветного рисунка требуется столько форм, сколько красок в данном рисунке. Для набивки ткань расстилают на специальных столах, поверхность которых покрыта сукном для упругости. На печатную форму краску наносят при помощи рамки с сукном, на котором растёрта краска. Для этого форму прижимают к сукну рамки, а затем переносят на ткань. Рисунки получаются яркие, с чёткими контурами. В настоящее время этот метод используется редко: для набивки платков, косынок и др. изделий.

Машинное печатание – наиболее распространённый способ печати, осуществляется на цилиндрических печатных машинах; он применяется для получения одноцветных и многоцветных рисунков на ткани. Основным печатающим органом машины является печатный вал – пустотелый толстостенный цилиндр из меди или стали, покрытой слоем меди необходимой толщины. На поверхности печатного вала

углублениями выгравированы рисунки. Специальной круглой щёткой загущенный краситель из ванны подаётся на печатный вал. Острая металлическая пластинка (ракля) счищает краситель с гладких частей вала, оставляя его в углублениях. Барабан – пресс, покрытый сукном и чехлом, прижимает ткань к печатному валу. Различают одновальные и многовальные печатные машины, имеющие до 16 валов.

Машинное печатание широко используется для нанесения рисунков на хлопчатобумажные, шёлковые и др. ткани.

При аэрографном способе печатания на ткань, закреплённую на столе, кладут шаблоны (трафареты) с вырезанными узорами и через них наносят краситель путём распыления при помощи аэрографа (пульверизатора). Изменяя расстояние аэрографа от ткани и продолжительность распыления, получают окраску нужной интенсивности, с постепенным переходом тонов. Аэрографией получают высокохудожественные рисунки с постепенным переливом красок от тёмных тонов до светлых, с наложением разных цветов. Производительность способа низкая, его используют для искусственного меха и штучных шёлковых изделий.

Фотофильмпечатъ – печатание рисунков с использованием сетчатых шаблонов. Рисунки наносят на ткань путём протирания краски через сетчатые шаблоны. Шаблоны представляют раму, на которую натянута капроновая или медная сетка. Поверхность сетки покрывают плёнкой (лаком), оставляя свободные участки в виде определённого рисунка. Ткань расстилают, а сверху накладывают сетчатый шаблон. Внутри шаблона наливают печатную краску и валиком протирают её через сетку. Краска переходит на ткань только на открытых участках. Для получения многоцветного рисунка число шаблонов должно соответствовать количеству цветов в рисунке. Этим способом получают рисунки, различные по размеру, сложности и колористическому оформлению. Способ фотофильмпечатъ широко используется для нанесения рисунков на шёлковые ткани, имеющие мягкую подвижную структуру.

Ротационная печать цилиндрическими сетчатыми шаблонами производится на машинах, имеющих центральный пресс-вал, вокруг которого располагаются 8–12 цилиндрических шаблонов, с автоматической подачей краски внутрь их. Ткань протягивается между пресс-валом и цилиндрами. Каждый из них наносит рисунок определённым цветом. Таким образом обеспечивается печать высокого качества и позволяющая быстро реагировать на изменение моды. Применяется печатание тканей на машинах с помощью микроперфорационных цилиндров, заменяющих сетчатые шаблоны.

Способ термопечати или «сублистатик» – это перенос узора с бумаги на волокно при кратковременном термоконтакте. Сначала рисунок наносят на бумагу. Для переноса рисунка на ткань используют

эффект сублимации: краситель при температуре 150–220 °С переходит из твёрдого состояния в газообразное. При этом вначале происходит адсорбция молекул красителя на поверхности, а затем диффузия их внутрь волокон и взаимодействие с активными центрами волокон.

Способ декалькомани применяется для печатания рисунков на текстильных материалах из натуральных волокон. На бумагу с печатным рисунком наносится пленка эластомера. После обработки в воде печатный рисунок переносится на пленку, а бумагу удаляют. Пленку с рисунком накладывают на ткань и подвергают горячему прессованию. Под действием тепла и давления печатная краска соединяется с тканью, а пленка отделяется от нее.

Полихроматическое крашение позволяет получать многоцветные эффекты, имитирующие печатные рисунки. Красильные растворы или дисперсии разных цветов наносят на расправленную движущуюся ткань отдельными струями. Образование рисунка на ткани при полихроматическом крашении основано на ограничении насыщения жидкостью волокнистого материала, то есть, впитав красильный раствор, участки ткани не сорбируют новый краситель. Вид рисунка зависит от способа нанесения красильного раствора, его вязкости, соотношения движения струи красителя и ткани. Многоцветный эффект (горошки, штрихи, полосы, рисунки типа кружев) может быть получен на тканях из различных волокон красителями разных классов.

В последние годы получили распространения модные эффекты печати, повышающие качество тканей и расширяющие их ассортимент.

Рельефная печать – объёмный выпуклый узор образуется в процессе сушки тканей с печатными узорами при температуре 130–150 °С в течение 1,5–5 мин. Для печатания используют цилиндрические печатные валы, имеющие глубину гравюры 0,25–0,3 мм. Для печати используют специальные одно-, двух- и трёхкомпонентные составы.

Перламутровая печать сообщает ткани переливающийся эффект за счёт использования пигментов, содержащих диоксид титана и слюду.

Печать бронзовым и алюминиевым порошком имитирует металлическую нить (люрекс).

Эффект печати под серебро (глитторэффект) получают в результате использования блестящей полиэфирной плёнки с размером частиц более 1,4 мкм.

Колористический рисунок текстильных материалов характеризуется типом орнамента, композицией, мотивом, раппортом, ритмом, колоритом, стилизацией. Усиление значимости художественно-колористического оформления текстильных материалов и его влияния на уровень качества и спрос потребителей обуславливает необходимость более детального рассмотрения элементов рисунка.

Орнаментом называется узор, состоящий из ритмически упорядоченных элементов. Основными классификационными

признаками орнамента являются содержание и назначение. С учетом этого все орнаментальные формы объединены в несколько групп,

Технический орнамент – представляет рисунок простейших клеток в ткани типа полотняного переплетения, или спиралеобразные витки, получаемые при плетении веревок.

Символический орнамент – изображение животных, людей, орудий труда с разной степенью условности или в виде системы знаков-символов.

Геометрический орнамент – отражает любую геометрическую реально существующую форму. В нем всегда делается акцент на строгом чередовании ритмических элементов и их цветовых сочетаний. Закономерности в ритмической организации орнаментальных форм геометрического порядка способны вызвать в представлении человека сложные опосредованные ассоциации, связанные с определенными жизненными процессами, явлениями. Именно поэтому геометрический орнамент продолжает сохранять свои эстетические функции.

Растительный орнамент – самый распространенный после геометрического. Растительный орнамент имеет наибольшие возможности в разнообразии используемых мотивов, приемов исполнения. В одних случаях мотивы на тканях передаются реалистично, объемно, в других – более стилизованно, в условной плоскостной форме.

Каллиграфический орнамент составляется из отдельных букв, или элементов текста, выразительных по своему пластическому рисунку и ритму.

Фантастический орнамент включает выдуманные изображения чаще символического и мифологического содержания.

Астральный орнамент включает в качестве основных элементов изображение неба, солнца, облаков, звезд.

Пейзажный орнамент содержит элементы пейзажа, уголка природного растительного мира.

Животный орнамент включает как реалистические, так и более условные, стилизованные изображения птиц, зверей.

Предметный орнамент состоит из предметов быта (велосипеды, колеса, игрушки), применяемых чаще для оформления материалов для детской одежды.

Композиция рисунка – это орнаментальная структура построения художественного образа. К выразительным средствам орнаментальной композиции относятся: точка, пятно, линия, цвет, фактура.

Раппортом называется минимальная площадь повторяющегося рисунка.

Мотив – это часть орнамента, главный его элемент, он может быть простой и сложный.

Ритм рисунка – закономерное чередование и повторение соизмеримых и чувственно осязаемых элементов. Для рисунка характерны композиционные связи – пропорциональные соотношения элементов по размерам и интервалам.

Стилизация рисунка – видоизменение и переработка природного мотива при наибольшем художественном обобщении с целью выявления условных декоративных его качеств.

Колорит – общий (суммарный) преобладающий цвет орнаментальной композиции.

Колористический рисунок делят на композиции с замкнутой структурой (штучные изделия) и композиции с открытой структурой (ткани), а также делят на статические и динамические.

Статические раппортные рисунки широко используются в оформлении текстильных материалов, повседневных платьев, декоративных материалов. Они отражают состояние покоя, равновесия, которое лучше реализуется с помощью правильных симметричных геометрических мотивов.

Главным признаком динамической организации мотивов в рисунке является принцип неодинаковости, контраста и противопоставления различных характеристик. По сравнению со статическими они более разнообразны по композиционному решению

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА

После беления, крашения и печатания ткани вытянуты по основе (до 60 %), ширина их уменьшена (на 20 %) и неравномерна, поверхность покрыта складками и морщинами, матовая, на ощупь излишне мягкая, вялая. Заключительная отделка проводится для устранения перечисленных недостатков. Она состоит из ряда механических и физико-химических процессов, задачей которых является получение на тканях завершённого товарного вида, улучшение некоторых свойств, а также придание им специфических свойств. В зависимости от волокнистого состава, вида и назначения тканей заключительные отделочные операции и их последовательность различны.

Аппретирование – нанесение на ткань аппрета. В зависимости от вида аппрета тканям можно придать повышенную жесткость, плотность, гладкость и другие свойства. Используются аппреты на основе крахмала (временный эффект), а также малосмываемые аппреты на основе термопластических и термореактивных смол, поливинилового спирта и др., дающие устойчивый эффект.

Количество аппрета на ткани зависит от вида волокна и назначения ткани и может достигать от 1 до 10 % от массы ткани. Аппретированные ткани имеют повышенную гладкость поверхности, меньше загрязняются, легче отстирываются, более устойчивы к истиранию и действию света. Однако аппрет на основе крахмала

придает кратковременный эффект, легко удаляется при стирках. Поэтому для отделки применяются малосмываемые аппрететы. Хлопчатобумажные ткани подвергаются обработке мало смываемыми аппрететами на основе термопластичных, термореактивных полимеров.

Малосмываемые аппрететы на основе термопластичных полимеров (МАПС) получают обработкой тканей водными дисперсиями или поливинилацетатной, полиэтиленовой эмульсиями с последующим высушиванием и термообработкой. В результате на поверхности волокна образуется сложная водонерастворимая пленка. Ткани приобретают наполненность, эластичность, повышается несминаемость, устойчивость к истиранию.

Аппрететы на основе термореактивных полимеров (МАРС) придают тканям те же свойства и повышенную устойчивость к стиркам благодаря химическому взаимодействию полимера с целлюлозой. Малосмываемый аппрет (М.А.) на основе поливинилового спирта, полиакриламида способствует образованию на поверхности волокна полимерной пленки вследствие коагуляции при высушивании без термообработки. Эффект аппретирования менее стоек к истиранию и стиркам.

К наиболее распространенным видам заключительных отделок хлопчатобумажных тканей относятся фуляровая, муслиновая, жесткая, лощеная.

Фуляровую отделку применяют для набивных и гладкоокрашенных тканей полотняного переплетения. При этом ткань слегка аппретируют (1–3 %), затем пропускают лицевой стороной по горячему валу. В результате получается мягкая ткань с блестящей поверхностью.

Муслиновую отделку применяют для набивных и гладкоокрашенных платьевых тканей полотняного переплетения темных расцветок. Ткань аппретируют с малой концентрацией клеящего вещества. Каландрируют на наборных валиках. Отделка придает тканям мягкость и матовость.

Жесткой отделке подвергается ситец и бельевые ткани. Их обрабатывают аппретом с большим содержанием крахмала (5–6 %). Прокатывают ткани на отделочном каландре между наборными валами. Отделка придает тканям упругость, жесткость и матовую поверхность.

Лощеная (глянцевая) отделка применяется для хлопковых и льняных бельевых, декоративных тканей. Ткани обрабатывают аппретом с высокой концентрацией крахмала (до 10 %), и веществ, способствующих получению блеска (парафин), затем высушивают и пропускают через фрикционный каландр лицевой стороной к горячему металлическому валу. В результате формируется ткань жесткая и блестящая.

Аппретируют легкие камвольные ткани для придания им плотности, наполненности и уменьшения блеска.

Ткани из искусственных нитей подвергают аппретированию для придания мягкости, шелковистости. С этой целью в составе аппретов используют не клеящие, а смягчающие вещества (олеиновые и другие масла).

Ширение – процесс придания тканям стандартной ширины и устранения перекосов; производится на цепных ширильных машинах. При этом происходит выпрямление уточных нитей, восстановление структуры ткани. Перед ширением ткань увлажняют для придания ей необходимой гибкости и мягкости.

Спиртовка (лёгкое отбеливание) – обработка тканей слабым раствором гипохлорита натрия в комбинации с подсиниванием (ультрамарин) для устранения желтизны и усиления белизны белых участков. Иногда используют оптические отбеливающие вещества. Спиртовка применяется для белоземельных тканей и тканей с вытравным рисунком.

Подворсовка – повторная обработка тканей с начесным ворсом на ворсовальных машинах с целью поднятия ворса.

Стрижка тканей проводится для удаления торчащих волокон и узелков с целью очистки поверхности и лучшего выявления рисунка переплетения. Суконные ткани стригут для выравнивания ворса по высоте. Стрижку осуществляют на стригальных машинах с лицевой и изнаночной сторон.

Каландрирование – это процесс разглаживания ткани и придания им матового или глянцевого блеска. Каландрированию подвергают все ткани, за исключением тканей из крученой и фасонной пряжи, с рельефной поверхностью, ворсовых, с мягкой отделкой.

Используя металлические каландры с рельефными поверхностями, можно получать на поверхности ткани эффекты тиснения, мятости, жатости. Для получения устойчивого эффекта ткани предварительно пропитывают метазином или другими веществами.

Утяжеление – обработка тканей минеральными (солями железа, олова, цинка) или органическими (дубящими веществами и солями тяжёлых металлов) соединениями и синтетическими смолами. Утяжеление придаёт тканям повышенную плотность, массивность, драпируемость. Но утяжеление более чем на 40 % снижает прочность тканей.

Оживление – обработка тканей слабыми растворами органических кислот (уксусной, муравьиной, молочной) при температуре 30 °С в течение 20–30 с, после которой ткани приобретают характерное туше – скрип или хруст. Эту операцию проводят после отварки ткани, если она выпускается неокрашенной, или после крашения. В результате ткань приобретает более сочную окраску.

Выравнивание по утку применяют для лёгких платьевых тканей, имеющих небольшую плотность; для этой операции используется точно-расправительная машина: ткани наматывают на ролик и выдерживают определённое время для закрепления структуры.

Прессование тканей (шерстяных суконных) применяется для уплотнения, выравнивания ткани по толщине и придания им блеска. Ткани прессуют на цилиндрических и гидравлических прессах.

Заключительная декатировка – обработка ткани горячим паром с последующим высушиванием. Ткань свободно наматывается на декатир – полый дырчатый цилиндр, внутрь цилиндра в течение 5–10 мин. подаётся горячий пар, затем с помощью вакуум-насоса пар отсасывается из ткани и ткань охлаждается. В результате декатировки снимаются внутренние напряжения в волокнах, уменьшается усадка ткани, удаляется излишний блеск.

Мягчение – креповые ткани обрабатывают влажным паром для усиления крепового эффекта.

Ткани из искусственных нитей сушат на каландрах с сукном или сушильно-ширильной машине при минимальном натяжении по основе, что уменьшает усадочность ткани.

Ткани из ацетатных и синтетических волокон сильно электризуются, поэтому их подвергают антистатической отделке. Используются препараты ПАВ, эпамин-6, стеарокс-6, которые образуют на поверхности волокон гидрофильную плёнку, устойчивую к действию воды и растворителей и повышающую электропроводность волокон.

Ткани из синтетических волокон проходят повторную стабилизацию (термофиксацию) путём термической обработки в натянутом состоянии. Обработка производится или паром при температуре 120–140°C в течение 20–30 мин, или воздухом при температуре 150–180°C в течение 1–5 мин. При этом устраняются внутренние напряжения в волокнах, вследствие чего они приобретают равновесное стабильное состояние.

Для повышения износостойкости подкладочных тканей применяется пропитывание их вспененной полиэтиленовой эмульсией, которая устойчива к стирке, но смывается хлорированными углеводородами при химической чистке. Устойчивый к стирке аппрет на основе полиакриламида придаёт наполненность ворса шёлковым тканям и искусственному меху.

Используются также отделки, придающие тканям некоторые внешние эффекты.

Эффект «лаке» (лощение) создают на тканях из термопластичных волокон (триацетатных, капроновых). Ткани обрабатывают метазином и пропускают через каландр, металлический вал которого нагрет до температуры размягчения волокна. При соприкосновении с валом выходящие на поверхность ткани нити расплющиваются, и поверхность

приобретает повышенную гладкость и глянцевый блеск. Эффект «лаке» часто применяется для выработки курточных и плащевых тканей. Полученный эффект недостаточно стоек, в процессе эксплуатации изделий под действием трения и влажно-тепловых обработок он постепенно исчезает.

Травление (вытравку) используют для получения ажурных узоров на тканях из нитей вторичной крутки, разных по природе (нитей натурального шёлка и вискозных; вискозных и капроновых). На ткань при помощи сетчатого шаблона наносят загущенный раствор кислоты или хлористого аммония. После высушивания при нагревании вискозное волокно разрушается, высыпается из ткани и образуются ажурные узоры. Таким методом вырабатывают ажурные блузочные ткани или велюр-бархат.

Эффект «гофре» получают на капроновой ткани путём нанесения загущенного фенола печатным валом на тканепечатной машине. В местах нанесения фенола волокна набухают, усаживаются и стягивают необработанные участки ткани. Ткань промывают и для сохранения эффекта «гофре» высушивают без натяжения.

Эффект «клоке» – выпуклый, рельефный рисунок на тканях, выработанных из нитей с различной усадкой (вискозных и капроновых, ацетатных и капроновых). При влажно-тепловой обработке искусственные нити дают усадку, стягивают безусадочные нити, которые образуют вздутия на поверхности ткани. Эффект получают обычно на шёлковых тканях жаккардовых переплетений (однослойных и двухслойных) платьевого и платьево-костюмного назначения.

Тиснение тканей – получение рельефного рисунка с помощью тиснильного каландра (аналогично с тиснением хлопчатобумажных тканей). Этой обработке подвергаются главным образом ткани из химических волокон. Ворсовые ткани подвергают тиснению для получения эффекта, имитирующего натуральный мех (каракуля и т. д.).

Термоотделка тканей – получение узорчатой структуры ткани воздействием повышенной температуры на волокна различной термостабильности. Так, если в капроновую ткань ввести в направлении основы нити хлорина и подвергнуть её нагреванию при температуре 85 °С в течение 30 мин, то капроновые нити остаются стабильными, а хлориновые усаживаются на 55–60 %, стягивая свободно лежащие капроновые нити в петли различной высоты, ткань при этом получает петельчатую структуру.

Если в капроновую ткань ввести в направлении утка хлориновые нити в виде поперечных полос и нагреть её до 70–80 °С, то усевшие хлориновые нити соберут капроновую ткань в пышные буфы.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ОТДЕЛКИ

Помимо обязательных операций при заключительной отделке применяют специальные виды отделки. Например, для повышения

несминаемости, формоустойчивости, уменьшения усадочности ткани обрабатывают химическими веществами (карбамол, этанол-ДС и др.).

Водоотталкивающая отделка заключается в покрытии ткани гидрофобными эмульсиями (силиконы, хромалан и др.), в результате чего улучшаются водоотталкивающие свойства при сохранении паро- и воздухопроницаемости; применяется для отделки плащевых и зонтичных тканей различного волокнистого состава, а также шерстяных костюмных и пальтовых тканей.

Водонепроницаемая отделка – изнаночная сторона ткани покрывается плёнками из резиновой смеси или на базе синтетических смол и применяется для отделки плащевых, палаточных тканей (прорезиненные и капроновые ткани типа болоньи).

Грязеотталкивающая отделка – это обработка препаратами, обладающими одновременно водоупорностью и маслостойкостью (обычно на основе фторорганических соединений); такой отделке подвергают ткани одёжные, декоративные, обивочные и специального назначения.

Противогнилотная отделка – обработка ткани антисептическими веществами (солями хрома, меди, ртути, свинца, соединениями меди, органическими соединениями – производными фенола, селициловой кислоты, серы); используются для обработки хлопчатобумажных и льняных палаточных тканей.

Противомолева отделка – пропитка ткани растворами фтористых солей, хлорированных ароматических сульфокислот и др; применяется для шерстяных тканей.

Металлизация – нанесение металлизированного слоя путём распыления металлической краски, состоящей из металлических частиц (серебра, латуни, алюминия и др.), плёнкообразующего вещества и растворителя или путём осаждения в вакууме. Применяется для декоративных тканей и тканей специального назначения (например, радиотехнических).

Флокирование (набивка ворсом) – придание ткани внешнего эффекта или имитация других материалов (замши, меха). Ворс (короткие волокна) на поверхность ткани наносят механическим, аэрографическим или электростатическим способом, закрепляют ворс приклеиванием синтетическими смолами.

Огнеупорная отделка – пропитка тканей растворами аммониевых и фосфорнокислых солей магния и кремния, способных при нагревании выделять газы, препятствующие распространению пламени; применяют для тканей специального назначения (спецодежды, театральных занавесей, для обивок салонов самолётов, пароходов и т. п).

2.6.2 Отделка трикотажных полотен

В зависимости от вида и назначения трикотажного полотна оно подвергается и соответствующей отделке, т. е. комплексу мокрых и

сухих обработок, преследующих цель придать полотну лучшую окраску, товарный вид и улучшить его свойства (формоустойчивость, несминаемость и т. д.)

Перед отделочными операциями полотно при необходимости подвергают штопке. Штопка необходима для устранения таких пороков, как спущенные петли, дыры, получающиеся при вязании трикотажного полотна. Спущенные петли поднимают трикотажной язычковой иглой или пазовыми пневмоиглами и закрепляют нитками. Большие дыры штопают обычной швейной иглой.

Последовательность и виды применяемых отделочных операций зависят от назначения, волокнистого состава, вида используемых нитей, структуры полотен. Полный цикл отделки включает следующие операции: замачивание, промывание, отваривание, беление, стабилизацию, крашение, печатание, аппретирование, ширение, декатировку, а также формование (готовых регулярных изделий). Отделочные операции в трикотажном производстве аналогичны отделке тканей. Однако специфические свойства трикотажа, являющиеся следствием его петельной структуры (повышенная растяжимость, распускаемость и др.), обуславливают и особенности отделочных процессов. Отделочные операции обычно проводят при минимальном натяжении трикотажа; желательно также обрабатывать полотна не жгутом, а в расправленном виде для предотвращения образования заломов и морщин. Внутренняя поверхность отделочного оборудования должна быть гладкой, чтобы не образовывать затяжки, обрывы нитей и спуски петель.

Для отваривания, беления, крашения и других процессов мокрой обработки применяют жгутовые барки, оснащённые программным терморегулятором, куски полотна одной партии перед обработкой в барке сшивают встык по всей ширине в бесконечную ленту.

Более прогрессивным способом является отваривание, отбеливание и крашение полотна в автоклавах. Для этого полотно предварительно накатывают в расправленном виде на перфорированный барабан, который помещают в автоклав, где полотно обрабатывают под давлением. В этом же аппарате производится отжим полотна продувкой воздуха.

ОТВАРИВАНИЕ. Цель операции – удалить с полотна жир, воск, замасливающие составы, нанесённые на пряжу при подготовке к вязанию. Полотна из хлопчатобумажной и смешанной ткани отваривают в водном растворе моющих средств при температуре 60–98 °С (в зависимости от вида сырья). Затем полотно промывают проточной водой с постепенным расхолаживанием ванны до температуры 35–40 °С. Полотна из химических нитей, шерстяной и полушерстяной пряжи только замачивают в тёплой воде или в воде с добавлением мыла и соды.

БЕЛЕНИЕ применяется для удаления естественной окраски волокна. Отбеливается только трикотаж, который выпускается белым или окрашивается в светлые тона.

Производится беление перекисью водорода, хлоритом натрия, оптическими отбеливателями. Химическое беление проводят при постепенном нагревании ванны до температуры 85–95 °С и обработке при этой температуре в течение 45–100 мин (в зависимости от вида волокна). Беление волокна из ацетатных нитей проводят в растворе уксусной кислоты с применением дисперсного красителя при температуре 75 °С. Капроновым полотнам дополнительно придают белизну обработкой оптическими отбеливателями.

В процессе отбеливания хлопчатобумажного и вискозного трикотажа положительные результаты дало использование ультразвука. Время отбеливания сокращается примерно на 40 % и на 5–10 % повышается степень белизны. Кроме того, при этом легко удаляются масляные пятна, благодаря чему исключается отваривание полотна.

После беления полотна тщательно промывают в проточной воде с постепенным охлаждением до 30–40 °С.

СТАБИЛИЗАЦИИ подвергают трикотажные полотна из синтетических нитей, воздействуя на них горячим воздухом или насыщенным паром под давлением при температурах, близких к температурам плавления полимера. При такой обработке благодаря термопластичности волокон фиксируется форма петель и линейные размеры полотна, снимаются внутренние напряжения волокон, уменьшается сминаемость трикотажа и повышается его способность к окрашиванию.

КРАШЕНИЕ трикотажных полотен производится теми же красителями, что и крашение тканей. Широкое применение находят активные, дисперсные, металлосодержащие красители, обеспечивающие более прочную и равномерную окраску. Наряду с окраской в жгутовых барках применяются новые способы крашения в вакуум-аппаратах, а также в расправленном виде на навоях под давлением, которые позволяют ускорить процесс, улучшить качество окраски, устранить образование заломов.

Трикотаж, окрашенный в полотне, используется в основном для изготовления белья.

Полотна для верхних изделий вырабатываются из предварительно окрашенных пряжи и нитей, что обеспечивает большую равномерность окраски и позволяет получить пестровязанные полотна различных рисунчатых переплетений.

ПЕЧАТАНИЕ (набивка) – получение цветного рисунка.

На полотнах рисунки печатают реже, чем на тканях, так как различные рисунчатые эффекты создаются в процессе вязания благодаря использованию цветной пряжи. Печатание трикотажных

полотен осуществляют с помощью сетчатых шаблонов. Полотна с небольшой растяжимостью набивают также машинным способом. Широко используется способ сухой печати «сублистатик». Этот способ имеет большие преимущества: не нужна последующая обработка, как после обычного печатания; можно часто менять рисунки с учётом требований моды.

Все полотна после крашения и печатания промывают.

АППРЕТИРОВАНИЕ – заключительная обработка химическими препаратами волокнистых материалов для повышения их качества. Аппретирование позволяет придать полотну мягкость или жёсткость, повышенную гигроскопичность или водоотталкивающие свойства, стойкость к истиранию, уменьшить электризуемость и прорубаемость и т. д.

ОТЖИМ. После мокрых обработок (отбели, крашения, аппретирования и т. п.) трикотажное полотно содержит значительное количество влаги (175–250 % к весу сухого полотна). Большая часть воды удаляется механическим путём – отжимом полотна в центрифугах. Продолжительность отжима полотна в центрифуге устанавливается от 3 до 20 мин в зависимости от вида трикотажа.

После отжима в полотне остаётся ещё 20–90 % влаги, которая удаляется в процессе сушки.

СУШКА трикотажного полотна производится на петлевых сушилках непрерывного действия или вертикально-отделочных агрегатах СКТ-48, оборудованных терморегуляторами. Предварительно полотно расправляют на накатной машине.

В камере петлевой сушки куски полотна, сшитые кольцами в бесконечную ленту и подвешенные в виде свободных петель на передвигающихся роликах, обдуваются со всех сторон подогретым воздухом. Сушилка имеет три зоны: сушки, охлаждения и увлажнения. Скорость движения полотна в сушилке подбирается в зависимости от вида трикотажа и параметров начальной и конечной влажности полотна. По выходе из сушки полотно, разложенное самокладом в «книжку», необходимо накатать в рулон и откаландрировать.

Отделочный агрегат СКТ-48 сочетает процессы сушки и каландрирования круглого полотна.

КАЛАНДРИРОВАНИЕ И ШИРЕНИЕ проводят для устранения деформации трикотажного полотна, так как при отделке оно вытягивается, петли занимают неправильное положение, перекашиваются.

Ширение полотен с круглых машин совмещают с процессом каландрирования. Внутри полотна вставляют дугообразные стальные ширители, имеющие определённую ширину. Полотно, проходя через ширители, получает необходимую ширину, перекосы петель устраняются, петлям придаётся правильное положение. Затем полотно

увлажняют паром и пропускают между горячими валами каландра. Ширина полотна и положение петель закрепляются; с каландров полотно выходит накатанным в рулон.

Полотно основовязальное с вертелочных машин проходит ширение на сушильно-ширильных машинах, имеющих ширильную раму. На этих машинах устраняется перекося петель, производится ширение, усадка и сушка полотна.

В процессе крашения, сушки и каландрирования трикотажное полотно подвергается действию растягивающих усилий, вследствие чего оно вытягивается в продольном и в поперечном направлениях. Для того, чтобы снять напряжения в петельной структуре, трикотажное полотно подвергают отлёжке: трикотаж, упакованный в рулоны или «книжки», укладывают на стеллажи, где он находится в свободном состоянии в течение 24–48 часов.

ВОРСОВАНИЕ проводят только для некоторых видов трикотажных полотен, например ворсовые, плюшевые. В процессе ворсования на поверхности полотна начесывают специальными машинами густой ворс.

Кроме ворсования, начесные полотна подвергают стрижке, фильцеванию, ратинированию и полированию.

Стрижка ворсованных полотен необходима для выравнивания высоты ворса, а фильцевание – для укладки ворса в одном направлении. При ратинировании происходит завивка ворса с образованием на поверхности начесных полотен узелков, шариков, завитков. При полировании ворсовый покров полотна приобретает блеск, объёмность, ориентацию в определённом направлении.

Некоторые трикотажные полотна подвергают специальным видам отделки, например под замшу, тиснению, плиссировке (полотна из синтетических волокон), дублированию.

Полотна из текстурированных нитей отделяют для придания им объёмности, эластичности, формоустойчивости, несминаемости. С этой целью их запаривают (что придаёт им объёмность), промывают, сушат, стабилизируют, а потом красят. Для придания устойчивости к стирке и химчистке полотна аппретируют, а также проводят антистатическую обработку.

Полотна, используемые для верхней одежды, для защиты от атмосферной влаги, подвергают различным видам гидрофобной отделки; для несвойлачиваемой отделки шерстяных полотен используют специальные препараты, покрывающие чешуйчатую поверхность волокна плёнкой.

Возможности трикотажного производства позволяют получить на вязальных машинах кроме полотен и готовые изделия, кругловязальные трикотажные купоны, а также готовые детали изделий. После соединения (сшивания) этих деталей получают готовые изделия.

Готовые или сшитые изделия подвергают дополнительной отделке – формованию, стабилизации, а некоторые из них – промывке, валке, печатанию и др. В каждом случае используют специальное оборудование, обеспечивающее получение изделия необходимой формы с определёнными свойствами.

Окончательная влажно-тепловая обработка и формование готовых трикотажных изделий проводится на паровоздушных манекенах, а также на специальных металлических формах, выполненных в соответствии с требуемой конфигурацией изделия и соответствующих по размерам стандартным величинам. Особенность отделки на паровоздушном манекене заключается в том, что на изделие, одетое на объёмную или плоскую форму, попеременно воздействуют пар, горячий и холодный воздух. Такая обработка способствует созданию и устойчивой фиксации требуемой формы изделия, приданию ему товарного вида. Для окончательной отделки трикотажных изделий используют и специальные камеры с регулируемыми параметрами обработки (давление пара, температура воздуха) в зависимости от волокнистого состава и структуры полотна.

Для внутривидовой отделки кругловязанных трикотажных купонов используют линии для непрерывной обработки, на которых непрерывно движущиеся купоны обрабатываются паром и горячим воздухом. При этом обеспечивается автоматический контроль режимов обработки, усадки, ширины и грифа полотна.

Используют также импортное оборудование, позволяющее совместить влажно-тепловую отделку кругловязанных трикотажных купонов с их раскроем. Машина-пресс производит настиление купонов на стол с иглами, пропаривание настила от верхнего полотна к нижнему и разрезание настила на детали механическим ножом. Для этого рабочий стол снабжён специальной системой воздухоотсоса и электрического подогрева.

После завершения отделочных операций полотно сортируют, подбирают по артикулам, цветам, ширине и направляют в швейные цеха для раскроя и изготовления различных изделий.

2.6.3 Отделка нетканых полотен

Отделка нетканых полотен аналогична отделке тканей. В процессе отделки учитываются волокнистый состав и повышенная растяжимость большинства нетканых полотен, особенно холстопрощивных. Все операции отделки идут при минимальном натяжении. Хлопчатобумажные полотна подвергают отварке и белению, для полотен из химических волокон производится только промывка для удаления замасливателей. Полушерстяные полотна в процессе отделки проходят валку, иногда ворсование.

Крашение производят при нагревании. Красители подбирают в соответствии с волокнистым составом материалов и требованиями к

прочности окраски. Печатные рисунки наносят с помощью сетчатых плоских и цилиндрических (ротационных) шаблонов, а также способом сублистатик. Для колористического оформления используется переводной способ печати: перевод рисунка с бумаги на нетканое полотно осуществляется со скоростью 0,03–0,05 м/с на каландре при температуре 190–210 °С. Для нетканых полотен также, как и для тканей, проводятся спецпропитки и операции заключительной отделки.

2.6.4 Пороки отделки

В процессе отделочных операций возможно образование на тканях, трикотажных и нетканых полотнах пороков.

При нарушении технологии опаливания возникают следующие пороки: неравномерное опаливание и пережѳг ткани.

При расшлихтовке возможны дефекты: недостаточная расшлихтовка, замины и заломы, ослабление ткани в результате длительной пролежки и действия кислоты.

Нарушение режима отваривания приводит к образованию дефектов: при неравномерной укладке ткани в котѳл, недостаточной концентрации едкого натра и плохой циркуляции варочной жидкости возникает **непроварка**; **известковые пятна** образуются на ткани при наличии в воде солей магния и кальция; **ржавые пятна** являются следствием отложения на ткани гидроокиси железа; при наличии в котле кислорода происходит ослабление ткани.

К дефектам беления относятся следующие: ослабление ткани, низкая степень белизны ткани, пожелтение ткани при хранении вследствие плохого удаления примесей.

При нарушении температурного режима и концентрации щелочи в процессе мерсеризации могут возникать следующие пороки: недостаточный блеск, ослабление ткани.

К порокам ворсования относятся:

Ворсвальные дорожки – на поверхности тканей имеются продольные полосы с ворсом, отличающиеся от ворса на всей остальной площади ткани. Это следствие неправильного подбора ворсальных шишек по диаметру и неправильного сшивания кусков ткани.

Ворсовые плешины – отсутствие ворса на ограниченных участках ткани в результате неравномерного прижима поверхности ткани к ворсальной поверхности или неисправности в работе ворсальной машины.

Неравномерность ворсования – разная плотность ворса на поверхности ткани вследствие неравномерного прижима ткани к ворсальной поверхности или неправильного подбора ворсальных шишек.

Проворсовка – разрушение уточных нитей.

В процессе заваривания шерстяных тканей могут возникнуть следующие дефекты: **заломы** – из-за неправильной накатки ткани за

ролик; *неравномерное заваривание*, проявляющееся после крашения в виде неравномерной окраски; *муаровый эффект* – участок ткани из расплюснутых нитей, образующихся от излишнего давления вала при заваривании под давлением.

При плохой промывке в ткани возникают пороки: затёки.

В процессе валки на тканях могут возникнуть неустраиваемые складки и замины – заломы.

Дефекты, возникающие при крашении тканей, являются следствием плохой подготовки тканей перед крашением (при отваривании и белении), несоблюдения технологии крашения и неисправности оборудования.

К основным порокам крашения относятся:

Непрокрас – это слабо или почти неокрашенные участки пряжи в местах переплетения основы и утка, а также внутри пряжи. Причина дефекта – плохая подготовка ткани, нарушение режима крашения (недостаточная продолжительность крашения, низкая температура красильной ванны).

Разнооттеночность – это неодинаковая интенсивность окраски с постепенным переходом от светлого к более тёмному по длине или ширине куска ткани. Образуется из-за неодинаковой степени прижатия валов при плюсовании, из-за нарушения режимов подготовки тканей к крашению и самого процесса крашения. Этот дефект становится особенно заметным в швейных изделиях. Так в ткани переход от одного оттенка к другому происходит постепенно и поэтому мало заметен, а в изделии резко: например, полочка и рукав, две полочки и т. д., выкроенные из разных частей куска ткани, будут сильно отличаться друг от друга по цвету. Резкая разнооттеночность в изделии недопустима, заметная иногда допускается в 3 сорте.

Засечки – это узкие светлые или тёмные полосы, возникающие при прохождении ткани через плюсовки складками. Обычно при разбраковке ткани дефект вырезается.

Полосатость – это продольные или поперечные полосы разной интенсивности окраски; возникают из-за неоднородности используемого сырья (разная толщина или скрученность нитей), разной плотности ткани, а также при неравномерной обработке ткани во время крашения в жгуте.

Изделие, на видимых частях которого наблюдается полоса, переводится в пониженный сорт.

Пятна и помарки могут возникать при белении (известковые, масляные, ржавые), а также при плохом растворении красителя, при накоплении грязи на отжимных валах. Пятна различного происхождения учитываются при разбраковке ткани, в швейных изделиях на видимых деталях не допускаются, на закрытых частях одежды не учитываются.

Затёк краски – это участок ткани в виде широкой поперечной полосы, образованный из-за остановок красительного аппарата и более длительного, чем нужно, нахождения ткани в красительном растворе. Дефект при разбраковке ткани вырезают.

Дефекты печатания возникают при загрязнении красителя, наличии вмятин на печатном вале или зазубрин на ракле, при плохой подготовке ткани, при недостаточной или чрезмерной густоте красителя.

Если краситель слишком жидкий, возникают **растёки**. При чрезмерной густоте красителя печатная краска ложится неравномерно и возникают **непропечатанные места** (срыв краски).

Належки – слабые отпечатки печатного рисунка по всему куску ткани. Образуются от соприкосновения друг с другом недостаточно просушенных участков, если ткань уложена в книжку.

Растряф – несовпадение частей многоцветного рисунка, возникающий при неправильной установке валов печатной машины.

Засечка – полоса, лишённая рисунка; образуется, если при печати ткань образует морщинки, складки.

Штриф – идущая через весь кусок тонкая цветная полоса, возникающая при наличии зазубрин в лезвии ракля или при попадании под раклю сгустка краски.

Затаск – цветная волнистая полоса, возникающая при попадании под раклю нитки или пушинки.

Щелчок – пятно, разделённое белой полоской пополам. Дефект возникает, если под раклю попадает песчинка. При этом раздаётся щелчок, ракля выгибается и оставляет на печатном вале часть красителя, который образует на ткани пятно.

Наиболее часто встречающимися дефектами заключительной отделки являются:

Неравномерная ширина (местное сужение) – из-за неравномерного увлажнения ткани или неправильной разводке цепей ширильной машины. При уменьшении ширины снижается плотность ткани, а следовательно, уменьшается и прочность по утку.

Перекош – нити утка неперпендикулярны нитям основы и вследствие этого рисунок на набивных и пёстротканых тканях перекошен. Причина порока – плохая правка утка на ширильных машинах.

Нарушение кромки – оборванная или деформированная (стянутая, загнутая, гофрированная) кромка. Причина порока – чрезмерное ширение и недостаточное увлажнение ткани.

Заломы – складки и замины, возникающие при заключительной decatировке и термофиксации тканей.

В трикотажных полотнах чаще всего встречаются следующие пороки отделки: сбитость рисунка (растраф), непроворсовка, штопка, неровнота крашения, непрокрас, оттенки и т. д.

Сбитость рисунка (растраф) – искажение набивного рисунка из-за неточного наложения его отдельных частей трафаретом или из-за перекоса полотна.

Непроворсовка – неравномерный начёс в виде полос или отдельных участков. Дефект возникает при поломке, затуплении ворсовальных игл или быстром прохождении полотна через ворсовальную машину.

Штопка – восстановление неправильной петельной структуры петельных рядов или столбиков с помощью игл либо крючка.

Неровнота крашения – неокрашенные волокна или нити в толще полотна.

Оттенки – участки полотна с различной интенсивностью окраски.

Заломы – продольные полосы, имеющие более тёмную окраску по сравнению с остальным полотном, получаются при крашении в результате неравномерного отжима полотна валами.

Кроме того, к дефектам отделки относятся желтизна, масляные и тёмные пятна и т. д.

3 СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

Свойство – это объективная особенность материала, проявляющаяся при его создании и эксплуатации. Свойства текстильных материалов учитываются при производстве швейных изделий. На основании показателей свойств устанавливают пригодность материала по назначению. Свойства материалов оценивают с помощью характеристик, которые можно разделить на геометрические, механические, физические, износостойкости и др.

3.1 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

К геометрическим характеристикам полотен относятся толщина, ширина, поверхностная плотность, длина кусков. Геометрические характеристики оказывают влияние на все этапы швейного производства. Толщина и поверхностная плотность учитываются при создании моделей и разработке конструкций. Толщина, ширина полотен и длина кусков определяют процессы раскроя в массовом производстве одежды. Выбор номера иглы и швейных ниток, регулировка высоты лапки и подъёма рейки в швейной машине, регулировка натяжения верхней и нижней нитки производятся в зависимости от толщины ткани. Толщина ткани должна учитываться при установлении режимов влажно-тепловой обработки изделий.

ТОЛЩИНА

Под толщиной материалов для одежды принято понимать расстояние между участками нитей, наиболее выступающими с лицевой и изнаночной сторон.

Толщина тканей зависит от толщины нитей, степени их изогнутости, переплетения, плотности и отделки. Чем выше линейная плотность нитей, тем при прочих равных условиях толще ткань. С увеличением крутки пряжи диаметр её несколько уменьшается, но до известного предела, после чего происходит укорачивание пряжи и, следовательно, увеличение её поперечника.

Толщина ткани может быть различной в зависимости от вида переплетения, которым она выработана. Наименьшую толщину имеют ткани полотняного переплетения, большую – ткани саржевых, сатиновых и мелкоузорчатых переплетений, наибольшую – ткани сложных переплетений.

С увеличением плотности ткани пряжа сплющивается или смещается и, следовательно, толщина ткани возрастает.

Основные и уточные нити в тканях могут иметь разную степень изогнутости. Если одна из систем нитей в ткани мало изогнута, а вторая её огибает, то толщина ткани увеличивается. Если основа и уток имеют

одинаковую степень изогнутости, то толщина ткани уменьшается. В зависимости от степени натяжения и изогнутости основных и уточных нитей толщина однослойных тканей колеблется от двух до трёх диаметров пряжи.

В процессе отделки толщина ткани может изменяться. Такие операции отделки, как валка, ворсование, аппретирование увеличивают толщину тканей; опаливание, прессование, каландрирование уменьшают толщину ткани. При стирке и смачивании увеличивается степень изогнутости основы и утка, происходит усадка тканей, поэтому толщина ткани увеличивается.

Толщина трикотажных полотен зависит от вида переплетения и колеблется в пределах от двух до шести диаметров нити. С увеличением плотности увеличивается степень изгиба нитей в петлях трикотажного полотна и вместе с этим стремление нитей распрямиться приводит к увеличению толщины полотна.

Толщина холстопршивных нетканых полотен определяется прежде всего толщиной волокнистой ватки, а также толщиной прошивных нитей и количеством зажатых в петлях волокон. При использовании одинарных переплетений (цепочка, трико) прошивная нить стягивает волокна слабее, поэтому толщина полотна больше, чем при использовании двойных переплетений (трико-трико, трико-сукно, трико-цепочка). С увеличением плотности прошива толщина нетканого полотна уменьшается.

Толщину материалов для одежды определяют на приборах, называемых толщиномерами. Существует несколько конструкций толщиномеров (толщиномер ТЭМ конструкции ЦНИХБИ, толщиномер ТМ-50 и др.), но принцип их действия одинаковый. Образец ткани помещается между двумя полированными пластинками – нижней неподвижной и верхней подвижной, соединённой с индикатором, указывающим толщину испытуемого материала в долях миллиметра.

Под давлением пластинки прибора рыхлые ткани могут легко сжиматься, и показатели толщины уменьшаются. Рекомендуется толщину одёжных материалов измерять при удельном давлении 196 Па.

В табл. 3.1 приведены некоторые данные о толщине материалов для одежды.

Чем толще ткань, тем выше её теплозащитные свойства, прочность и износостойкость. Толстые ткани применяются в основном для зимней и демисезонной одежды.

Толщина ткани влияет и на выбор модели одежды. Из толстых тканей шьют мужскую одежду строгого силуэта, из тонких – женскую одежду с различного рода складками и сборками.

Таблица 3.1 – Толщина материалов для одежды

Материал	Назначение	Толщина, мм
Ткань	Платье, бельё	0,14–0,8
	Костюмы	0,4–1,7
	Пальто	1–3,2
Трикотажное полотно	Бельё, верхние сорочки	0,3–0,9
	Бельё начесное	1–1,4
	Верхние изделия	2–4
Нетканое полотно	Платье, костюмы	0,9–1,5
	Пальто, куртки	1,5–4
	Прокладка клеевая	0,5–1,5
	Прокладка утепляющая	3–15
Искусственный мех	Верхние изделия	6–20
Искусственная кожа	То же	0,5–1,5
Комплексные материалы	То же	2–4,5

От толщины ткани зависит число слоёв в настиле при раскрое:

Ткань	Число слоёв
Ситец, сатин, поплин	100–150
Гринсбон, тик-ластик	80–100
Хлопчатобумажное трико и коверкот	50–60
Бостон и габардин	30–40
Сукно тонкое	25–30
Драпы	12–24

От толщины ткани зависят выбор и расход швейных ниток при пошиве, а также частота стежков. Для толстых тканей используются более толстые иглы и швейные нитки, стежки в строчке более редкие. продолжительность влажно-тепловой обработки для толстых тканей увеличивается.

ШИРИНА

Ширина материалов для одежды – это расстояние между двумя её кромками, определённое с кромками или без них в направлении, перпендикулярном продольному направлению материалов.

Ширина материалов для одежды регламентируется стандартом. она может быть различной, так как зависит от габаритных размеров станков и машин, на которых вырабатывается материал.

Различают стандартную и фактическую ширину ткани. Стандартная ширина ткани – это норма ширины данной ткани, установленная нормативным документом. Фактическая ширина ткани – это результат, полученный при измерении ширины ткани.

Ширину ткани (ГОСТ 3811–72) определяют в трёх местах при длине куска до 50 м и в пяти местах при большей длине куска. Измерения проводят примерно на равном расстоянии друг от друга, но не ближе трёх метров от концов куска. Измерения производят нескладывающейся линейкой с точностью до 0,5 см. За ширину ткани в куске принимают среднее арифметическое всех измерений, подсчитанное с точностью до 0,01 см и округлённое до 0,5 см. Кроме средней арифметической, в журнале результатов испытания фиксируют также данные минимального значения одного измерения. У шерстяных и у ворсовых тканей измеряют ширину с кромками и без кромок. У всех остальных тканей ширину измеряют только с кромками.

Ширину трикотажных и нетканых полотен замеряют после отлеживания, в процессе которого происходит их усадка.

От ширины материала зависит выбор той или иной модели изделия, особенности его конструкции, а также экономичность использования материала. Большое влияние на экономичность использования ткани оказывает равномерность её по ширине в пределах длины куска, а также в партии кусков при использовании их в одном настиле. Неравномерность по ширине в куске вызывает увеличение отходов при раскрое, а неравномерность по ширине в партии – увеличение затрат труда при подготовке тканей к раскрою (сортировка кусков по ширине, снижение допускаемой высоты настила, выполнение дополнительных раскладок лекал и т. п.).

На швейных предприятиях ширину тканей проверяют через каждые 3 м. Ширину полотен измеряют на мерильном столе или на браковочно-мерильных машинах, в которых используется принцип бесконтактного измерения ширины с помощью фотоэлементов, расположенных на обеих сторонах экрана браковочно-мерильной машины. Раскладка лекал и обмеловка производятся по наименьшей ширине. При резких колебаниях по ширине часть куска вырезают и направляют в другой настил или раскраивают индивидуально. Таким образом, наличие в кусках ткани и в партии ткани разноширинности усложняет процесс раскроя и снижает производительность труда, увеличивает затраты на производство продукции.

Наиболее удачная раскладка лекал и экономное расходование ткани зависят от её ширины. Ширина ткани, дающая наименьший процент межлекальных выпадов, называется рациональной.

В табл. 3.2 приведены данные о рациональной ширине тканей различного назначения.

Для планирования и учёта расхода тканей на различные изделия установлена условная ширина тканей: для шерстяных – 133 см, для шёлковых и хлопчатобумажных – 100 см, для льняных – 61 см.

Таблица 3.2 – Рациональные ширины тканей

Назначение тканей	Волокнистый состав	Ширина, см.
Платья, платья-костюмы	Шёлковые и полушёлковые Льняные и полульняные Чистшерстяные и полушерстяные Хлопчатобумажные и смешанные	90, 95, 100, 105 80, 85, 90, 120 120, 130, 142, 152 75, 80, 85, 90, 95
Сорочки верхние	Шёлковые и полушёлковые Льняные и полульняные Хлопчатобумажные и смешанные	90, 95, 100, 110, 140 140, 150 100, 105, 110, 130, 140, 150
Костюмы, брюки	Шёлковые и полушёлковые Льняные и полульняные Чистшерстяные и полушерстяные Хлопчатобумажные и смешанные	70, 90, 130 80, 85, 90, 14, 150, 160, 142, 152 90, 120, 130, 140, 145, 150
Пальто, плащи	Шёлковые и полушёлковые Чистшерстяные и полушерстяные Хлопчатобумажные и смешанные	120, 130, 140, 150, 160, 142, 152 80, 90, 120, 130, 140, 150
Подкладочные для костюмов, пальто, плащей	Шёлковые и полушёлковые	85, 95, 100, 110, 115, 140, 150
Подкладочные для костюмов и пальто	Льняные и полульняные	90, 100, 110, 160
Бельевые (нательное бельё)	Шёлковые и полушёлковые Хлопчатобумажные и смешанные	95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160 75, 80, 85, 90, 100, 120, 125, 130, 140, 145, 150
Бельевые (постельное бельё)	Хлопчатобумажные и смешанные Льняные и полульняные	65, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 115, 120, 125, 130, 140, 145, 150 62, 72, 82, 85, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 200, 210, 220

ДЛИНА

Длина ткани – это расстояние между двумя концами куска. Обычно формируют куски таких размеров и массы, чтобы их удобно было транспортировать. Поэтому для широких и тяжёлых тканей длина

их в куске будет меньше, и наоборот, для узких и тонких тканей – больше. Так, длина куска пальтовой шерстяной ткани равна 25–30 м, платьевой шерстяной ткани – 40–60 м, шёлковой 60–80 м, хлопчатобумажной платьевой и бельевой 70–100 м.

В кусках, предназначенных для швейных предприятий, грубые местные пороки не вырезают, делая в местах их расположения так называемые условные разрезы или вырезы. Такие куски называют кусками технической длины.

Длина ткани в куске оказывает существенное влияние на рациональное его использование: чем больше длина куска, тем легче его рассчитать для настила.

Длину ткани в куске определяют одновременно с разбраковкой его на мерильно-браковочной машине или мерильном столе контактными или бесконтактными способами.

Текстильные материалы характеризуются большой растяжимостью, поэтому при измерении длины куска могут возникать погрешности измерения в зависимости от величины прикладываемого усилия. При повышении температуры и влажности окружающей среды погрешности измерения могут возрастать. Эти обстоятельства необходимо учитывать при измерении длины текстильных материалов.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ

Поверхностная плотность полотен характеризуется массой 1 м^2 и колеблется от 20 до 800 г/м^2 . Наиболее легкими тканями являются газ и шифон, наиболее тяжелыми – шинельные сукна и драпы. Показатель поверхностной плотности каждой ткани строго регламентирован нормативно-техническими документами. Отклонение фактической поверхностной плотности от нормативной является пороком, связанным с изменениями структуры ткани. Поверхностная плотность является показателем материалоемкости и ее добротности и учитывается при оценке качества и выработке материалов для швейных изделий.

Для экспериментального определения поверхностной плотности прямоугольный образец ткани выдерживают в течение 10–24 часов в нормальных лабораторных условиях, измеряют длину и ширину нескладной линейкой и затем взвешивают с точностью до 0,01 г. Рассчитывают фактическую поверхностную плотность $M_{сф}$, г/м^2 , по формуле

$$M_{сф} = 10^6 m / (L \cdot B), \quad (3.1)$$

где: m – масса образца, г; L – длина образца, мм; B – ширина образца, мм.

Поверхностную плотность ткани можно определить расчетным путем, если известны линейная плотность нитей основы T_o и утка T_y и плотность нитей в ткани по основе P_o и по утку P_y по формуле

$$M_{сп} = 0,01 (T_o P_o + T_y P_y) \eta, \quad (3.2)$$

где T_o , T_y – линейная плотность основных и уточных нитей, текс;
 P_o , P_y – плотность по основе и утку соответственно, нит/100мм;
 η – коэффициент, учитывающий изменение массы ткани в процессе ее выработки и отделки.

По данным проф. Н.А. Архангельского коэффициент η для х/б тканей равен 1,04; льняных – 0,9; шерстяных гребенных – 1,07–1,25; тонкосуконных – 1,3; грубосуконных – 1,25.

Линейную плотность, г/м, ткани рассчитывают по формуле

$$M_L = \frac{10^3 m}{L}, \quad (3.3)$$

где: m – масса образца, г;

L – длина образца, мм при фактической ширине ткани.

От поверхностной плотности ткани зависит ее назначение: ткани с невысокой поверхностной плотностью идут на белье и платья, с более высокой – на костюмы, а с самой высокой – на пальто; для женской и детской одежды используются ткани более легкие, чем для мужской. Поверхностная плотность тканей изменяется в широких пределах, г/м²: бельевых и сорочечных от 40 до 170, платьевых – от 20 до 300, костюмных – от 150 до 400, пальтовых и плащевых – от 60 до 760, подкладочных – от 50 до 150, прокладочных – от 100 до 300.

Снижение материалоемкости тканей при сохранении их качества является одной из важнейших задач текстильной и швейной промышленности.

Так как трикотажное полотно легко растягивается и непосредственно точно измерить длину и ширину образца трудно, то для определения поверхностной плотности полотна из образца по шаблону вырезают три образца размером 200×200 мм и взвешивают их фактическую массу. Поверхностную плотность, г/м², рассчитывают по формуле

$$Ms\phi = 25 \frac{m}{n}, \quad (3.4)$$

где m – суммарная масса образцов трикотажа, г; n – количество образцов.

Расчетную поверхностную плотность трикотажных полотен, г/м², определяют по формулам:

для одинарных полотен

$$Msp.mp. = 10^{-4} l_{\Pi} P_z P_v T, \quad (3.5)$$

где l_{Π} – длина нити в петле, мм; P_z – плотность по горизонтали; P_v – плотность по вертикали; T – линейная плотность нитей, текс;

для гладких двойных кулирных и основовязальных переплетений

$$Msp.mp. = 2 \cdot 10^{-4} l_{\Pi} P_z P_v T, \quad (3.6)$$

где $2 \cdot 10^{-4}$ – коэффициент, учитывающий двойное число петель на единице площади;

для начесных полотен

$$M_{sp.mpr.} = 10^{-4} l_{пг} l_{пн} T_{г} T_{н} \cdot 0,94; \quad (3.7)$$

где $l_{пг}$ – длина нитей в петле грунта, мм;

$l_{пн}$ – длина начесной нити в петле, мм;

$T_{г}$ – линейная плотность нити грунта, текс;

$T_{н}$ – линейная плотность начесной нити, текс;

0,94 – коэффициент, учитывающий изменение поверхностной при крашении и ворсовании.

Материалоемкость трикотажных полотен обычно более высокая, чем тканей аналогичного назначения.

Среднюю плотность (массу единицы объема) текстильных полотен, мг/мм³, определяют по формуле

$$\delta m = m / (L \cdot B \cdot v); \quad (3.8)$$

где v – толщина полотна, мм;

m – масса образца, мг.

Если известна поверхностная плотность, то

$$\delta m = 0,003 M_s / v. \quad (3.9)$$

Для текстильных материалов: $\delta m = 0,2-0,6$ мг/мм³.

3.2 МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Механические свойства определяют отношение материалов к действию различно приложенных сил, под действием которых материалы деформируются: изменяются их размеры и форма. Они во многом определяют условия переработки текстильных материалов и позволяют предсказать поведение материалов в эксплуатации. Внешние силы могут прилагаться в различных направлениях и вызывать в материалах деформации растяжения, сжатия, изгиба, трения, кручения и т. д. Для оценки механических свойств текстильных материалов используют более 50 различных характеристик, которые делятся на классы в зависимости от полноты осуществления цикла механического воздействия «нагрузка – разгрузка – отдых».

Полуцикловыми называют характеристики, получаемые при осуществлении части испытательного цикла («нагрузка – разгрузка» или только «нагрузка»). Полуцикловые характеристики определяют отношение материалов к однократному нагружению и показывают предельные механические возможности материала.

Одноцикловыми называют характеристики, получаемые при осуществлении одного полного цикла «нагрузка – разгрузка – отдых». Эти характеристики выявляют влияние временного фактора,

особенности деформации материала, способность сохранять форму и др.

Многоцикловыми называют характеристики, получаемые при многократных повторениях полного цикла. При действии многократных малых сил нарушается структура материала, ослабляются межмолекулярные связи. Эти характеристики оценивают устойчивость структуры.

По итоговому результату характеристики делят на разрывные и неразрывные.

3.2.1 Растяжение

Растяжение является основным видом деформации одежных материалов. Классификация характеристик, получаемых при растяжении материалов, представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Классификация характеристик растяжения материалов

Класс	Подкласс	Группа	Вид
Полу-цикловые	Разрывные	Одноосное растяжение	Разрывная нагрузка, разрывное удлинение, относительная разрывная нагрузка, удельная разрывная нагрузка, работа разрыва и др.
		Одноосное раздирание	Раздирающая нагрузка
		Двухосное растяжение	Разрывная нагрузка, разрывное удлинение
		Пространственное растяжение	Нагрузка при разрушении, увеличение поверхности при разрушении
	Неразрывные	Одноосное растяжение	Усилие при заданной деформации, деформация при заданном усилии, модули жесткости
Одно-цикловые	Неразрывные	Одноосное растяжение	Полная деформация, компоненты полной деформации
Много-цикловые	Разрывные	Одноосное растяжение	Выносливость, долговечность
	Неразрывные	Одноосное растяжение	Остаточная циклическая деформация, компоненты остаточной циклической деформации

Одноосное растяжение

Растяжение образца в одном направлении, когда внешние растягивающие силы действуют в плоскости изделия в одном направлении, называется одноосным. Одноосное растяжение элементарной пробы текстильных полотен производят отдельно по направлениям: вдоль или поперек полотна, иногда под различными углами к продольному и поперечному направлению полотна.

Полуцикловые разрывные характеристики текстильных материалов свидетельствуют об их предельных механических возможностях. Эти характеристики регламентируются стандартами.

К основным полуцикловым разрывным характеристикам относятся следующие показатели механических свойств:

Разрывная нагрузка P_p – усилие, выдерживаемое пробами материала при растяжении их до разрыва. Разрывное усилие выражается в ньютонах (Н), деканьютонах (даН) или килограммсилах (кгс): 1 даН = 10 Н = 1,02 кгс.

Абсолютное разрывное удлинение l_p (мм) – это приращение длины образца к моменту разрыва:

$$l_p = L_k - L_0, \quad (3.10)$$

где L_0 – начальная длина образца, L_k – длина образца в момент разрыва.

Прочность материалов зависит от волокнистого состава, вида, толщины и крутки нитей, от переплетения, вида отделки и других факторов. Для оценки прочностных свойств полотен используют также другие характеристики.

Расчетная разрывная нагрузка $P_{расч.}$, Н, – это разрывное усилие, приходящиеся на элемент структуры (на одну нить основы или утка в ткани, на один петельный ряд или столбик в трикотаже, на одну строчку прошива нетканых полотен):

$$P_{расч.} = P_p / n, \quad (3.11)$$

где n – число структурных элементов в пробе.

Удельную разрывную нагрузку, $P_{уд}$, Н·м/г, рассчитывают по формуле

$$P_{уд} = P_p / (B \cdot Ms), \quad (3.12)$$

где P_p – разрывное усилие, Н;

B – ширина пробы материала, м;

Ms – поверхностная плотность, г/м².

Для тканей определяют также относительную разрывную нагрузку, учитывающую долю массы нитей основы и утка:

$$P_o = P_p / (B \cdot Ms \cdot C_{o(y)}), \quad (3.13)$$

где $C_{o(y)}$ – доля массы нитей основы (или утка).

Доля основных нитей:

$$C_o = \frac{T_o \cdot P_o}{T_o \cdot P_o + T_y \cdot P_y}, \quad (3.14)$$

Доля уточных нитей:

$$C_y = \frac{T_y \cdot P_y}{T_o \cdot P_o + T_y \cdot P_y} \quad (3.15)$$

Относительное разрывное удлинение ε_p %, представляет собой процентное отношение абсолютного разрывного удлинения к первоначальной длине образца и определяется по формуле

$$\varepsilon_p = \frac{L_k - L_o}{L_o} \cdot 100 = \frac{l_p}{L_o} \cdot 100. \quad (3.16)$$

Разрывное удлинение является важным показателем в процессе производства ткани. Его величина оказывает определённое влияние на эксплуатационные свойства одежды. Те ткани, которые имеют наибольшее разрывное удлинение, обычно в процессе носки легче деформируются, что приводит к искажению формы изделия. Ткани с большим удлинением требуют осторожного обращения при настилии, резании настила, соединения деталей одежды на швейных машинах, прокладывании строчек по срезам кромок, не дающих ткани растягиваться в носке. При моделировании одежды из этих тканей нецелесообразно создавать расклешённые модели, потому что в готовом изделии возможны деформации от вытягивания отдельных деталей, так как срезы под углом к нитям основы или утка растягиваются ещё больше.

Удлинение ткани при разрыве прежде всего зависит от удлинения волокна, на него оказывает влияние и крутка нитей. При увеличении крутки удлинение готовых тканей несколько уменьшается. Уменьшается удлинение и с увеличением длины перекрытий, т. е. при прочих равных условиях ткани полотняного переплетения, для которых характерно большое количество изгибов нитей, будут иметь наибольшее удлинение. Более существенное влияние на удлинение тканей оказывает отделка: аппретирование уменьшает растяжимость тканей, а такие операции, как ворсование, валка, заварка тканей – увеличивают её.

У большинства тканей разрывное усилие по основе больше, чем по утку, а разрывное удлинение, наоборот, по основе меньше, чем по утку.

Работа разрыва – это работа, расходуемая на преодоление энергии связей в материале при растяжении пробы до разрушения. Полная работа, затраченная на разрыв, R_p , Дж:

$$R_p = \int_0^{l_p} P \cdot dl. \quad (3.17)$$

Работу разрыва текстильных материалов, Дж, определяют по диаграмме «нагрузка – удлинение» (рис. 3.1) по формуле

$$R_p = \eta \cdot P_p \cdot l_p, \quad (3.18)$$

где η - коэффициент полноты диаграммы.

Коэффициент η определяется величиной отношения фактической площади под кривой растяжения S_{ϕ} к площади прямоугольника S , ограниченного координатами P_p и l_p , или отношения массы бумаги m_{ϕ} площадью S_{ϕ} к массе бумаги m площади S :

$$\eta = S_{\phi} / S = m_{\phi} / m. \quad (3.19)$$

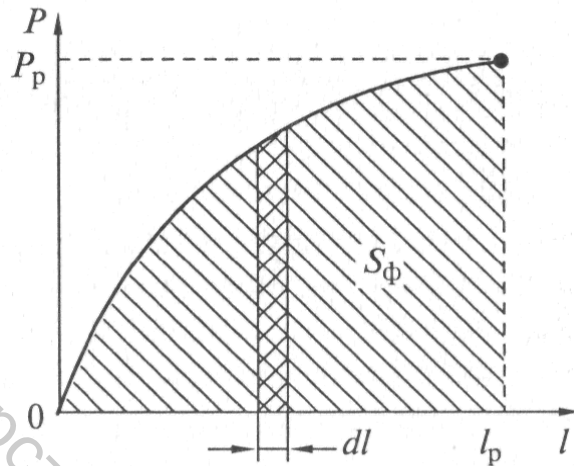


Рисунок 3.1 – Определение работы, затраченной на разрыв материала, по диаграмме «нагрузка – удлинение»

Удельная работа разрыва, r_p , Дж/г – работа разрушения структуры, отнесенная к единице массы:

$$r_p = R_p / m_p, \quad (3.20)$$

где m_p – масса рабочей части пробы, г.

Объемная работа разрыва, r_v , Дж/см³ – работа разрыва, отнесенная к объему рабочей части пробы:

$$r_p = R_p / V_p, \quad (3.21)$$

где V_p – объем рабочей части пробы, см³.

Полуцикловые характеристики механических свойств при растяжении определяют на разрывных машинах. Наиболее распространенными являются машины с маятниковым силоизмерителем, их принципиальная схема приведена на рис. 3.2.

Верхний зажим 7 подвешен к сектору 6, который жестко связан с маятником 4, имеющим сменный груз 3 массой M , и может поворачиваться вокруг неподвижно закрепленной оси 5. Пробу 10 закрепляют в верхнем 7 и нижнем 11 зажимах.

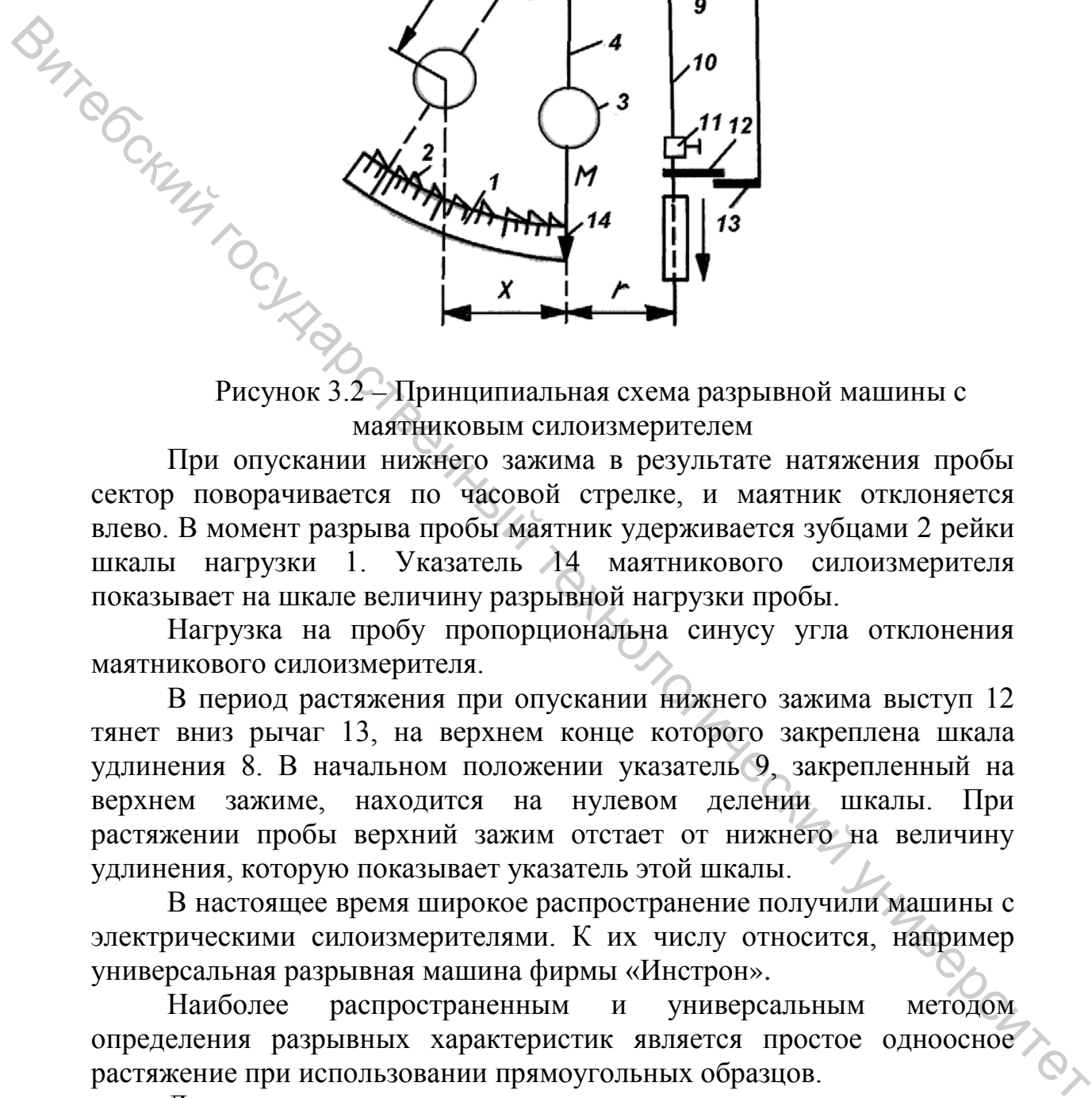


Рисунок 3.2— Принципиальная схема разрывной машины с маятниковым силоизмерителем

При опускании нижнего зажима в результате натяжения пробы сектор поворачивается по часовой стрелке, и маятник отклоняется влево. В момент разрыва пробы маятник удерживается зубцами 2 рейки шкалы нагрузки 1. Указатель 14 маятникового силоизмерителя показывает на шкале величину разрывной нагрузки пробы.

Нагрузка на пробу пропорциональна синусу угла отклонения маятникового силоизмерителя.

В период растяжения при опускании нижнего зажима выступ 12 тянет вниз рычаг 13, на верхнем конце которого закреплена шкала удлинения 8. В начальном положении указатель 9, закрепленный на верхнем зажиме, находится на нулевом делении шкалы. При растяжении пробы верхний зажим отстает от нижнего на величину удлинения, которую показывает указатель этой шкалы.

В настоящее время широкое распространение получили машины с электрическими силоизмерителями. К их числу относится, например универсальная разрывная машина фирмы «Инстрон».

Наиболее распространенным и универсальным методом определения разрывных характеристик является простое одноосное растяжение при использовании прямоугольных образцов.

Для определения разрывных характеристик применяются различные формы образцов.

1. Образец строго определенной ширины зажимается по всей ширине («стрип-метод»), рис. 3.3 а.

2. Образец вырезается без тщательного определения его размера по ширине, зажим по ширине уже части образца («грэб-метод»), рис. 3.3 б.

3. Зажим одного конца образца по стрип-методу, а другой – по грэб-методу; такой комбинированный способ сокращенно называется «полугрэб-метод» (рис. 3.3 в).

4. Испытание образцов по форме близких к прямоугольным, но закрепленных особым способом. Образец имеет форму двойной лопаточки (рис. 3.3 г).

5. Испытание образцов, сшитых в кольцо, в этом случае образец надевают на два валика, заменяющих зажимы (рис. 3.3 д).

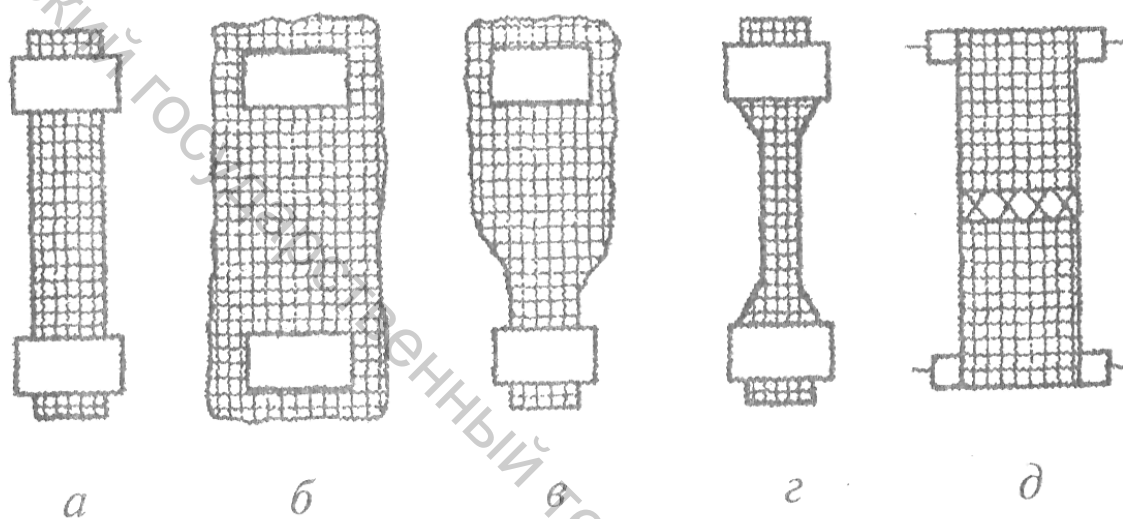


Рисунок 3.3 – Виды прямоугольных образцов и способы их закрепления в зажимах разрывных машин

Первый метод получил наибольшее распространение у нас в стране и в ряде других стран, второй, наряду с первым, является стандартным и широко распространен в США. Третий метод (полугрэб) не получил распространения, так как, частично сохраняя недостатки второго метода, уменьшает и его единственное преимущество — сокращение времени на подготовку образцов. Четвертый метод рекомендован для испытания трикотажных полотен с целью получения равномерного распределения усилий в образце. Однако сложная форма образца вызывает и ряд трудностей: усложняется заготовка образца, затрудняется определение удлинения, кроме того, переходная часть образца сильно деформируется и влияет на весь образец. В связи с этими затруднениями данный метод не получил широкого распространения. Пятый метод — испытание образцов, сшитых в кольцо — дает существенные преимущества в отношении более равномерного распределения удлинений и усилий в образце. Этот метод представляет наибольший интерес при испытании образцов очень толстых изделий, труднозакрепляемых в зажимах и сильно растяжимых,

таких как трикотаж. Существенным его недостатком является наличие шва и увеличение расхода материала на образцы.

Размеры элементарных проб в зоне между зажимами влияют на размеры испытаний. С увеличением этих размеров увеличивается вероятность появления дефектных или ослабленных мест в пробе, в результате чего разрывная нагрузка и относительная деформация уменьшаются.

В таблице 3.4 приведены размеры и количество проб для определения полуцикловых разрывных характеристик.

Таблица 3.4 – Размеры и количество проб для определения разрывных нагрузки и удлинения

Материал	Направление испытания	Размеры образцов, мм	Зажимная длина, мм	Количество образцов
Ткани: х/б, льняные, шелковые	Основа	50×350	200	3
	Уток	50×350	200	4
Шерстяные ткани	Основа	50×200	100	3
	Уток	50×200	100	4
Трикотажные полотна	Вертикаль	50×200	100	5
	Горизонталь	50×200	100	5
Нетканые полотна	Длина	50×200	100	10
	Ширина	50×200	100	10

Указанное число испытаний в большинстве случаев обеспечивает получение средних разрывных нагрузок и удлинений с коэффициентом вариации 5–10 %.

Отдельные детали одежды при выкраивании формируются под различными углами к нитям основы и утка. Ткани обладают анизотропной структурой, поэтому их прочность в различных направлениях неодинакова (рис. 3.4). При приложении усилий растяжения под углом к нитям основы и утка прочность ткани меньше, чем при приложении этих усилий в продольном или поперечном направлении. Такое положение связано с тем, что у проб, вырезанных под углом к нитям основы и утка, обоими зажимами разрывной машины зажимается лишь часть нитей. Но и прочность этой зажатой части нитей используется не полностью, так как нити располагаются под углом к действующей силе.

При растяжении ткани в направлении под углом 45° к нитям основы наблюдается заметное увеличение прочности, объясняемое тем, что растягивающее усилие начинает восприниматься нитями обеих систем. При растяжении ткани в направлении нитей основы или утка удлинение происходит в результате распрямления и удлинения нитей, расположенных вдоль действующей силы. Распрямление требует меньших усилий, чем их растяжение, которое связано с изменением наклона спиральных витков крутки, распрямлением и смещением волокон. Вследствие этого удлинение ткани на начальном этапе растяжения зависит от глубины и числа изгибов нити, приходящихся на

единицу ее длины. Число изгибов нити, в свою очередь, зависит от вида переплетения и числа нитей на единицу длины ткани, а глубина изгиба — от толщины нитей перпендикулярной системы и фазы строения ткани.

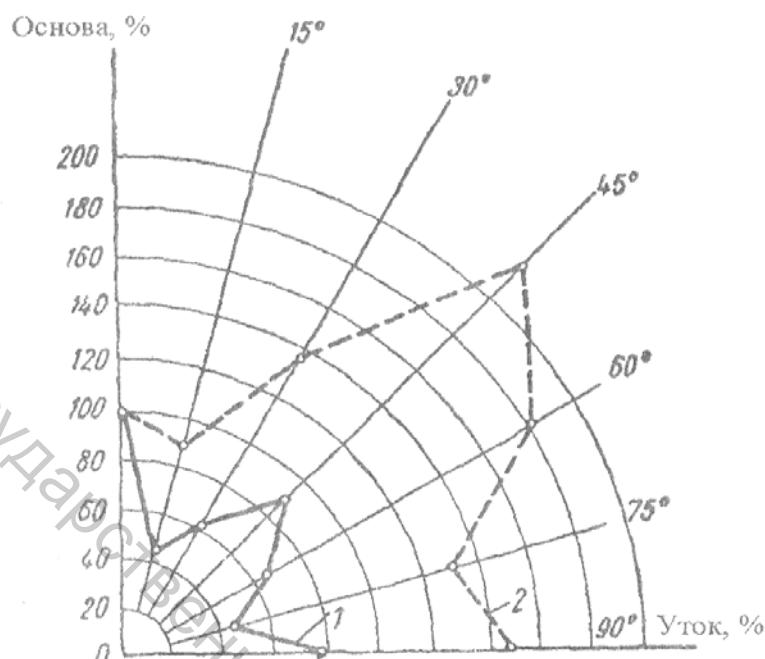


Рисунок 3.4 – Изменения разрывной нагрузки (1) и разрывного удлинения (2) в зависимости от величины угла между нитями основы и направлением растяжения (значения по направлению основы приняты за 100 %)

Одноосное раздирание

При эксплуатации таких изделий, как спецодежда, зонты, палатки, паруса, парашюты часто возникают местные повреждения в виде проколов, надрезов, надрывов. Эти же разрушения возникают в изделиях из тканей в концах карманов, клапанов, хлястиков и т. п. Устойчивость ткани к такому виду воздействия характеризуется величиной раздирающей нагрузки, т. е. усилия, необходимого для разрыва специально надрезанной пробной полоски.

Особенностью раздирания полотен является концентрация растягивающих усилий на малом участке пробы вплоть до одиночных нитей. При таких условиях в элементарной пробе рвутся поочередно поперечные нити. На рис. 3.5 приведены формы единичных проб и схемы их заправки в тиски разрывной машины.

При прямоугольной пробе расправляют концы разрезанной части полоски и заправляют в тиски разрывной машины. При этом линии разреза совпадают по вертикали (рис. 3.5 а). По язычковому методу среднюю надрезанную полоску (язычок) заправляют в одни тиски, а оставшиеся две полоски – в другие (рис. 3.5 б). В этом случае получают удвоенное усилие.

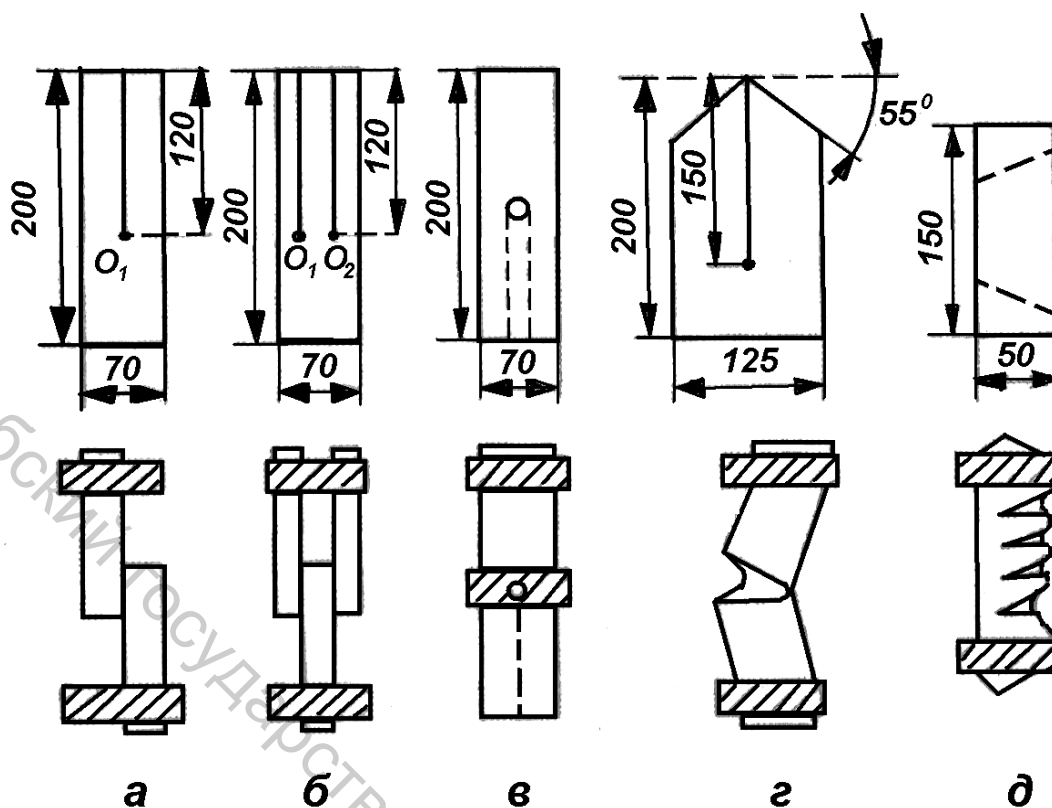


Рисунок 3.5 – Формы образцов, применяемых при испытании на одноосное раздирание, и способы их заправки: а – прямоугольный образец с одним продольным разрезом; б – то же, с двумя продольными надрезами; в – то же, с проколом стержнем; г – пятиугольный образец с продольным надрезом; д – трапециевидный образец

Метод «гвоздя» чаще используют для полотен с неориентированным расположением нитей, например для трикотажных и нетканых полотен. Гвоздь представляет собой заостренный стержень с диаметром, составляющим несколько миллиметров. На него накалывают середину пробы (рис. 3.5 в). Верхний зажим представляет собой тиски, а нижний зажим состоит из двух пластин с отверстиями для стержня.

Крыловидный метод (рис. 3.5 г) похож на первый метод, однако помимо надреза посередине пробы верхние половины срезают под углом и заправляют в тиски параллельно срезам. Усилие раздирания сосредоточивается на продольной крайней нити. При трапециевидном методе полоску заправляют в тиски под углом (рис. 3.5 д). При растяжении нити продольной системы рвутся последовательно с короткой части полоски до длинной ее стороны. Разрыв нитей может быть одиночным и групповым.

Оценка прочности ткани на раздирание в российских стандартах определяется по максимальной нагрузке, которая фиксируется силоизмерителем. По американским, французским, шведским стандартам раздирающую нагрузку определяют как среднюю из пяти максимальных пиков на диаграммах.

Испытания различных тканей на раздирание свидетельствует о том, что на показатели раздирающей нагрузки существенное влияние оказывает структура материала. При увеличении в переплетении длины перекрытий и уменьшении плотности ткани прочность ткани при раздирании возрастает.

Двухосное растяжение

Текстильные изделия в процессе эксплуатации достаточно часто испытывают растягивающие нагрузки одновременно в двух направлениях. Испытание на двухосное растяжение имеет то преимущество, что показывает, как сопротивляется растяжению изделие по обеим системам нитей. Двухосное растяжение в плоскости пробы связано с одновременным деформированием элементов в двух взаимно перпендикулярных направлениях, совпадающих с направлением нитей основы и утка в ткани, с направлением петельных столбиков и петельных рядов в трикотаже. Развивающиеся при этом напряжения и деформации в различных направлениях изделия неодинаковы и зависят в первую очередь от строения и свойств материала, от условий эксплуатации и вида одежды.

При двухосном растяжении в плоскости пробы применяют разные методы испытаний. На рис. 3.6 а показана схема заправки пробы квадратной формы. Зажимы 1-1 и 2-2 располагаются перпендикулярно друг к другу. При крестовой пробе двухосное растяжение обеспечивается полностью только в центральной зоне, а около зажимов происходит лишь одноосное растяжение.

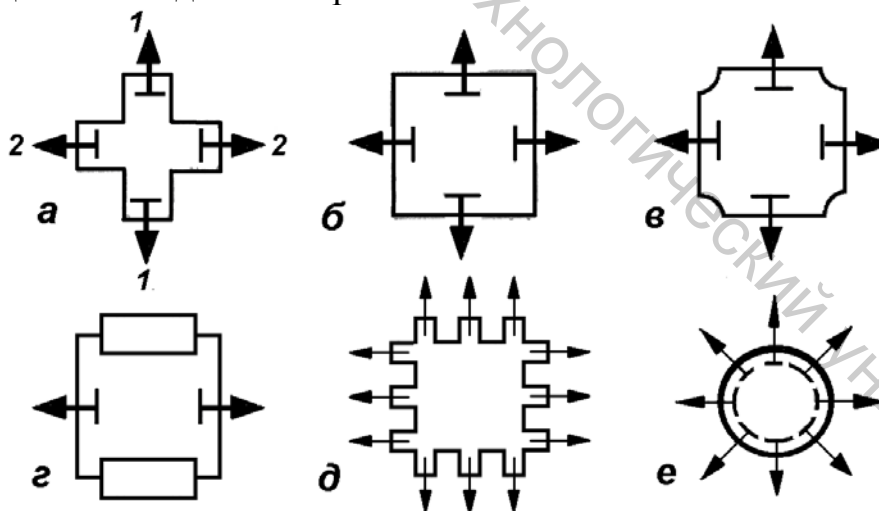


Рисунок 3.6 – Схема проб при разных методах испытания на двухосное растяжение:

- а – крестовой стрип (при одинаковой или разной скорости растяжения); б, в – грэб-метод; г – при растяжении только в одном направлении; д – с несколькими захватами со всех сторон пробы;
- е – при растяжении срезанной шаровой поверхности (показано пунктиром)

При испытании крестовых образцов (рис. 3.6 б–д) показатели разрывной нагрузки оказываются меньше суммарных показателей разрывной нагрузки по основе и утку при одноосном растяжении, но больше, чем при одноосном растяжении по основе и по утку. Разрывное удлинение оказывается меньше, чем при одноосном растяжении.

Деформация материала при двухосном растяжении имеет сложный характер. При симметричном двухосном растяжении центр образца практически не перемещается, в то время как другие структурные элементы ткани имеют перемещения относительно образца.

При двухосном растяжении с одинаковой скоростью деформирования в обоих направлениях большинство разрывов происходило по основе, то есть по той системе нитей, которая обладает меньшим удлинением.

Пространственное растяжение

Достаточно часто текстильные изделия подвергаются нагрузкам, направленным перпендикулярно к их поверхности, распределенным на некоторую площадь и вызывающим растяжение изделий одновременно во многих направлениях.

Растяжения одновременно во многих направлениях возникают в готовых одежных изделиях из ткани, особенно из трикотажа, например там, где они облегают суставы человека — локти, голени, плечи.

В настоящее время для определения усилия, возникающего при продавливании шариком, используются два метода.

В первом случае (рис. 3.7 а) образец 1 продавливается в середине шариком 2 диаметром, соответствующим меньшему внутреннему диаметру кольца 3.

При продавливании образца шариком центральная часть его соприкасается с шариком, принимая форму шарового сегмента. На площадку в центре образца действует сила, направленная перпендикулярно к его поверхности. Она уравнивается силами, растягивающими образец по контуру этой площадки во всех направлениях. Распределение деформаций и усилий при этом виде испытаний неоднородно. Наиболее напряжена центральная часть, в которой обычно и начинается разрушение.

При втором методе (рис. 3.7 б) на образец 1 под действием давления воздуха или жидкости давит зажимаемая под ним гибкая резиновая мембрана, которая и разрывает образец, зажатый в кольце 3. При продавливании мембраной давление воздуха или жидкости равномерно распространяется во всех направлениях, и образец может рассматриваться как тонкая оболочка, подвергающаяся растяжению во всех направлениях. Образец разрушается сразу по растянутой его части, нередко по обеим системам составляющих его нитей.

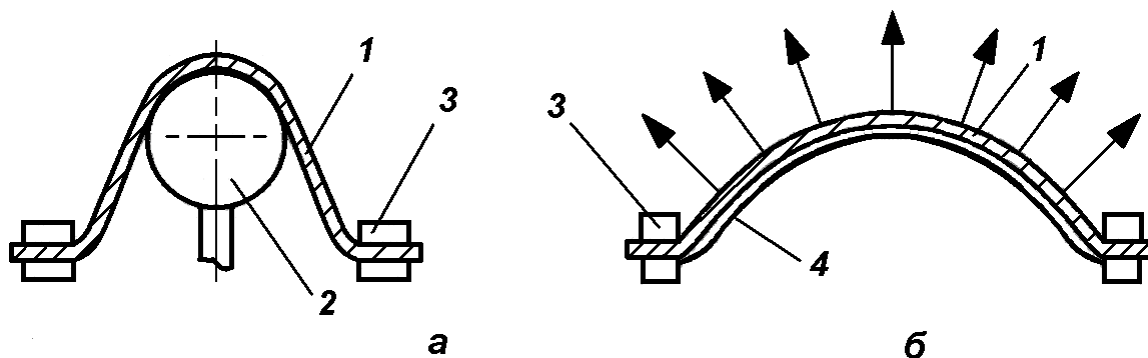


Рисунок 3.7 – Испытание на продавливание круглых образцов

При этом определяют прочность материала при продавливании и стрелу прогиба материала (стрелу прогиба f , мм, устанавливают по шкале удлинения). По величине стрелы прогиба рассчитывают увеличение площади поверхности материала F , %, по формуле $F = 13,7 \times f - 87,5$ (если $f \leq 30$ мм) и по формуле $F = 14,2 \times f - 106,7$ (если $f > 30$ мм). Для трикотажных полотен метод продавливания шариком стандартизирован.

Полуцикловые неразрывные характеристики получают при одноосном растяжении. К ним относятся: усилие $P_\varepsilon(t)$, развиваемое в материале при его растяжении на заданную величину ε за определенное время t ; удлинение материала $\varepsilon_p(t)$ при действии заданной нагрузки P в течение определенного времени t . В результате проведенных исследований установлено, что зависимость между нагрузкой и удлинением свидетельствуют об изменении жесткости материала по мере его растяжения. Показатель жесткости служит характеристикой сопротивления материала деформированию. Легкорастяжимые материалы обладают меньшей жесткостью, малорастяжимые – большей.

В качестве характеристики жесткости текстильных материалов при растяжении используют модуль жесткости E , Па (называемый также начальным модулем первого рода, модулем продольной упругости), который определяют отношением напряжения σ , развиваемого в материале, к относительной деформации ε для участка прямой пропорциональной зависимости на диаграмме «напряжение – деформация». Модуль жесткости можно также характеризовать углом наклона α_1 и α_2 прямолинейного участка на диаграмме «напряжение – деформация» (рис. 3.8).

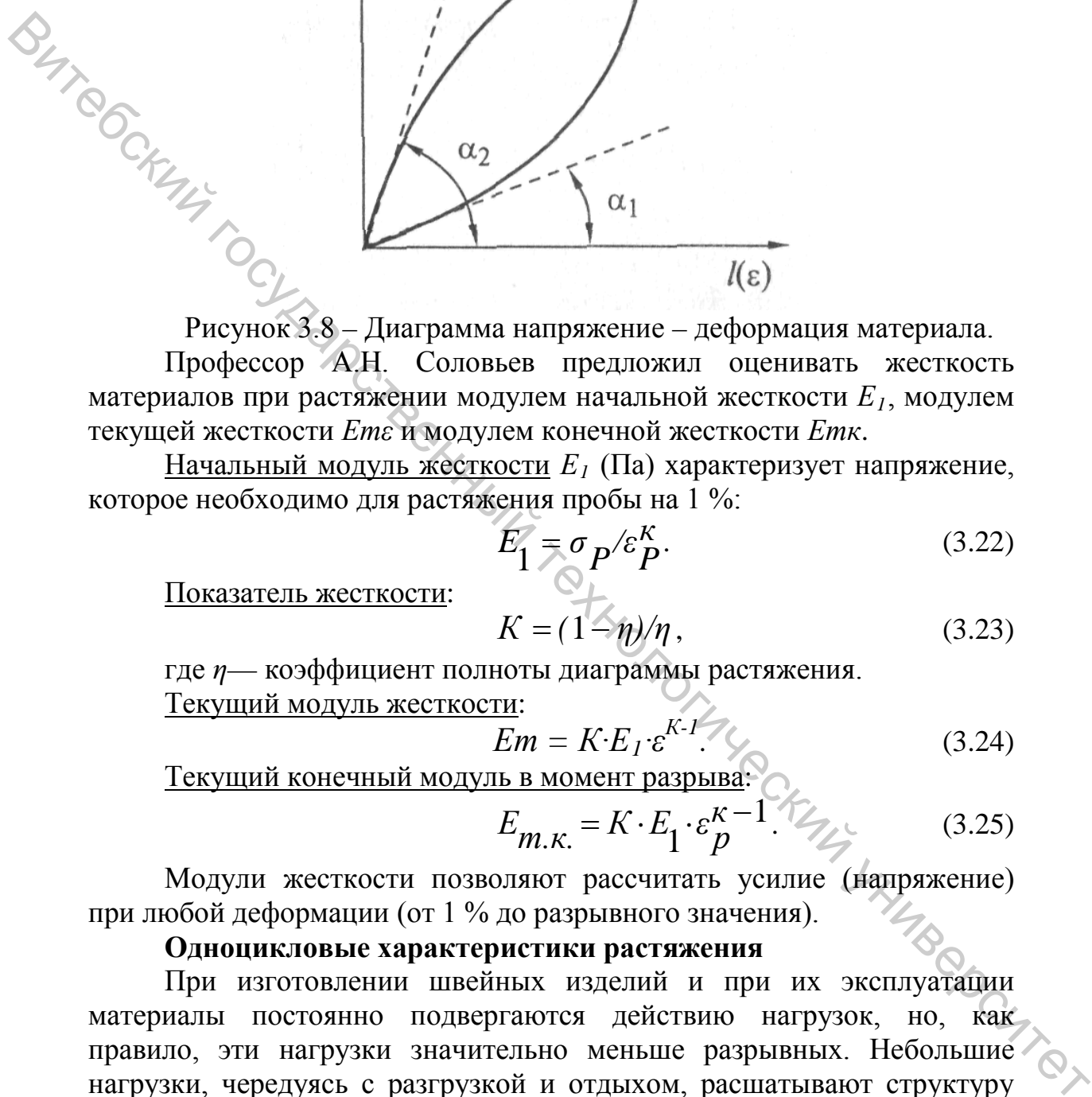


Рисунок 3.8 – Диаграмма напряжение – деформация материала.

Профессор А.Н. Соловьев предложил оценивать жесткость материалов при растяжении модулем начальной жесткости E_1 , модулем текущей жесткости $E_{т.к.}$ и модулем конечной жесткости $E_{т.к.}$.

Начальный модуль жесткости E_1 (Па) характеризует напряжение, которое необходимо для растяжения пробы на 1 %:

$$E_1 = \sigma_p / \varepsilon_p^K \quad (3.22)$$

Показатель жесткости:

$$K = (1 - \eta) / \eta, \quad (3.23)$$

где η — коэффициент полноты диаграммы растяжения.

Текущий модуль жесткости:

$$E_{т.к.} = K \cdot E_1 \cdot \varepsilon^{K-1} \quad (3.24)$$

Текущий конечный модуль в момент разрыва:

$$E_{т.к.} = K \cdot E_1 \cdot \varepsilon_p^{K-1} \quad (3.25)$$

Модули жесткости позволяют рассчитать усилие (напряжение) при любой деформации (от 1 % до разрывного значения).

Одноцикловые характеристики растяжения

При изготовлении швейных изделий и при их эксплуатации материалы постоянно подвергаются действию нагрузок, но, как правило, эти нагрузки значительно меньше разрывных. Небольшие нагрузки, чередуясь с разгрузкой и отдыхом, расшатывают структуру материала и приводят к его ослаблению и ухудшению внешнего вида изделия.

Изучение получаемых при испытаниях в цикле «нагрузка – разгрузка – отдых» характеристик механических свойств текстильных материалов представляет большой интерес, а результаты подобных

исследований могут использоваться при конструировании деталей одежды, ее изготовлении, при разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

Сетчатое строение тканей и петельное строение трикотажа обуславливают образование многочисленных связей. Все связи, действующие в материале, принято разделять на две группы: внешние, определяемые особенностями строения материала, и внутренние, обусловленные особенностями строения нитей (пряжи) и волокон.

При переплетении нитей в ткани между ними возникают силы трения и сцепления. В точках контакта нитей основы и утка эти силы значительно возрастают. Кроме того, структура ткани представляет собой пространственную решетку, форма и размеры которой в значительной степени определяют способность ткани деформироваться. В зависимости от вида переплетения, фазы строения ткани изменяются изгиб и взаиморасположение нитей основы и утка, углы обхвата нитей. Все эти внешние связи, определяемые особенностями строения ткани, оказывают существенное влияние на проявление сил трения и сцепления между нитями и в конечном счете на деформационную способность ткани.

Наряду с внешними связями в ткани действуют внутренние связи, определяемые силами трения и сцепления между волокнами в нитях (пряже), силами межатомных и межмолекулярных связей в волокнах.

В трикотаже внешние связи характеризуются силами трения и сцепления, возникающими между нитями петель. Вследствие петельного строения трикотажа его внешние связи несколько слабее и подвижнее, чем в ткани. Для изменения этих связей требуется приложить меньшее усилие. Внутренние связи в трикотаже, как и в тканях, обусловлены силами трения и сцепления между волокнами, составляющими нить, и силами межатомных и межмолекулярных связей в волокнах.

Нетканые полотна существенно отличаются по своему строению от тканей и трикотажа, их волокнистое строение в значительной степени определяет образование связей, влияет на их механические свойства. Для прошивных нетканых полотен внешние связи определяются главным образом силами трения и сцепления волокон, образующих материал. Эти силы, в свою очередь, зависят от расположения волокон в материале (ориентированное или неориентированное), вида волокон, способа прошивания и т. п.

Для клееных нетканых полотен внешние связи, кроме того, в значительной степени дополняются силами склеивания отдельных волокон связующим веществом. В зависимости от количества связующего вещества силы склеивания волокна могут быть очень значительными и оказывать преобладающее влияние на механические свойства материала, на его деформационную способность.

Таким образом, ткани, трикотажные и нетканые полотна имеют сложное строение, которое в значительной степени влияет на их деформационную способность, на характер развития релаксационных процессов.

Релаксационными называют процессы, протекающие во времени и приводящие к установлению равновесного состояния материала. Релаксационные процессы в текстильных материалах наблюдаются при всех видах механических воздействий на материал (растяжение, изгиб, сжатие и др.) и являются их характерной особенностью. Эти процессы в текстильных материалах оказывают большое влияние как на качество изготовления, так и на эксплуатацию швейных изделий.

После снятия нагрузки вследствие проявления релаксационных процессов материалы полностью или частично восстанавливают свои первоначальные размеры. Деформация, которую материал получает при длительном воздействии небольшой по величине нагрузки, называется полной ($l_{полн}$) или общей (l_0). Полная деформация полимерных материалов (а текстильные материалы в подавляющей своей части являются полимерными) складывается из упругой, эластической и пластической ($l_{полн} = l_y + l_\varepsilon + l_{nl}$). Первые две являются обратимыми, пластическая – необратимая.

Упругая деформация (l_y) возникает потому, что под действием внешней силы происходят небольшие изменения средних расстояний между соседними звеньями и атомами макромолекул, при этом межмолекулярные и межатомные связи сохраняются. Незначительно изменяются и внешние связи, определяемые силами трения между волокнами и нитями. Упругая деформация возникает и исчезает (при снятии нагрузки) со скоростью звука.

Эластическая деформация (l_ε) возникает вследствие того, что под действием внешней силы происходит изменение конфигурации макромолекул, составляющих волокна, они переходят в более распрямлённое состояние и ориентируются по направлению действия сил, т. е. вдоль оси волокна. Макромолекулы находятся в изогнутом положении, и их звенья взаимодействуют со звеньями одной и той же молекулы и со звеньями соседних макромолекул. Аналогичные изменения происходят и на уровне внешних связей. Это приводит к появлению внутренних напряжений, которые приводят к нарушению связей между структурными элементами и образованию новых связей. А поэтому перемещения отдельных звеньев совершаются лишь малыми смещениями, и эластическая деформация развивается в течение длительного времени и во многом зависит от внешних условий (температуры и относительной влажности воздуха). После снятия внешних сил медленно идёт обратный релаксационный процесс.

Пластическая деформация (l_{nl}) возникает вследствие того, что под действием внешней силы происходят необратимые смещения

макромолекул и их комплексов на довольно большие расстояния. К пластической же деформации относят и деформацию, появляющуюся вследствие смещения плохо закреплённых участков волокон и нитей в изделии.

Все составные части деформации при приложении внешней силы начинают развиваться одновременно, но с различными скоростями.

Одноцикловые характеристики определяют на приборах, называемых релаксометрами, двумя методами: при постоянной нагрузке или постоянном удлинении, которые устанавливают в долях от разрывных характеристик (рис. 3.9)

Одноцикловые характеристики определяют при нагрузке, обычно составляющей 10 или 25 % от разрывной. Первый отсчет производится обычно через 2-3 секунды после снятия нагрузки, а за это время кроме упругой исчезает некоторая доля эластической деформации с малым периодом релаксации. Часть эластической деформации, которая не успела исчезнуть за ограниченное время отдыха, переходит в пластическую, тем самым превышая ее истинную величину, поэтому довольно часто пластическую деформацию называют остаточной. По этой причине обычно определяют условные их значения, которые носят названия: быстрообратимой, медленнообратимой и остаточной деформации ($l_o = l_{bo} + l_{mo} + l_{ost}$).

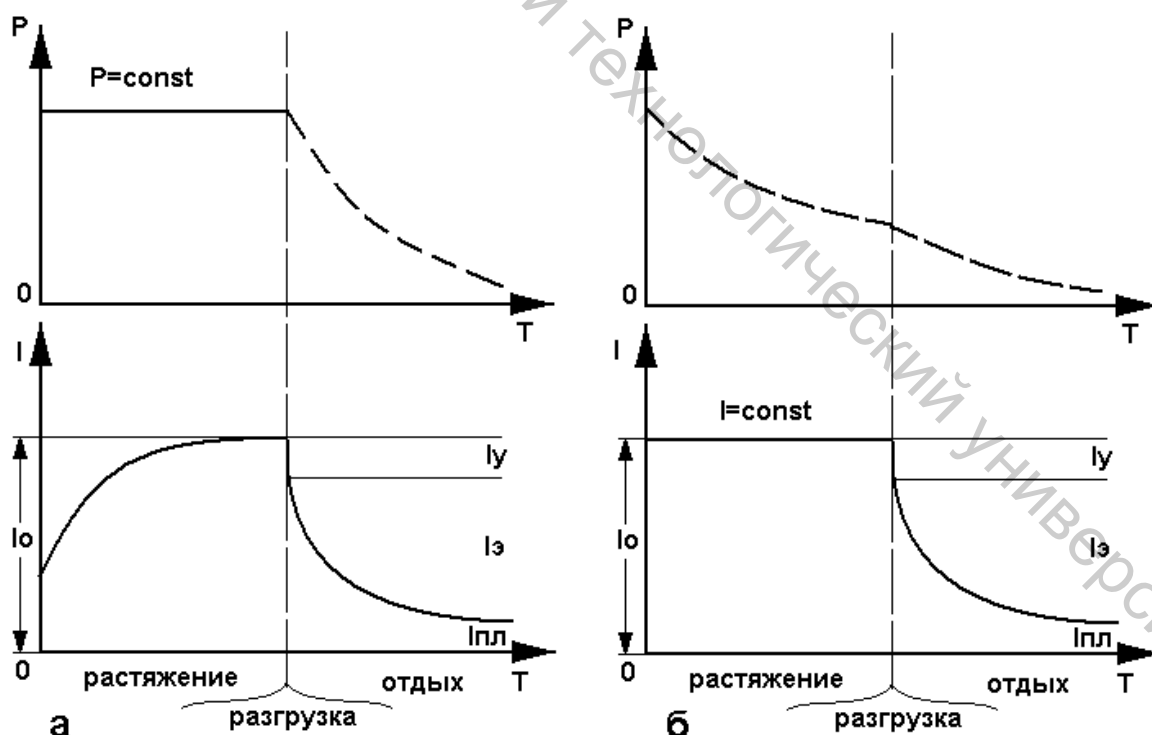


Рисунок 3.9 – Изменение во времени деформации растяжения:

а – при постоянной нагрузке; б – при постоянном удлинении

Наряду с абсолютными значениями составных частей деформации определяют их относительные характеристики ($\varepsilon_o = 100 \times l_o / L_o$; $\varepsilon_{BO} = 100 \times l_{bo} / L_o$; $\varepsilon_{MO} = 100 \times l_{mo} / L_o$; $\varepsilon_{OCT} = 100 \times l_{ost} / L_o$; $\varepsilon_o = \varepsilon_{BO} + \varepsilon_{MO}$)

+ $\varepsilon_{ост}$, где L_0 – начальная длина образца, мм) и доли составных частей деформации ($\Delta l_{бо} = l_{бо} / l_0$; $\Delta l_{мо} = l_{мо} / l_0$; $\Delta l_{ост} = l_{ост} / l_0$; $\Delta l_{бо} + \Delta l_{мо} + \Delta l_{ост} = 1$).

Принципиальная схема релаксометра РТ-6 приведена на рис. 3.10.

Пробную полоску 2 закрепляют в неподвижном нижнем зажиме 1 и подвижном 3, который подвешен на ленте 4, перекинутой через блок 7, свободно сидящий на оси 6. Второй конец ленты соединен скобой 10 с подвеской 11 для грузов 13. Упор 12, опираясь на рычаг 15, препятствует действию грузов на пробу. Для нагружения пробы отводят крючок 14, при этом рычаг 15, опускаясь, освобождает упор 12 и проба деформируется под действием грузов.

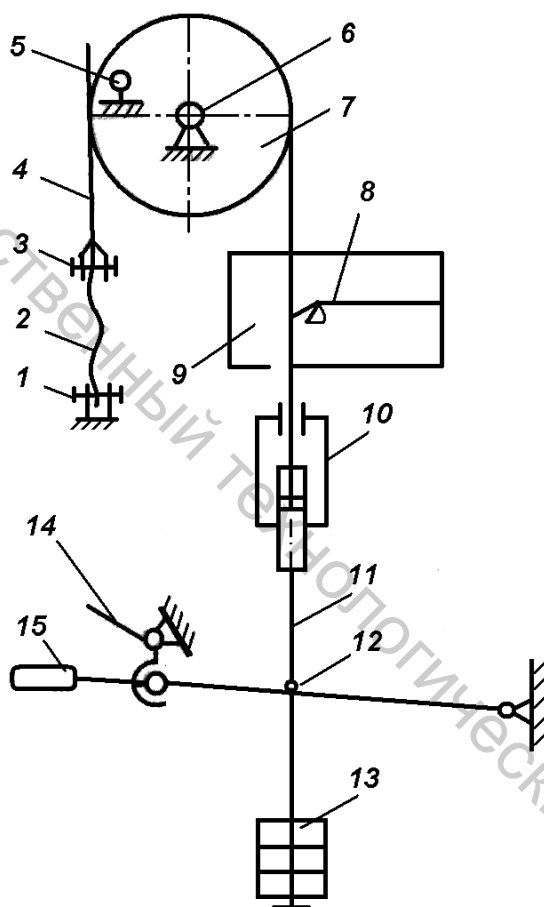


Рисунок 3.10 – Принципиальная схема релаксометра РТ-6

Величина удлинения отмечается указателем 5 на шкале, нанесенной на ободу блока. По окончании нагружения нагрузку с подвески 11 снимают, в результате чего проба получает возможность сокращаться за счет исчезновения быстро обратимых и медленно обратимых деформаций. Перо 8, закрепленное на бумаге 9, рисует график изменения деформации пробы во времени как под нагрузкой, так и после разгрузки.

На стойках-релаксометрах можно вести испытания как с постоянной нагрузкой на пробу, так и с постоянным удлинением.

На рис. 3.11 представлена схема стойки-релаксометра для испытания при постоянном заданном удлинении.

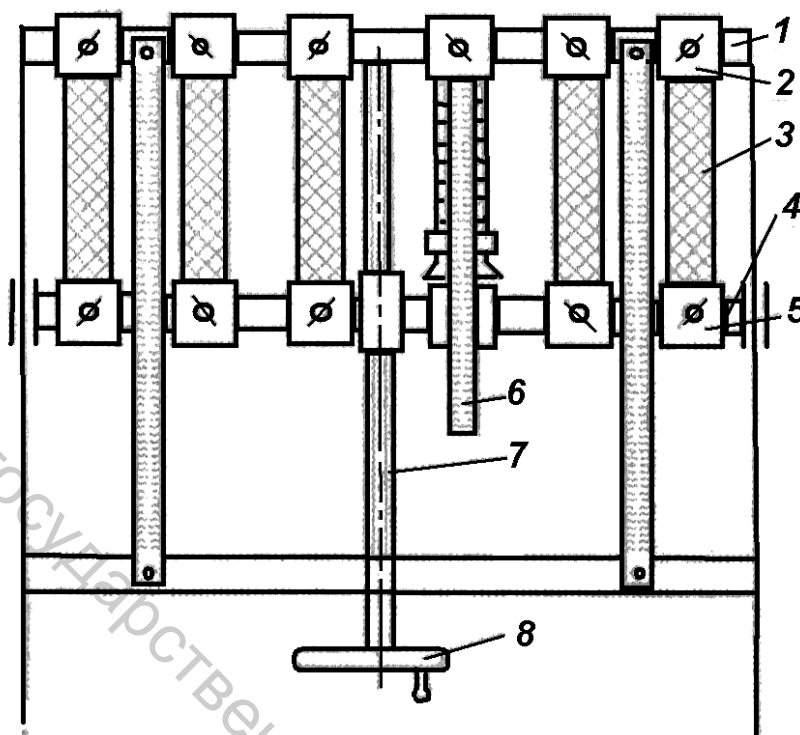


Рисунок 3.11 – Стойка-релаксометр при испытании проб с постоянным удлинением

Пробные полоски 3 заправляют в верхний 2 и нижний 5 зажимы, соответственно укрепленные на неподвижной 1 и подвижной 4 планках. Вращая винт 7, штурвальным колесом 8 перемещают нижнюю планку с зажимами, сообщая пробным полоскам заданную деформацию.

По истечении заданного режима нагрузки (1–1,5 часа) полоски освобождают из нижнего зажима. Миллиметровой линейкой 6 измеряют длину пробных полосок сразу же после разгрузки и после двух часов отдыха.

Величины полного удлинения и доли обратимой и необратимой деформации зависят от волокнистого состава, строения и отделки тканей. Наибольшей упругостью обладают синтетические ткани, чистошерстяные плотные ткани из крученой пряжи, плотные ткани из шерсти с лавсаном. Ткани из шерсти и шёлка имеют большую долю медленнообратимой деформации, поэтому они мало сминаются и постепенно восстанавливают свою форму. Льняные, хлопчатобумажные, вискозные ткани имеют большую долю остаточной деформации в общей, поэтому они сильно сминаются и самостоятельно (без влажно-тепловой обработки) не восстанавливают первоначальную форму. На упругие свойства ткани влияют вид и процентное содержание волокон разного вида. Например, добавка к шерсти вискозного волокна ухудшает упругие свойства ткани, а добавка к шерсти лавсанового волокна, наоборот, увеличивает её упругость. При

одинаковом волокнистом составе упругие свойства ткани будут зависеть: от толщины и крутки нитей, от плотности ткани, от вида переплетения.

Установлено, что на формоустойчивость швейного изделия наибольшее влияние оказывает величина остаточной части полной деформации материала, например, если:

$\varepsilon_{пл} \leq 2 \%$, то изделие будет отличаться высокой формоустойчивостью в течение всего срока эксплуатации;

$2 \% < \varepsilon_{пл} \leq 5 \%$, то в процессе носки форма изделия будет изменяться незначительно;

$5 \% < \varepsilon_{пл} \leq 8 \%$, то изменение формы в процессе носки будет заметно. Срок эксплуатации таких изделий следует ограничить; требуется более тщательный уход за такими изделиями;

если $\varepsilon_{пл} > 8 \%$, то швейные изделия из таких материалов будут отличаться неудовлетворительной формоустойчивостью.

Для трикотажных полотен стандартом предусмотрено определение растяжимости при нагрузке, равной 6Н, что соответствует средней эксплуатационной. Для испытания вырезают полосы размером 220×50 мм, складывают пополам и сшивают в виде кольца так, чтобы периметр был равен 200 мм.

Испытания проводят вдоль петельных рядов, так как именно в этом направлении 90 % полотен обладает наибольшей растяжимостью. В нормативно-технической документации на полотна предусмотрены три группы растяжимости: I – с растяжимостью до 40 %, II – 41–100 %, III – более 100 %. Такое распределение полотен по показателю растяжимости позволяет выявить пределы допусков для размеров изделий при конструировании.

Испытания проводят на приборе типа ПР-3. Одновременно с определением растяжимости определяется величина необратимой деформации $\varepsilon_{но}$. Образец под нагрузкой 600 гс (6 Н) выдерживают в течение 10 минут, а затем дают ему отдых в течение 30 минут. Необратимая деформация подсчитывается по формуле

$$\varepsilon_{но} = \frac{L_k - L_0}{L_0} 100, \quad (3.26)$$

где L_0 – первоначальная длина образца, мм;

L_k – длина образца после 30 мин отдыха, мм.

Для полотен рыхлых структур, предназначенных для верхних трикотажных изделий, целесообразно использовать метод пространственного растяжения, заключающегося в том, что испытуемый образец полотна подвергается пространственному растяжению под действием груза массой 1 кг, представляющего собой металлический шар диаметром 60 мм, в течение 1 часа. После снятия нагрузки и отдыха замеряют остаточную стрелу прогиба (прибор типа СЧД-1).

Многоцикловые характеристики растяжения

Во время эксплуатации швейных изделий материалы, из которых они изготовлены, подвергаются действию многократных растягивающих усилий. Постепенно структура материала изменяется, начинается ухудшение механических свойств, уменьшается прочность. В материале с увеличением числа циклов воздействия накапливается остаточная деформация, что приводит к значительному ухудшению формы изделия (например, появлению вздутий в области локтя, колена и др.).

В начальный период многократного воздействия в соответствии с циклом нагрузка — разгрузка (порядка десятков и сотен циклов) материал деформируется, но его структура, как правило, стабилизируется (рис. 3.12).

На этой стадии многократного растяжения вначале отмечается быстрый прирост остаточной циклической деформации. Затем в результате некоторой упорядоченности структуры материала прирост замедленной деформации, пополняющей остаточную часть, практически прекращается, а доля высокоэластической деформации, проявляющейся за время, совпадающее со временем отдыха в каждом цикле, возрастает. Это объясняется тем, что в начальный период цикла более подвижные и слабые связи нарушаются, перегруппировываются элементы структуры материала, сближаются соседние нити и волокна, возникают новые связи. Одновременно происходит ориентация волокон относительно осей нитей и молекулярных цепей полимера. В результате материал упрочняется.

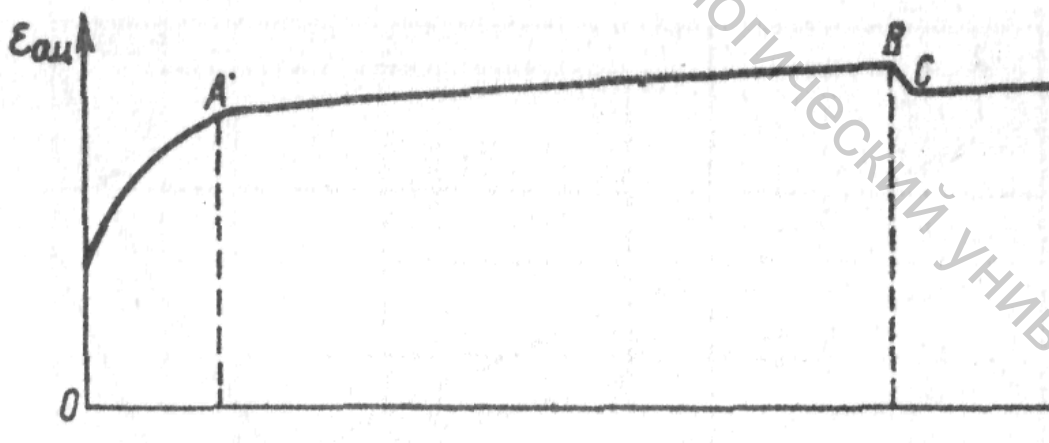


Рисунок 3.12 – Кривая накопления остаточной циклической деформации пробы: OA – период накопления; AB – период стабилизации; BC – окончание процесса деформации

Дальнейшее увеличение числа циклов многократного растяжения, не сопровождающееся ростом нагрузки (деформации) в каждом цикле, не вызывает заметного изменения структуры материала и его свойств. Дело в том, что материал, претерпев структурные изменения в первый

период, в дальнейшем приспособляется к новым условиям. Внешние и внутренние связи, участвующие в сопротивлении действию нагрузки в каждом цикле, в условиях установившегося режима растяжения проявляются в виде упругой и эластической циклической деформаций с малым периодом релаксации. В этих условиях материал в состоянии выдерживать десятки тысяч циклов без резкого ухудшения свойств (период стабилизации).

В заключительной стадии многоциклового воздействия (десятки и сотни тысяч циклов) вследствие утомления материала наступает его усталость. На отдельных наиболее слабых участках или в местах, имеющих дефекты, происходит интенсивный рост остаточной циклической деформации материала и его разрушение.

Для оценки стойкости материалов к многократному растяжению используют следующие характеристики:

выносливость – число циклов, которое выдерживает материал до разрушения при заданной амплитуде растяжения;

долговечность – время от начала многократного растяжения до разрушения материала;

изменение прочности после действия заданного числа циклов растяжения;

остаточная циклическая деформация $\varepsilon_{O.C.}$ (%) – остаточная деформация, накопившаяся в материале за определенное заданное число циклов:

$$\varepsilon_{O.C.} = 100(L_k - L_0) / L_0, \quad (3.27)$$

где L_k – конечная длина рабочей части пробы после заданного числа циклов растяжения, мм; L_0 – зажимная (рабочая) длина пробы, мм.

Практика показывает, что при сравнительно малой деформации (нагрузке), задаваемой в каждом цикле, материал может выдерживать большое число циклов без разрушения и без заметного нарастания остаточной циклической деформации. С учетом этого обстоятельства текстильные материалы принято характеризовать пределом выносливости (рис. 3.13).

Под пределом выносливости понимается то наибольшее значение деформации (нагрузки), задаваемое в каждом цикле, при котором материал выдерживает очень большое число циклов нагружения. Для каждого материала предел выносливости устанавливается экспериментально. Предел выносливости целесообразно использовать при конструировании швейных изделий.

Для оценки поведения материалов под действием многократного растяжения используют приборы — пульсаторы, на которых пробы материалов подвергаются одноосному растяжению в течение заданного числа циклов или до разрушения. Различают три вида пульсаторов, сохраняющих в каждом цикле постоянство амплитуды: абсолютной

заданной циклической деформации, относительной заданной циклической деформации, заданного циклического усилия. Величина растяжения в каждом цикле называется амплитудой и устанавливается в зависимости от вида швейного изделия, материала, условий и сроков носки.

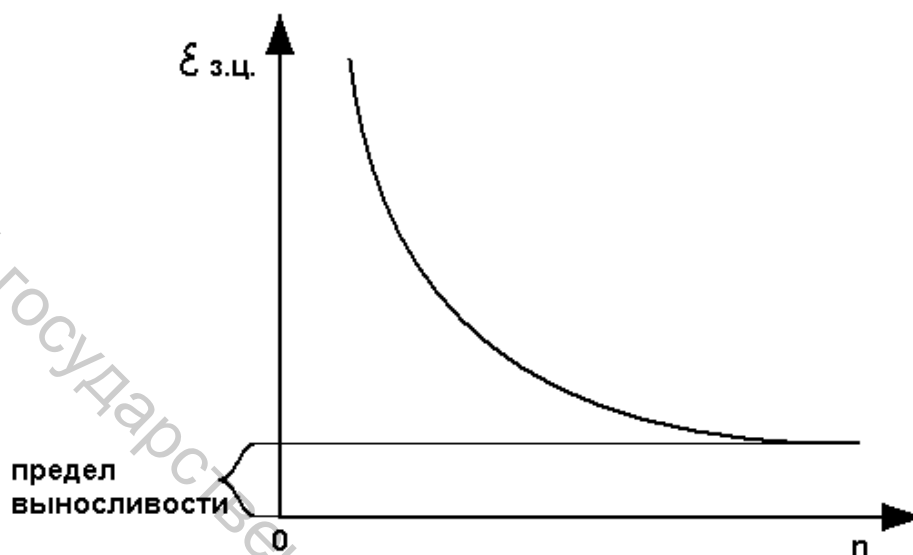


Рисунок 3.13 – Предел выносливости

Увеличение усилия при циклическом воздействии приводит к увеличению общей и остаточной деформации. После каждого цикла, независимо от их числа, остаточная деформация растет — проба после каждого нагружения несколько увеличивает свои размеры. В конечном счете, при значительном числе циклов нагружения растяжение достигает предельного, и материал разрушается.

С увеличением плотности и степени заполнения ткани и трикотажа растут связанность их элементов и выносливость к многократным растяжениям. Материалы, характеризующиеся однородностью и устойчивостью связей, обладают большей выносливостью.

Остаточная циклическая деформация материала в значительной степени зависит от его волокнистого состава. Материалы, выработанные из волокон, обладающих большой упругостью (синтетических, шерстяных, натуральных шелковых и др.), при многоцикловом воздействии нагрузки характеризуются незначительной остаточной циклической деформацией.

Выносливость материала и интенсивность накопления остаточной циклической деформации в большой степени зависят от усилия деформации в каждом цикле. Для всех материалов увеличение усилия (деформации) в цикле приводит к резкому снижению выносливости и интенсивному нарастанию остаточной циклической деформации.

На стойкость материалов к многократному растяжению влияют различные факторы. В зависимости от волокнистого состава материалы имеют разную остаточную циклическую деформацию. Например, ткани из натуральных целлюлозных волокон (хлопок, лен) отличаются высокой остаточной циклической деформацией; введение в состав материалов упругих волокон (например, полиэфирных) приводит к значительному уменьшению остаточной циклической деформации и повышению формоустойчивости материалов. Среди тканей, изготовленных из пряжи, наименьшей остаточной циклической деформацией обладают ткани из гребенной пряжи, причем чем выше крутка пряжи, тем меньше остаточная циклическая деформация. Высокой упругой деформацией отличаются ткани из текстурированных нитей. Изделия из таких тканей долгое время сохраняют свою форму. Большое влияние на стойкость к многократному растяжению оказывают также вид переплетения, плотность и другие структурные характеристики.

Деформация материалов в одежде

При эксплуатации швейных изделий материалы испытывают действие небольших по величине нагрузок. Величина и распределение деформации растяжения полотна по участкам одежды зависят от соответствия размера одежды размерам тела человека, его физического развития. С увеличением размеров тела человека изменяется не только удлинение ткани, но и характер распределения ее деформации по участкам одежды.

Растяжение материала в одежде при ее эксплуатации можно определить несколькими методами: непосредственным измерением, методом «нитки» и тензометрированием.

При использовании метода непосредственного измерения предварительно на участке одежды в направлении нитей основы, утка или под углом к ним отмечают две точки. Далее, измеряя расстояние между этими точками до начала движения (человек находится в исходном положении) и в момент выполнения движения (на некоторое время движение должно быть задержано), определяют величину растяжения материала на данном участке. Этим методом можно определять растяжение материала только на отдельных, открытых, участках одежды при однократных движениях. Точность результатов измерения невысокая.

При использовании метода «нитки» на участке одежды в выбранном направлении отмечают две точки, и между ними прокладывают отрезок хлопчатобумажной нитки в 6 сложений. Один конец нитки закрепляют в первой точке, а другой ее конец во второй точке протягивают в виде одного стежка через материал и оставляют свободным.

В исходном положении на нитке при входе ее в материал во второй точке делают отметку. В результате растяжения материала на данном участке и изменения расстояния между двумя заданными точками происходит перетягивание нитки за счет ее свободного конца. После выполнения одного движения на свободном конце нитки делают вторую отметку. Расстояние между двумя отметками на нитке и характеризует растяжение материала на данном участке в заданном направлении.

С помощью нитки можно измерять растяжение материала на различных участках одежды и при самых различных движениях. Точность измерения значительно выше, чем при непосредственном измерении.

Тензометрирование — наиболее совершенный и точный метод измерения деформации растяжения материала в одежде. Этот метод предусматривает использование упругого элемента в виде П-образной скобы (рис. 3.14), изготовленной из фосфористой бронзы толщиной 0,1–0,15 мм, с наклеенными на верхнюю часть тензорезисторами (проволочными датчиками сопротивления).

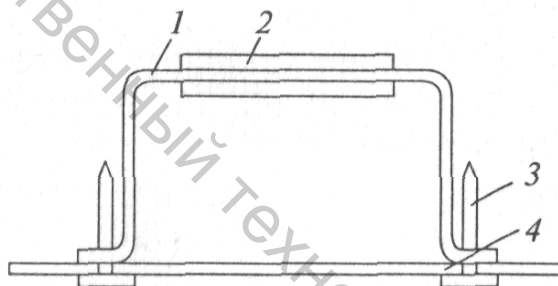


Рисунок 3.14 – Схема упругого элемента на иглах: 1 – скоба; 2 – тензорезистор; 3 – игла; 4 – материал

Скоба на материале закрепляется с помощью игл. Применение упругих элементов в виде скобы позволяет измерять деформацию растяжения и сокращения материала на самых различных участках одежды при многократных движениях и с записью процессов деформации.

В результате проведенных исследований установлено. Что наибольшее растяжение ткань испытывает на тех участках одежды, где при движении человека наиболее резко увеличиваются размеры его тела. В большинстве изделий наибольшее растяжение ткань испытывает в зонах, прилегающих к среднему и нижнему участкам проймы. В прилегающих изделиях удлинение ткани иногда достигает: по основе – 20 %, утку – 50 %, диагонали 40 % от разрывного; растяжимость трикотажных полотен достигает 25 % (10–12 % от разрывного), в изделиях спортивного назначения полотно деформируется на 35–55 %.

Деформируемость материалов в одежде необходимо учитывать при моделировании, конструировании швейных изделий (выбор

силуэта, припусков на свободное облевание), а также при разработке технологии пошива (например, прокладывании кромок по пройме).

3.2.2 Изгиб

Волокна, нити и изделия из них постоянно подвергаются деформации изгиба. Изгибаются они легко, т. к. гибкость является характерной особенностью всех текстильных материалов. Гибкость полотен играет важную роль в производстве швейных изделий, а требования, предъявляемые к ней, часто носят противоречивый характер и зависят от вида одежды, особенностей её моделей и конструкции. Так, материалы для одежды строгих форм, с прямыми линиями (например, для мужских пальто и костюмов) должны характеризоваться достаточной жёсткостью и несминаемостью. Материалы для женских платьев с лёгкими складками, сборками и т. п. должны легко изгибаться и хорошо драпироваться.

При выполнении швов, подгибании низа юбок, брюк и рукавов, образовании складок требуется, чтобы материал легко изгибался. Но в процессе эксплуатации в одежде под действием деформации изгиба и сжатия образуются складки, морщины, что ухудшает внешний вид изделий. В таблице 3.5 приведена классификация характеристик изгиба.

Таблица 3.5 – Классификация характеристик изгиба

Класс	Подкласс	Группа
Полуцикловые	Неразрывные	Жесткость при изгибе Драпируемость Закручиваемость трикотажа
Одноцикловые	Неразрывные	Несминаемость (сминаемость)
Многоцикловые	Неразрывные	Несминаемость (сминаемость)
	Разрывные	Выносливость Долговечность

Жесткость при изгибе – это способность материалов сопротивляться изменению форм при действии внешней изгибающей силы.

На жесткость текстильных материалов влияют их волокнистый состав, структура, свойства волокон и нитей, а также структура и отделка самого материала. Чем больше распрямлены и ориентированы цепные молекулы волокнообразующего полимера, тем больше внутреннее трение, ограничивающее перемещение цепей молекул, меньше гибкость волокон.

Например, большая жесткость льняной ткани объясняется высоким модулем жесткости льняных волокон. Из-за низкого модуля жесткости шерстяных волокон жесткость шерстяной ткани небольшая.

При круглой форме сечения волокна оказывают большее сопротивление изгибающим усилиям, чем при плоской. Жесткость волокон растет с увеличением их толщины.

С повышением крутки возрастает слитность нитей (пряжи) и вместе с этим их жесткость. Поэтому в направлении нитей основы, имеющих более высокую крутку, чем нити утка, жесткость ткани при изгибе больше, чем в диагональном направлении и в направлении утка. Жесткость нитей при увеличении крутки растет до известного предела. За пределом критической крутки, когда участки волокон, лежащие в периферийных слоях, перенапряжены, сопротивление нитей изгибу падает. Поэтому ткани из нитей креповой крутки обладают хорошей гибкостью и драпируемостью. Одним из основных факторов, влияющих на жесткость ткани, является переплетение в ней нитей. С увеличением длины перекрытий и уменьшением числа связей между системами нитей жесткость ткани уменьшается. Например, жесткость тканей саржевого переплетения меньше, чем полотняного.

Увеличение числа нитей на 10 см ткани приводит к повышению жесткости всей системы. При увеличении толщины материала его жесткость возрастает.

Значительно влияют на жесткость тканей отделочные операции, особенно аппретирование. Например, обработка шерстяных камвольных тканей карбамолом увеличивает их жесткость в 1,5 раза. Жесткость тканей также зависит от атмосферных условий. Под действием температуры и влажности жесткость тканей изменяется, причем в менее плотных тканях эти изменения связаны со свойствами волокон, в более плотных — со структурой самой ткани. В процессе раскроя, при настилении жесткие ткани меньше мнутся, не имеют перекосов и заминов, благодаря чему обеспечивается большая точность выкраиваемых деталей.

В теории упругости жесткость при изгибе B , мкН/см^2 , определяется по формуле

$$B = E \cdot J, \quad (3.28)$$

где E – мкН/см^2 – модуль продольной упругости, зависит от материала тела;

J , см^4 – момент инерции тела относительно нейтральной оси, зависит от размеров и формы поперечного сечения.

Однако текстильные материалы, деформируясь, не подчиняются закону Гука, а упругие деформации их являются лишь частью полной деформации, соответствующей данному напряжению. Формула, приведенная выше, может быть справедлива лишь для очень малых, кратковременных нагружений текстильных материалов, при которых доля условно-упругой деформации составляет большую часть. Поэтому большинство методов оценки жесткости при изгибе текстильных материалов основано на экспериментальном определении некоторых параметров материала при изгибе, а рассчитываемые значения жесткости имеют условный характер.

Для определения жесткости материалов при изгибе применяют приборы двух типов:

- консольный метод – материал изгибается под действием распределенной нагрузки (собственной силы тяжести);
- метод кольца – материал изгибается под действием сосредоточенной нагрузки.

На рис. 3.15 представлены схемы приборов, используемых для определения жесткости на изгиб текстильных полотен.

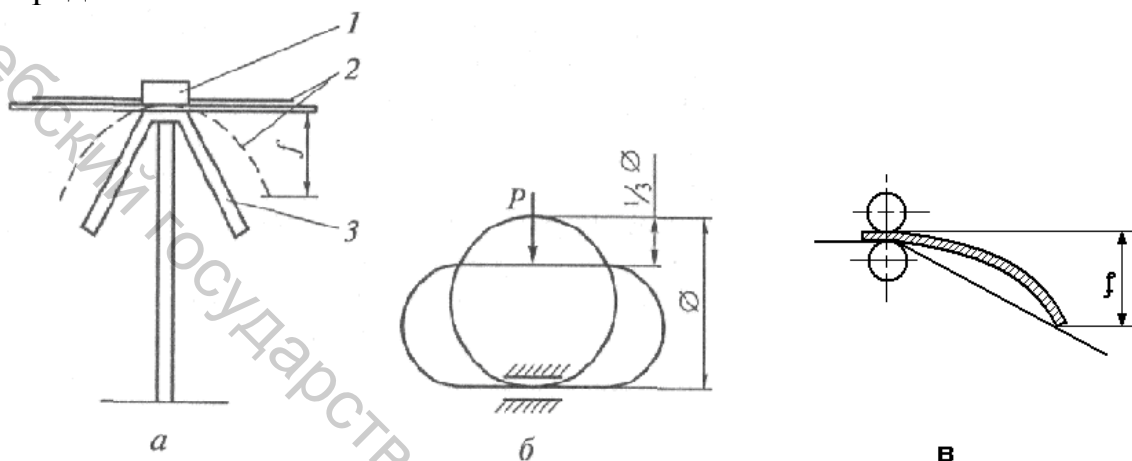


Рисунок 3.15 – Схемы определения жесткости материалов на разных приборах: а – на приборе ПТ-2 (метод консоли); б – на приборе ПЖУ-12М (метод кольца); в – прибор «наклонная плоскость» (метод консоли)

Согласно ГОСТ 10550–93 на приборе ПТ-2 (гибкомер) испытывают легко изгибающиеся материалы (3.15 а).

Прямоугольная проба 1 располагается на опоре 2 и прижимается к ней грузом 3, создающим контакт пробы с плоскостью опорной площадки. При испытании боковые стороны опорной площадки опускаются, проба прогибается под действием собственной силы тяжести. на приборе с помощью указателя и шкалы определяют абсолютную среднюю величину прогиба f (см) пробы. Определяют также длину свешивающейся части полоски:

$$L = (L_0 - L_{зж}) / 2, \quad (3.29)$$

где L_0 – длина полоски, см; $L_{зж}$ – ширина груза 3, см.

Условная жесткость, сН·см²:

$$EJ = ml^3 / A, \quad (3.30)$$

где m – масса 1 см полоски, г/см;

l – длина свешивающейся части образца, см;

A – функция относительного прогиба ($f_0 = f / l$) определяется по таблице (ГОСТ 10550–93).

При выполнении стандартных испытаний (5 элементарных проб в продольном и поперечном направлениях размером 160×30 мм каждая) значение жесткости EJ , мкН·см³, вычисляют по формуле

$$EJ = 42046m'/A, \quad (3.31)$$

где m' – масса 5 проб (полосок), г.

Определяют также коэффициент жесткости K_{EJ} , представляющий отношение продольной жесткости материала к его поперечной жесткости:

$$K_{EJ} = EJ_{\text{прод}} / EJ_{\text{попер}}. \quad (3.32)$$

При испытании методом переменной длины жесткость определяют на пробах размером 260×30 мм. Каждую пробу подвергают испытанию так же, как и консольным бесконтактным методом, определяют стрелу прогиба. Затем элементарную пробу укорачивают на 20 мм, отрезая с обеих сторон по 10 мм, и повторно измеряют (определяют массу элементарных проб и измеряют стрелу прогиба). Укорачивание пробы повторяют по достижении длины пробы 60 мм. Значение относительного прогиба вычисляют по формуле

$$Fo = f/l. \quad (3.33)$$

Затем строят график (f_0, l) изменения значений относительного прогиба f_0 в зависимости от значения длины свешивающейся части пробы l , см. По графику находят длину $l_{0,5}$ пробы, имеющую значение относительного прогиба $f_0 = 0,5$.

Среднюю массу l см длины прогиба пробы m_l , мг/см, вычисляют по формуле $m_l = (m \cdot 1000) / (5L_{\text{нач}})$, где m – общая масса 5 проб начальной длины $L_{\text{нач}}$, г.

Жесткость $EI_{0,5}$, мкН·см², для продольного и поперечного направлений при фиксированном значении относительного прогиба $f_0 = 0,5$ вычисляют по формуле

$$EI_{0,5} = 1,92 \cdot m_l \cdot l_{0,5}^3, \quad (3.34)$$

где $l_{0,5}$ – длина пробы при значении относительного прогиба $f_0 = 0,5$. Коэффициент жесткости определяют отношением

$$K_{EJ_{0,5}} = \frac{EI_{0,5\text{прод}}}{EI_{0,5\text{попер}}}. \quad (3.35)$$

К приборам второго типа относится прибор ПЖУ-12М (ГОСТ 8977–74), на котором жесткость определяется величиной нагрузки P , необходимой для прогиба согнутой кольцом пробы на 1/3 первоначального диаметра. На приборе ПЖУ-12М испытывают материалы, обладающие значительной жесткостью: искусственную кожу, дублированные материалы, бортовые ткани, нетканые клееные прокладочные полотна, пакеты одежды и т. п.

Жесткость технических тканей иногда определяют на приборе «Наклонная плоскость». Прямоугольные образцы размером 30×30 мм располагают на горизонтальной плоскости, с помощью двух вращающихся валиков полосу продвигают до тех пор, пока ее свободный конец не коснется наклонной плоскости, расположенной под каким-либо углом к горизонтали. Жесткость оценивается изгибающим моментом M , мг·см; по формуле

$$M = 10^3 \cdot W \cdot C^3, \quad (3.36)$$

где W – масса 1 см² ткани, мг;

$$C = L \sqrt[3]{\frac{\cos 0,5 \theta}{8 \operatorname{tg} \theta}} \quad (3.37)$$

где L – длина свешивающейся части полоски, см; θ – угол между и наклонную плоскостью.

Величина под радикалом зависит от угла и имеет следующие значения:

θ , град	10	20	30	40	50
$\frac{\cos 0,5 \theta}{8 \operatorname{tg} \theta}$	0,889	0,694	0,588	0,51	0,443

Жесткость при изгибе учитывается при моделировании, конфекционировании, конструировании и изготовлении швейных изделий.

Из жёстких материалов можно моделировать изделия только с прямыми линиями, исключаящими драпировки и сильную расклешённость. При конструировании необходимо тщательно выбирать припуски на свободное облевание, исключить припуски на посадку при влажно-тепловой обработке или сутюживание и т. д. Жёсткие материалы труднее режутся, при соединении на швейных машинах легко повреждаются швейной иглой, что уменьшает прочность изделия в швах, затрудняют глажение изделий.

Драпируемость – способность текстильных материалов в подвешенном состоянии под действием собственной массы образовывать красивые округлые устойчивые складки.

Драпируемость зависит от гибкости материала и его массы. Чем жестче структура материала, тем большие усилия требуются для его изгиба, тем хуже драпируемость. При увеличении поверхностной плотности материала его драпируемость улучшается. Особенно хорошо драпируются тонкие гибкие и тяжелые материалы, они образуют мелкие складки.

Для определения драпируемости используется два метода: метод иглы и дисковый метод.

По первому методу (метод В.Я. Евдокимова и А.К. Бухаровой) на образце изделия размером 400×200 мм намечают (по меньшей стороне) точки 1, 2, 3, 4 (рис. 3.16).

Образец подвешивают к стойке, накалывая его по намеченным точкам на иглу 5 так, чтобы получились три складки, из которых центральная обращена к экспериментатору. Чтобы складки на игле не разошлись, образец зажимают между пробками 6 и 7. В подвешенном состоянии образец оставляют на 30 минут, по истечении которых измеряют масштабной линейкой по нижнему краю образца расстояние А. При низкой драпируемости это расстояние будет близким к ширине образца в расправленном виде.

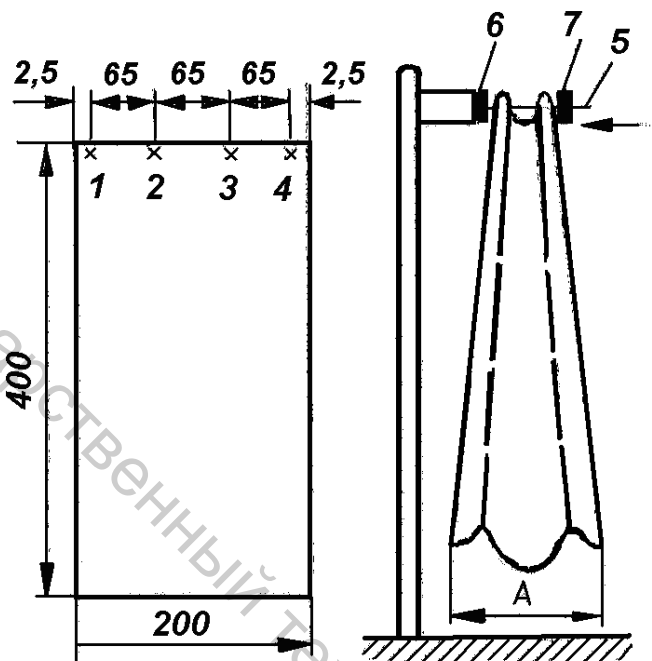


Рисунок 3.16 – Схема определения драпируемости изделий по методу В.Я. Евдокимова и А.К. Бухаровой
Драпируемость (%) изделия вычисляют по формуле:

$$D = \frac{(200 - A) \cdot 100}{200} = 100 - 0,5 A. \quad (3.38)$$

Однако этот метод недостаточно отражает все случаи деформации изделий, которые наблюдаются при их использовании, так как не позволяет судить о драпируемости по двум направлениям сразу. В основном этим методом оценивают драпируемость гардинных полотен.

Чаще всего драпируемость определяют дисковым методом. Для шёлковых тканей рекомендуется брать образец диаметром 150 мм, а для всех остальных – 200 мм. Диаметр диска 50 мм рекомендуется для шёлковых и шерстяных тканей, и диаметр 80 мм – для хлопчатобумажных и льняных. Круглый образец накалывают на диск и сверху закрепляют вторым диском (рис. 3.17). При этом края образца свисают вниз, принимая различные формы. Сверху диск освещается параллельным пучком света. Под диском располагают лист бумаги. Жёсткие, плохо драпирующиеся ткани образуют крупные торчащие складки. Площадь проекции испытуемого образца из таких тканей на плоскость приближается к площади круга. Хорошо драпирующиеся

ткани дают более глубокие складки, а проекция испытуемого образца на плоскость имеет сильно изрезанный контур.

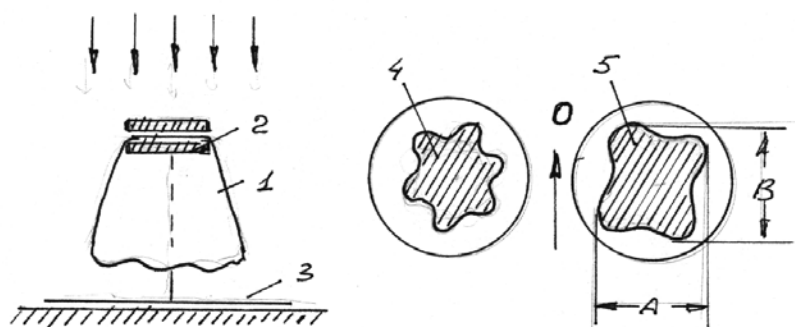


Рис.3.17 Определение драпируемости дисковым методом:

1 – образец; 2 – диск; 3 – лист бумаги; 4 – проекция хорошо драпируемого образца на плоскость; 5 – проекция плохо драпируемого образца на плоскость

Драпируемость ткани характеризуется коэффициентом драпируемости, %:

$$K_d = \frac{S_o - S_{np}}{S_o} \cdot 100, \quad (3.39)$$

где S_o – площадь проекции круга, мм²;

S_{np} – площадь проекции образца на плоскость, мм².

Отношение площадей проекций можно заменить отношением массы бумаги, на которой зарисованы проекции.

По соотношению габаритных размеров (X) в двух взаимно перпендикулярных направлениях можно судить о том, в каком направлении материал драпируется лучше

$$X = \frac{B}{A}, \quad (3.40)$$

где B – максимальный (габаритный) размер проекции образца на плоскость в направлении основы, мм;

A – то же в направлении утка, мм.

Если $X > 1,1$ – то материал лучше драпируется в направлении утка;

если $X < 0,95$ – то материал лучше драпируется в направлении основы;

при $0,95 \leq X \leq 1,1$ – то материал одинаково драпируется во всех направлениях.

В таблице 3.6 представлены ориентировочные коэффициенты драпируемости различных тканей.

Силуэт одежды выбирается в зависимости от драпируемости материала. Если это не учитывать, то в готовом изделии получить задуманный художником–модельером силуэт изделия вряд ли удастся.

Таблица 3.6 – Ориентировочные коэффициенты драпируемости различных тканей

Вид ткани	Оценка драпируемости		
	хорошая	удовлетворительная	плохая
Хлопчатобумажная	>65	45÷65	<45
Шерстяная			
плательная	>80	68÷80	<68
костюмная	>65	50÷65	<50
пальтовая	>65	42÷65	<42
Шёлковая плательная	>85	75÷85	<75

Драпируемость является формообразующим свойством, и величина этого показателя устанавливается для конкретной модели изделия в зависимости от требуемых формы и силуэта.

Несминаемость. Во время эксплуатации текстильные материалы подвергаются действию изгиба и сжатия в различных направлениях, что приводит к ухудшению внешнего вида изделия. При изготовлении швейных изделий часто приходится изгибать детали, закладывать складки, подгибать низ деталей и т. д. Поведение материалов под действием изгибающих усилий характеризуется сминаемостью и несминаемостью.

Сминаемость – это свойство текстильных материалов под действием деформации изгиба и сжатия образовывать исчезающие складки и морщины.

Несминаемость – это способность материала сопротивляться изгибу, сжатию и восстанавливать первоначальное состояние после снятия усилия, вызвавшего его изгиб и сжатия.

Материалы сминаются вследствие наличия у изделий пластических и эластических деформаций изгиба и сжатия. Та часть сминаемости, которая зависит от наличия эластических компонентов после некоторого времени исчезает. Части сминаемости, связанные с наличием пластических компонентов, остаются. Чтобы изделие окончательно расправить, его приходится подвергать влажно-тепловой обработке – гладить и т. п. Сминаемость портит внешний вид изделий, ускоряет их износ при стирании, особенно по складкам.

Изучение сминаемости особенно необходимо для тех изделий, для которых имеет большое значение хороший внешний вид, например, для костюмных, платьевых, пальтовых и других тканей, верхнего трикотажа.

Для определения несминаемости (сминаемости) применяют различные методы и приборы, которые делят на два типа: производящие ориентированное смятие образцов и выполняющие неориентированное смятие.

Для всех тканей, кроме шерстяных, ориентированное смятие производят на приборе СМТ или смятиемере.

Для этого пробу Т-образной формы (рис. 3.18 а) складывают под углом 180° и выдерживают 15 минут под нагрузкой, затем нагрузку снимают. После пятиминутного отдыха замеряют угол восстановления и подсчитывают коэффициент несминаемости K_n , % по формуле:

$$K_n = 100\alpha / 180 = 0,555\alpha. \quad (3.41)$$

Несминаемость х/б тканей характеризуется суммарным углом восстановления после смятия по основе и утку.

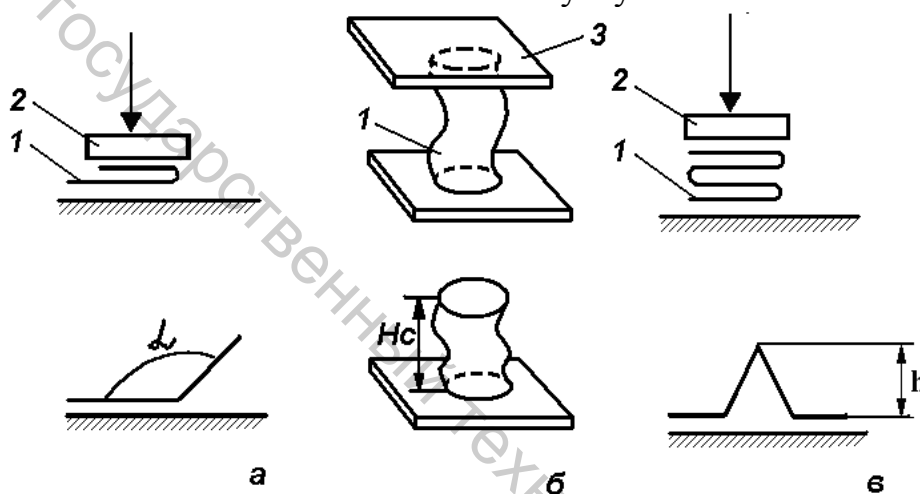


Рисунок 3.18 – Определение несминаемости (а, б) и сминаемости (в) материалов: 1 – проба; 2 – груз; 3 – платформа нагружения

Сминаемость шерстяных тканей определяют на приборе СТ-1 (рис. 3.18 в). Пробу перегибают так, чтобы образовались три складки, и выдерживают под нагрузкой в течение 5 минут. После разгрузки и трехминутного отдыха измеряют высоту складки h , мм. Коэффициент сминаемости рассчитывают по формуле

$$K_c = h / 20, \quad (3.42)$$

где 20 – ширина металлической пластины, использованной для образования складки ткани, мм.

При эксплуатации одежды происходит преимущественно неориентированное смятие, которое часто на практике воспроизводят сжатием рукой собранной в комок ткани с последующей визуальной оценкой ее сминаемости. Этот метод прост и доступен, но субъективен. При этом приняты следующие оценки степени сминаемости: сильно сминаемый, сминаемый, слабо сминаемый и несминаемый.

Несминаемость текстильных материалов при неориентированном смятии определяют на приборе СТП-6 (рис. 3.18 б). При испытании платформа нагружения опускается и сжимает рабочую пробу (полоска

ткани. сшитая в цилиндр высотой H_0). Несминаемость материала характеризуется способностью рабочей пробы восстанавливать высоту после смятия и отдыха и определяться коэффициентом несминаемости, K_n , %.

$$K_n = 100(H_c / H_0), \quad (3.43)$$

где H_c – средняя высота рабочей пробы после смятия; H_0 – начальная высота несмятой пробы, мм.

Размеры образцов, а также величину и продолжительность действия нагрузки и отдыха устанавливают в зависимости от поставленной задачи и вида материала.

Несминаемость на СПТ – 6 определяют как при однократном, так и при многократном смятии.

Проф. А.Н. Соловьевым предложено проводить многократное смятие на приборе СПТ – 6 по следующему режиму: 20 циклов смятия (один цикл смятия включает в себя 1 минуту нагрузки и 1 минуту отдыха) и 30 минут отдыха. Коэффициент несминаемости при этом определяется по формуле

$$K_n = \sqrt[3]{K_1 \cdot K_n \cdot K_o}, \quad (3.44)$$

где K_1 – коэффициент несминаемости в первом цикле;

K_n – коэффициент несминаемости после заданного числа циклов (например 20-го цикла);

K_o – коэффициент несминаемости после 30-минутного отдыха.

Сминаемость зависит от волокнистого состава ткани, толщины и крутки нитей, вида переплетения, плотности и отделки. Мало сминаются ткани, выработанные из шерсти, шёлка, многих синтетических волокон и нитей; ткани, выработанные из хлопка, вискозного волокна и особенно льна имеют высокую сминаемость. С увеличением крутки нитей повышается их упругость и уменьшается сминаемость тканей. Сминаемость тканей зависит от их плотности. Ткани повышенной плотности имеют большую упругость, лучше сохраняют форму в одежде и меньше мнутся. Ткани рыхлой структуры, элементы которой смещаются без особых усилий, обладают значительной сминаемостью. Сминаемость также зависит от вида переплетения. Наименьшую сминаемость тканям придают переплетения типа креповых, имеющие хаотично разбросанные перекрытия. Наибольшую сминаемость имеют ткани полотняного переплетения; сминаемость тканей с более длинными перекрытиями, например тканей атласного переплетения, меньше. Большое влияние на сминаемость оказывает отделка. Для уменьшения сминаемости хлопчатобумажных тканей и тканей из вискозной пряжи применяются специальные малосминаемые отделки. Блеск, окраска и рисунок ткани могут подчёркивать или зрительно уменьшать сминаемость. Наиболее

заметны складки и морщины на светлых блестящих тонких тканях. Рисунок на ткани делает сминаемость менее заметной.

Трикотаж малосминаем. Нити, образующие петли в трикотаже, имеют сложное пространственное расположение, поэтому при смятии трикотажа в нем меньше участков нитей, подвергающихся одинаковой деформации, чем в тканях. Напряженные в разной степени участки нитей трикотажа помогают быстрее восстановить его первоначальные размеры

Сминаемость ткани необходимо учитывать при моделировании одежды. Из сильносминаемых материалов необходимо проектировать изделия с большим припуском на свободу движения. В этом случае на материал будут действовать меньшие нагрузки, и он будет меньше сминаться.

Для создания формоустойчивых швейных изделий целесообразно выбирать материалы с несминаемостью более 75 %. Изделия из материалов с несминаемостью менее 65 % быстро теряют внешний вид и форму, которую можно восстановить с помощью влажно-тепловой обработки.

Закручиваемость трикотажа. Нити в процессе вязания получают деформации изгиба и растяжения и благодаря этому приобретают извитую форму. Трение между нитями, волокнами и внутри волокон способствует сохранению извитой формы. При этом в нитях развиваются пластические и упругие деформации. Упругая деформация создает в нитях внутреннее напряжение, пока они находятся в связи друг с другом и исчезает при выходе отдельных нитей из образца. Напряженное состояние нитей проявляется в стремлении одинарного трикотажа к закручиванию с краев.

Степень закручивания трикотажа зависит от упругих свойств волокна, структуры нитей и ее толщины, вида переплетения, плотности вязания, внешних условий и способов отделки трикотажного полотна.

В основном закручиваются полотна одинарных переплетений. Если из трикотажа переплетения гладь вырезать образец и оставить его в свободном состоянии, то он сразу начнет закручиваться с изнаночной стороны на лицевую по линии петельных столбиков и с лицевой на изнаночную по линии петельных рядов.

Двойные переплетения как поперечно-вязанные, так и основовязанные не закручиваются, т. к. стремление нитей в петлях на одной стороне трикотажа распрямиться нейтрализуется точно таким же стремлением нитей другой стороны.

Закручиваемость одинарных переплетений является их недостатком, т. к. вызывает ряд осложнений в швейном производстве.

Так, кроеные изделия из одинарных поперечновязанных полотен нельзя комплектовать поштучно (в пачке удерживаются в распрямленном состоянии за счет сил тангенциального сопротивления).

При пошиве устанавливают специальные расправители краев, для получения ровных швов дают припуски, которые срезаются при пошиве.

Закручиваемость полотна можно несколько уменьшить каландрированием, при этом пропаренные нити вдавливаются друг в друга и после высушивания фиксируются в таком состоянии. В этом случае увеличиваются силы сцепления между нитями и уменьшается возможность нити распрямляться по срезам при раскрое изделий.

Многоцикловые разрывные характеристики при изгибе

Текстильные материалы при однократном изгибе разрушаются очень редко, т. к. критические радиусы кривизны, при которых происходит разрушение волокон очень малы (от 10 мкм у синтетических до 180 – у льняных волокон).

Многократный изгиб — один из основных видов деформации текстильных материалов в условиях эксплуатации швейных изделий. В результате действия небольших по величине, но многократно прикладываемых изгибающих нагрузок материал утомляется, образуются складки, изгибы, замины и т. п.

При многократных изгибах на сравнительно небольших узких углах сгиба материала в местах образования складок, морщин и т. п. возникают зоны предразрушения. В зависимости от степени устойчивости межволоконных и внутриволоконных связей процесс утомления материала проходит более или менее интенсивно. Затем наступает усталость и материал разрушается. Усталость материала от многократных изгибов является не только следствием механических воздействий, но и результатом проявления физических и химических процессов, взаимосвязанных и дополняющих друг друга.

При испытаниях материалов на многократный изгиб определяют показатели следующих характеристик: выносливости — число изгибов, которое выдерживает материал до разрушения; долговечности — время от начала многократного изгиба до разрушения материала; изменение разрывной нагрузки пробы материала после заданного числа изгибов.

Выносливость тканей при многократном изгибе в значительной степени зависит от режимов испытания (угла изгиба, натяжения пробы материала при изгибе). Существенное влияние на выносливость ткани оказывают также ее структура и волокнистый состав.

Испытания тканей на многократный изгиб выполняют на приборах, называемых изгибателями.

Пробная полоска 3 (рис. 3.19) зажимается в верхний зажим 2 с помощью винта 1 (зажим способен поворачиваться вправо и влево на заданный угол — обычно на 90°) и нижний подвижный зажим 4, к которому подвешены грузы 5 для создания деформации полоски. Разрушение полоски происходит на малом участке, который подвергается изгибу.

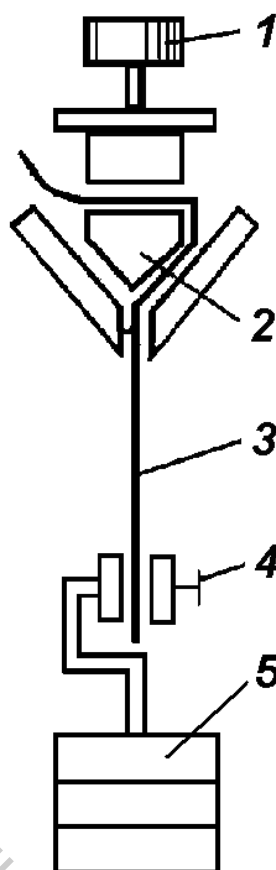


Рисунок 3.19 – Принципиальная схема изгибателя АИНТ–2

Выносливость материала определяется числом двойных изгибов до разрушения пробы.

Натяжение пробы оказывает большое влияние на выносливость материала при изгибах. Обычно грузом создается натяжение образца, составляющее 10— 15 % разрывной нагрузки. На результаты испытаний влияет также форма губок зажима. С увеличением радиуса изгиба материала длительность испытаний увеличивается.

3.2.3 Фрикционные свойства

В процессе переработки и эксплуатации текстильные материалы постоянно соприкасаются с различными поверхностями (текстильными материалами, металлом, деревом и т. д.), при этом между поверхностями возникают силы трения и цепкости, которые необходимо знать и учитывать.

Трение – сила, возникающая при контакте и последующем взаимодействии двух тел. Трение может быть внешним и внутренним. Внешнее трение возникает при контакте поверхностей двух материалов и их движении относительно друг друга.

Внутреннее трение возникает в материале между его структурными элементами при взаимодействии на него внешней среды (механического давления, электромагнитного поля и др.)

Многие свойства материалов (устойчивость к истиранию, устойчивость нитей к раздвижке, осыпаемость нитей из срезов ткани, прочность и растяжимость, распускаемость трикотажа и др.) в значительной мере зависят от сил внешнего трения при контактном взаимодействии полотен, нитей и волокон.

От трения зависят условия выполнения и параметры многих технологических операций изготовления швейных изделий (настиление материалов, стачивания на швейных машинах и др.), а также выбор конструкции швов, методов обработки срезов и т. д. В зависимости от трения определяется назначение материала. Например, в качестве подкладки используют материалы с малым тангенсальным сопротивлением.

Основной количественной характеристикой трения является коэффициент тангенсального сопротивления $\mu = T / N$, где T – сила трения; N – сила нормального давления.

Природа трения при контактных взаимодействиях твердых тел очень сложна. Большинство материалов имеет неровную шероховатую поверхность. При соприкосновении такие поверхности контактируют в основном выступающими участками. Под давлением участки сплющиваются, при этом возникают межмолекулярное и межатомное взаимодействие. И.В. Крагельский предложил молекулярно-механическую теорию, согласно которой проявление сил трения есть результат механического и межмолекулярного взаимодействия соприкасающихся поверхностей.

Таким образом, суммарные силы трения определяются двумя основными факторами: силами межмолекулярного взаимодействия и силами механического сцепления материалов, действующими не по всей поверхности соприкосновения материалов, а только на площади их фактического контакта. При условии действия сил сцепления наряду с силами трения, скольжения суммарная сила представляет собой силу тангенциального сопротивления. Так как текстильные материалы характеризуются крайне неровной шероховатой поверхностью, имеющей глубокие впадины и выступы, то во всех случаях соприкосновения этих материалов будет проявляться сила тангенциального сопротивления.

Расчеты силы тангенциального сопротивления для реальных условий представляют большие сложности. Поэтому в практике принято значение коэффициента тангенциального сопротивления определять экспериментально. Существует несколько методов определения этого коэффициента. Наиболее простым и широко применяемым для текстильных материалов является метод наклонной плоскости.

Метод наклонной плоскости предусматривает измерение угла трения, по которому определяется коэффициент тангенциального

сопротивления, характеризующий силу статического трения поверхности ткани. В соответствии с данным методом на подвижной плоскости 1 (рис 3.20 а) прибора между зажимами 2 и 6 укрепляют образец испытуемого материала 3 лицевой стороной наружу.

При вращении рукояткой 12 винта 9 происходит движение гайки 10, соединенной тягой 11 с плоскостью 1, и изменение угла наклона этой плоскости.

Установив плоскость 1 в горизонтальное положение, на нее кладут колодку 5, также обтянутую образцом испытуемого изделия 4. Вращая рукоятку 12, плавно наклоняют плоскость 1 до тех пор, пока колодка не сдвинется с места и не начнет скользить вниз, после чего отмечают угол трения α указателем 7 по шкале 8.

Согласно рис. 3.20 б сила тангенциального сопротивления

$$T = m \cdot \sin \alpha; \quad (3.45)$$

нормальное давление

$$N = m \cdot \cos \alpha; \quad (3.46)$$

коэффициент тангенциального сопротивления

$$f = T / N = \operatorname{tg} \alpha. \quad (3.47)$$

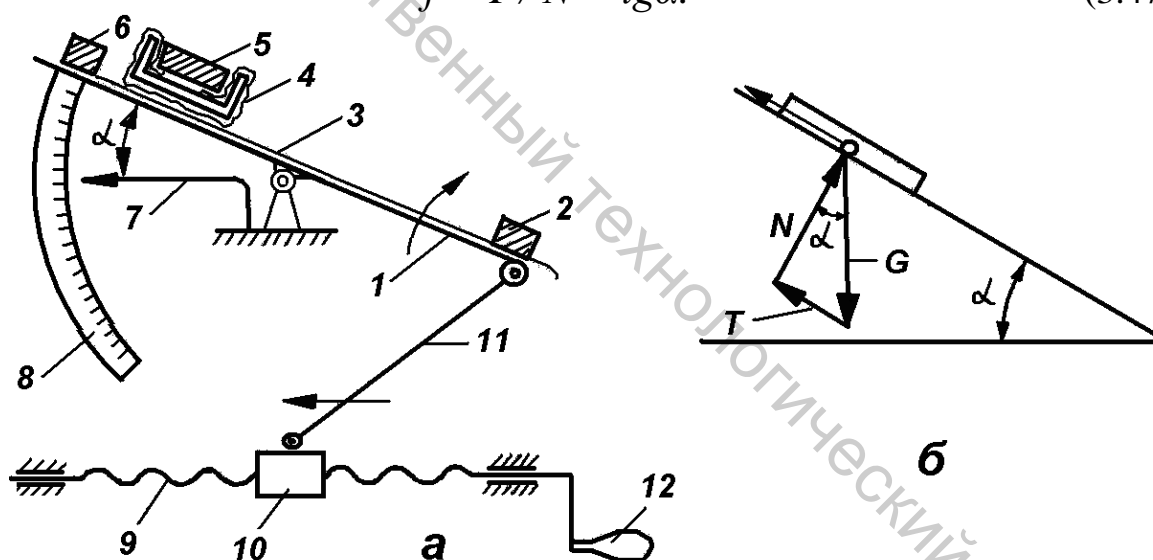


Рисунок 3.20 – Определение тангенсального сопротивления текстильных изделий по методу наклонной плоскости

Благодаря простоте описанный метод получил широкое распространение. Недостатком его является отсутствие постоянства давления и переменная скорость движения каретки, а также невозможность изучения трения при разных скоростях скольжения.

Наряду с «Наклонной плоскостью» для текстильных материалов используют и другие приборы (рис. 3.21).

Метод 1 используется в американском стандарте: нижний образец укладывается на полированную поверхность и с помощью специального валика перемещается влево, увлекая за собой верхний образец,

придавленный грузом. С помощью динамометра определяется усилие, необходимое для смещения образца.

В методе 2 используется специальное приспособление к разрывной машине. Пластины, жестко связанные с верхним зажимом разрывной машины, с помощью пружин прижимают к полоске изделия щечки, на поверхности которых помещен второй материал трущейся пары. Полоска изделия зажимается в нижний зажим разрывной машины, при его опускании определяется сила тангенсального сопротивления.

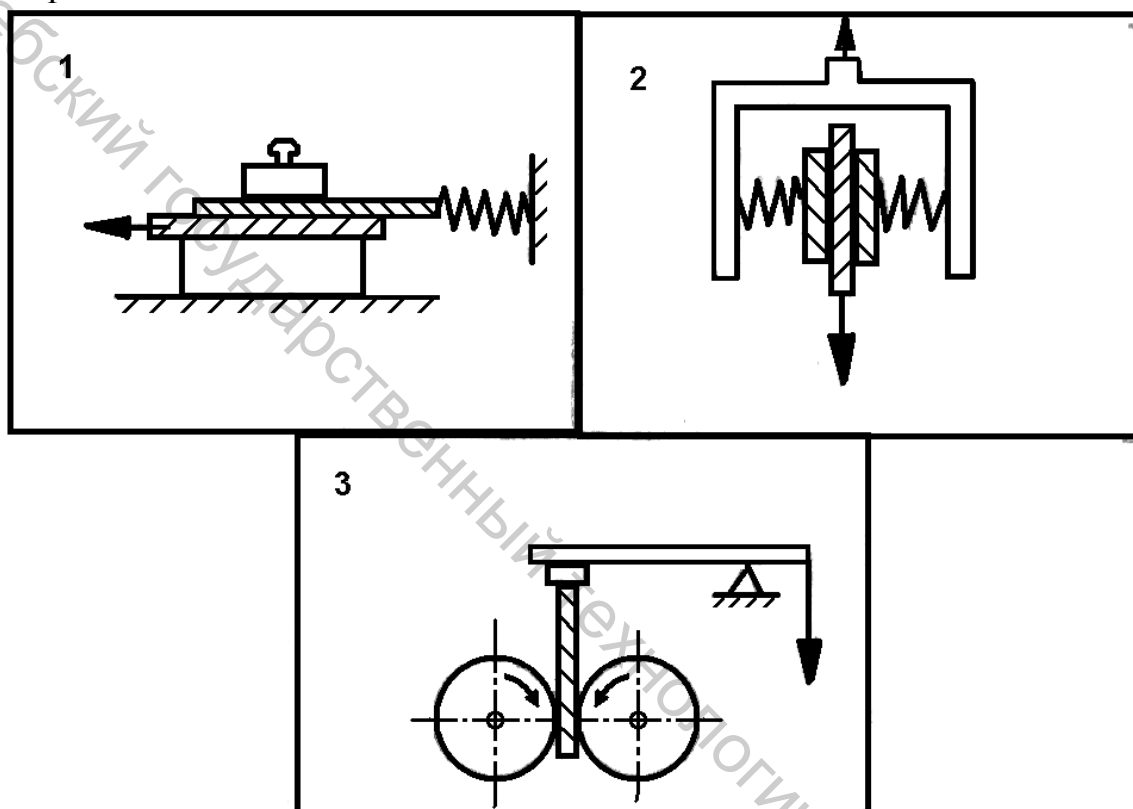


Рисунок 3.21 – Классификация приборов для определения тангенсального сопротивления текстильных изделий

Метод 3: образец изделия, подвешенный на коромысле весов, силой тангенсального сопротивления захватывается вращающимися навстречу друг другу роликами; о величине этой силы судят по нагрузке, которую нужно приложить ко второму плечу, чтобы удержать весы в равновесии.

Раздвигаемость и осыпаемость тканей

В процессе эксплуатации ткани испытывают значительные нагрузки, и, как следствие, происходит нарушение строения тканей и трикотажа, в результате чего происходит смещение нитей относительно друг друга. Степень закрепления нитей в ткани оценивается показателями ее раздвигаемости и осыпаемости.

Раздвигаемостью называют смещение нитей одной системы относительно нитей другой системы под действием внешних сил.

Осыпаемость – выпадение нитей из открытых срезов ткани.

Раздвигаемость и осыпаемость являются следствием малого тангенсального сопротивления нитей в ткани. Причиной недостаточного тангенсального сопротивления могут быть:

- наличие крайних фаз строения ткани, когда уменьшается взаимное соприкосновение нитей (например, в первой фазе по натянутым нитям основы легко смещаются уточные нити);
- вид переплетения (легче смещаются нити у переплетения с малым числом перекрытий);
- состояние поверхности нитей (легко смещаются нити вдоль системы, состоящей из гладких, сильно скрученных нитей);
- механические свойства нитей (смещение нитей идет вдоль нитей, имеющих большую жесткость, меньший коэффициент тангенциального сопротивления);
- плотность ткани (большая плотность увеличивает слитность ткани и нити меньше сминаются);
- соотношение толщины нитей основы или утка (чем больше разница между толщиной основных и уточных нитей, тем они легче смещаются).

Отделочные операции оказывают существенное влияние на связность нитей в тканях. Опаливание, стрижка, ширение увеличивают обособленность нитей в ткани, повышая возможность их раздвигания и осыпания. Аппретирование и валка закрепляют нити и уменьшают раздвигаемость и осыпаемость.

Раздвигаемостью нитей обладают главным образом ткани малой плотности, слабо закреплённые. Раздвигаемость зависит также от вида нитей, переплетения, направления шва. Легко раздвигаются ткани, выработанные из гладких нитей. Длинные перекрытия увеличивают раздвигаемость. В зависимости от строения ткани раздвижка нитей может происходить в направлении основы или утка. Если ткань имеет однородную структуру, то раздвигаемость нитей может быть как по основе, так и по утку, например в шёлковом полотне. Если ткань полотняного переплетения с более толстым, почти прямолинейным утком (например, полотно из вискозных нитей), то раздвигаемость нитей происходит в направлении уточных нитей, т. е. раздвигаются основные нити. Если ткань полотняного переплетения выработана из основных нитей пологой крутки и уточных нитей креповой крутки (например, крепдешин), то раздвигаемость нитей происходит в направлении основных нитей, т. е. раздвигаются уточные нити. Если ткань с начёсом выработана в основе из кардной пряжи, а в утке – из аппаратной пряжи, то раздвигаются уточные нити по основным. Поэтому при раскрое необходимо учитывать способность тканей к раздвигаемости нитей в швах, особенно подвергающихся многократным

растяжениям, и стремиться к тому, чтобы раздвигающиеся нити были расположены под некоторым углом к срезу.

Раздвигаемость нитей в швах чаще всего происходит в сильно облегающей одежде (в пройме при зауженной спинке, в локтевых швах, в центральном шве спинки, в шве сидения брюк и др.), швы которой испытывают большие растяжения, что приводит к их разрушению.

Значительной раздвигаемостью нитей, кроме шёлковых тканей, обладают шерстяные платьевые ткани из гребенной пряжи.

Изготавливать одежду по моделям, сильно облегающим фигуру, из тканей, в которых нити раздвигаются, не рекомендуется. Чтобы уменьшить возможность раздвигаемости нитей, необходимо шов на таких тканях делать шире, а строчку чаще.

Осыпаемость возникает вследствие недостаточно прочного закрепления нитей в ткани и зависит от вида нитей, переплетения, плотности и отделки ткани.

Осыпаемостью нитей обладают в основном ткани из гладких упругих и жёстких нитей. Наибольшей осыпаемостью характеризуются, в частности, капроновые ткани из монопнитей; ткани из натурального шёлка, выработанные из нитей креповой крутки; ткани из гладких нитей, имеющих в основе и утке различную толщину; шерстяные ткани из грубой шерсти.

Пушистые ткани или фасонные нити, как правило, уменьшают осыпаемость тканей.

Применение переплетений с удлинёнными перекрытиями увеличивают осыпаемость тканей. Так, ткани атласного и сатинового переплетений легче осыпаются, чем ткани полотняного переплетения, так как имеют более длинные перекрытия и, следовательно, меньшую связанность основы и утка. Сложные переплетения уменьшают осыпаемость тканей.

Легко осыпаются малоплотные ткани, а также ткани с высокой относительной плотностью, выработанные из упругой кручёной пряжи (габардины, крепы). С повышением плотности одной системы нитей осыпаемость их возрастает. Осыпаемость нитей в разных направлениях неодинакова. Нити основы осыпаются легче нитей утка, потому что имеют большую крутку и, следовательно, большую жёсткость, гладкость и упругость. Наибольшей осыпаемостью нитей характеризуются детали из ткани, срезы которых расположены под углом 15° к основе, наименьшей – под углом 45° .

Такие операции отделки, как опаливание, стрижка увеличивают осыпаемость тканей, а такие, как аппретирование, прессование, валка, нанесение пропиток – уменьшают осыпаемость. Практически не осыпаются сильно уваленные и сильно аппретированные ткани, ткани с плёночными покрытиями, искусственная кожа, искусственная замша и др.

Для укрепления швов в тканях, склонных к осыпанию, в 1,5–2 раза увеличивают ширину шва и обмётывают срезы. Это вызывает дополнительные затраты труда, увеличивает расход ткани и ниток и повышает себестоимость изделия.

Раздвигаемость тканей определяют на приборе РТ-2 (рис. 3.22). Один конец пробы ткани 2 в виде полоски 30x450 (мм) крепят в зажиме барабана 3, а к другому её концу подвешивают груз 1 предварительного натяжения. При включении прибора губки 5 сдвигают пробу ткани, а барабан 3 приводит ее в движение. При появлении просвета между нитями пробы, сдвигаемыми губками, на шкале 4 регистрируют усилие, которое является характеристикой раздвигаемости.

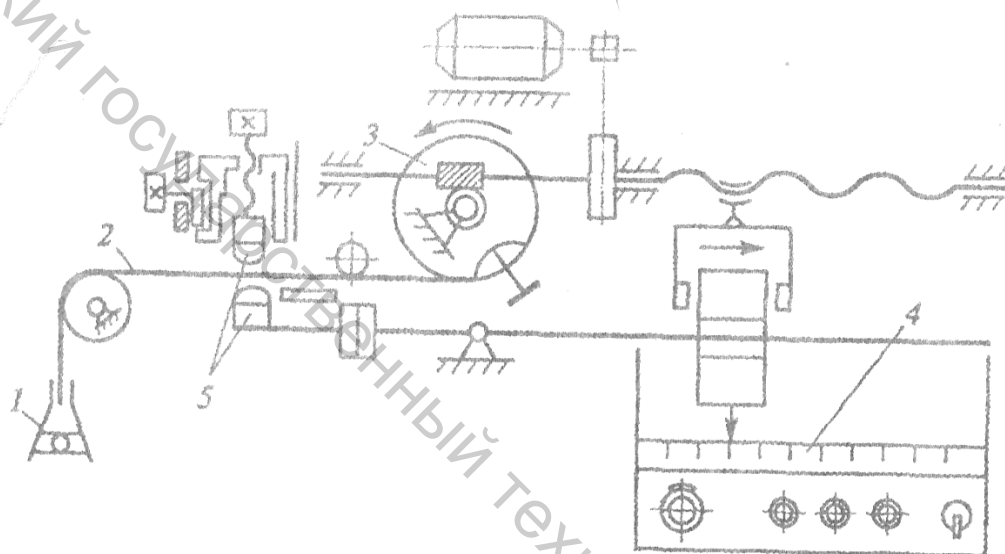


Рисунок 3.22 – Прибор РТ-2: 1 – груз; 2 – проба ткани; 3 – барабан для наматывания пробы; 4 – шкала усилий; 5 – плоские резиновые губки

Нормативы раздвигаемости для тканей представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Усилие раздвигания тканей, даН

Поверхностная плотность, г/м ²	Ткани		
	блузочные, платьевые, костюмные, сорочечные	подкладочные	корсетные
До 80	0,6	0,9	
81–100	0,8	0,9	-
101–120	1	1,2	-
121–140	1,2	1,2	2
Более 140	2	1,2	2,5

Используется также методика определения раздвигаемости нитей в шве на разрывных машинах. За критерий оценки стойкости ткани к раздвигаемости нитей в шве принята сила, вызывающая сдвиг нитей в шве на 2 мм в обе стороны от шва. Установлено, что для тканей с легкораздвигающимися нитями усилие, требующееся для раздвижки,

составляет 8–9 даН, со среднераздвигающимися нитями – 9–11 даН и с нераздвигающимися нитями – более 11 даН.

Осыпаемость определяют на приборе ПООТ-1. В специальном зажиме заправляют 20 проб размером 30x40 мм так, чтобы длина свободно провисающего конца пробы составляла 20 мм. Брус с абразивной щёткой совершает колебательное движение относительно свободного конца образца. В результате пробы подвергаются воздействию щётки с двух сторон, испытывая комплексное действие удара, трения, изгиба и встряхивания. За показатель осыпаемости принимается размер бахромы, образующейся в результате выпадения нитей из пробы ткани после 5000 циклов воздействия абразива на пробу. Ткань относят к легкоосыпающейся, если размер образовавшейся бахромы превышает 2 мм.

Осыпаемость ткани определяется также на разрывной машине с помощью несложного приспособления (рис. 3.23).

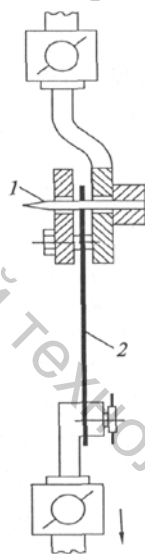


Рис.3.23 – Схема приспособления ЦНИХБИ для определения осыпаемости ткани: 1 – игла; 2 – проба

Усилие, необходимое для сбрасывания иглами двухмиллиметрового слоя нитей из среза пробы (полоски) ткани шириной 30 мм, служит показателем осыпаемости. Различают ткани: легкоосыпающиеся, выдерживающие усилие до 2,9 даН; средней осыпаемости, выдерживающие усилие 3 – 6 даН; неосыпающиеся, выдерживающие усилие более 6 даН. Хлопчатобумажные ткани ситец и бязь имеют показатель осыпаемости 10–12 даН, шерстяная ткань бостон – более 7 даН, шелковая подкладочная около 2 даН.

Осыпаемость и раздвигаемость нормируются для тканей, в волокнистый состав которых входят химические волокна. Эти показатели можно уменьшить обработкой тканей веществами, образующими дополнительные связи между нитями основы и утка.

Распускаемостью трикотажа называется способность одних петель выскальзывать из других по направлению петельных рядов или

столбиков, которая является следствием недостаточной силы тангенциального сопротивления и возникает при обрыве одной из нитей. Распускаемость зависит от вида переплетения, гладкости нитей, их механических свойств и других причин. При раскрое тканей у швов оставляют от края запас для того, чтобы препятствовать осыпанию. Края трикотажных полотен обметывают специальным швом.

Сжимаемость – способность ткани уменьшать толщину под действием смятия. Этот показатель характеризует расход швейных ниток при пошиве и структуру шва.

Легче сжимаются толстые ткани рыхлой структуры (драпы, байка). На таких тканях шов углублен, мало заметен, отличается высокой износостойкостью. Тонкие ткани сжимаются в меньшей степени.

Ткани жёсткой структуры почти не сжимаются, особенно тонкие, плотные и сильно аппретированные (мадаполам, поплин, льняные полотна). На таких тканях шов выступает на поверхности, хорошо заметен и подвергается действию трения, поэтому быстро изнашивается. Изготовление изделий из несжимающихся тканей требует большого расхода швейных ниток, причём более прочных, чем при пошиве изделий из тканей той же толщины, но мягких (муслин, креп).

Различные ткани обладают разной сжимаемостью, у отдельных тканей до 80 % первоначальной толщины. При технологической обработке сжатие ткани не должно превышать 50 % во избежание значительной потери прочности ткани. Установлено, что при сжатии ткани более чем на 70 % её прочность при растяжении уменьшается в 3–4 раза.

Прорубаемость тканей. Возникает прорубаемость при повреждении нитей иглой швейной машины. Игла, проходя через ткань, может пройти между нитями, повредить часть нити или разрушить её полностью.

В зависимости от характера повреждения тканей иглой различают скрытую или явную прорубку. При скрытой прорубке повреждается только часть нити, а при явной прорубке нити повреждаются полностью. Это можно легко обнаружить, просматривая изделие по линии швов. Скрытая прорубка проявляется только в процессе носки и особенно после стирки. Следует различать прорубы и заметный след от строчки, который исчезает при отпаривании и стирке.

Свойство ткани образовывать прорубы в процессе строчки называется прорубаемостью ткани. Прорубаемость зависит от строения и характера отделки ткани, от соответствия номера иглы и швейных ниток сшиваемой ткани, от состояния швейной иглы.

Степень прорубаемости зависит от подвижности нитей в ткани, их толщины, крутки и плотности расположения. Чем больше плотность и жестче структура ткани, тем больше вероятность повреждения ткани. В

плотных тканях (молескине, коверкоте) игла чаще попадает в нити. В тканях малой плотности (маркизете, вуали) вероятность повреждения ткани меньше, так как игла может соскользнуть с поверхности сильно скрученной нити и отодвинуть её в сторону. Если нити имеют малую крутку, то игла, раздвинув волокна, проходит через нить, не повредив её (фланель, байка, драпы).

В тканях полотняного переплетения нити повреждаются легче, потому что вероятность попадания иглы в нить в них больше. В тканях с удлинёнными перекрытиями (саржевое, сатиновое) возможность попадания иглы в нить меньше, так как нити могут смещаться, поэтому прорубаемость таких тканей меньше. Ткани из толстой пряжи повреждаются больше вследствие большей вероятности попадания иглы в нить.

При аппретировании ткани аппрет проклеивает нити, ткань становится жёстче и число повреждений её возрастает.

При каландрировании ткани нити сплющиваются, ткань уплотняется и прорубаемость увеличивается.

Для предупреждения прорубаемости тканей необходимо соблюдать соответствие номера иглы и швейных ниток.

Для толстых и плотных тканей подбирают иглы высоких номеров (более толстые), тонкие иглы могут сломаться от значительного усилия, необходимого для прокола, и повредить ткань. Несоответствие номера иглы и толщины ткани также снижает производительность труда. Тонкие лёгкие ткани нельзя шить толстой иглой: она повредит их.

Ткань может быть повреждена также из-за неправильного подбора швейных ниток. Для тонкой иглы нельзя использовать толстую нитку, так как она не уложится в узком и неглубоком желобке тонкой иглы и силы трения, которые возникают между ниткой и тканью, приведут к повреждению ткани в местах их соприкосновения. Такая нитка, проходя с большой скоростью через узкое ушко тонкой иглы, будет лохматиться, терять прочность и рваться, что также отрицательно отразится на качестве швейного изделия.

3.3 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

К физическим свойствам относят поведение текстильных материалов при взаимодействии с различными окружающими средами. К этим свойствам относится способность материалов поглощать и отдавать влагу, пропускать через себя воздух, пар, дым, тепло, радиоактивное и электрическое излучение и т. д.

Многие из этих свойств определяют способность одежды защищать тело человека от воздействия окружающей среды (холода, жары, солнечных лучей, атмосферных осадков, пыли и т. д.), своевременно удалять из-под одежного слоя пары и газы (пот, углекислый газ и др.), сохранять в пододежном слое необходимый для жизнедеятельности организма микроклимат, т. е. обуславливают гигиеничность одежды.

Кроме того, физические свойства текстильных материалов имеют технологическое значение, так как их проявление при проведении операций изготовления швейных изделий определяет параметры и качество выполнения технологических процессов (влажно-тепловой обработки, стачивания, разрезания и др.).

3.3.1 Поглощение

Текстильные материалы обладают способностью поглощать различные вещества, находящиеся в газообразном, парообразном и жидком состояниях. В зависимости от внешних условий и условий эксплуатации материалы могут удерживать поглощенные вещества или отдавать их в окружающую среду. Как правило, поглощение сопровождается изменением ряда геометрических, механических и физических свойств материалов.

Текстильные материалы относятся к капиллярно-пористым телам, имеющим сложную систему пор и капилляров, различающихся размерами и характером их расположения. Поры в текстильных материалах образуются в результате неплотного расположения макромолекул, микрофибрилл, фибрилл в структуре волокон, между волокнами и нитями в структуре самого материала. Различают микропоры, радиус которых меньше 10^{-7} м, и макропоры, радиус которых больше 10^{-7} м. Установлено, микропористая структура материалов связана, прежде всего, с особенностями строения самих материалов, степенью их заполнения волокнистым материалом. В связи с этим поглощение веществ структурой текстильных материалов представляет собой сложный процесс.

Гигроскопические свойства текстильных полотен характеризуют их способность поглощать и отдавать водяные пары и воду. Важнейшими характеристиками гигроскопических свойств являются влажность, гигроскопичность, влагоотдача, капиллярность, водопоглощение.

Поглощение паров влаги из окружающей среды текстильными материалами происходит путем **сорбции** водяных паров волокнами, представляющей собой сложный физико-химический процесс. Процесс сорбции водяных паров является обратимым, и в определенных условиях происходит отдача – **десорбция** водяных паров. Сорбция состоит из нескольких этапов. На начальном этапе, когда материал попадает в среду с большой относительной влажностью воздуха, начинается процесс **адсорбции** – притягивания поверхностью волокон паров воды, которые образуют на ней плотную полимолекулярную пленку. Адсорбция протекает очень быстро, равновесное состояние достигается в течение нескольких секунд. При насыщении поверхности волокон водяными парами происходит процесс проникновения (диффузии) молекул воды в межмолекулярное пространство, то есть процесс **абсорбции**. В результате процесса абсорбции водяные пары поглощаются всем объемом волокон. В отличие от адсорбции диффузионный процесс проникания влаги в глубь волокна протекает медленно, и время достижения равновесного состояния составляет несколько часов.

Сорбция водяных паров протекает неравномерно во времени (рис. 3.24). В начальной стадии поглощение влаги происходит весьма интенсивно, но при насыщении поверхности материалов водяными парами скорость сорбции снижается и наступает сорбционное равновесие, при котором поглощение влаги прекращается. Влажность материала, соответствующая сорбционному равновесию, называется равновесной влажностью.

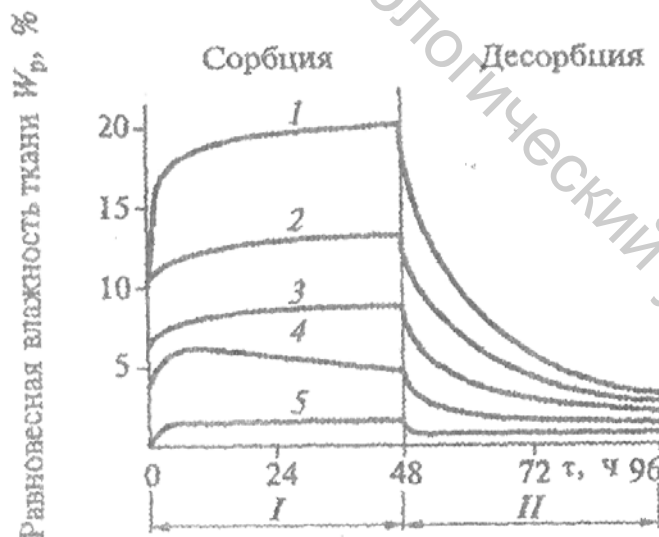


Рисунок 3.24 – Кривые сорбции и десорбции водяных паров тканями: 1– вискозными; 2 – из натурального шелка; 3 – хлопчатобумажными; 4 – капроновыми; 5 – лавсановыми; I – при относительной влажности воздуха 80 %; II – при относительной влажности воздуха 0 %

Равновесная влажность материала зависит от влажности и температуры воздуха. На рис. 3.25 приведены кривые зависимости равновесной влажности от относительной влажности воздуха при постоянной температуре (25 °С), называемые изотермами сорбции.

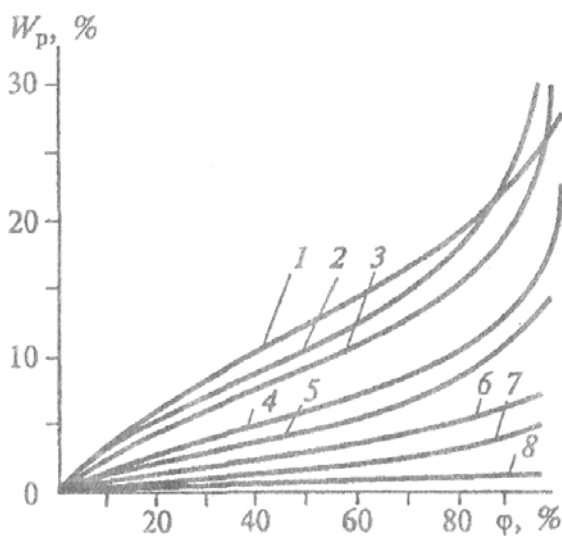


Рисунок 3.25 – Изотермы сорбции водяных паров текстильными волокнами: 1– хлопком; 2 – шёлком-сырцом; 3 – льном; 4 – шерстью; 5 – лавсаном; 6 – нитроном; 7– нейлоном; 8 – ацетатными

Начальный этап десорбции также характеризуется большой скоростью. По мере приближения к новому равновесному состоянию интенсивность отдачи снижается. В одинаковых атмосферных условиях при десорбции равновесная влажность материала выше, чем при сорбции, т. е. изотермы сорбции и десорбции не совпадают (рис. 3.26), наблюдается гистерезис сорбции. Объясняется это тем, что часть абсорбционной влаги, находящейся в межмолекулярном пространстве, при десорбции может удерживаться сильнополярными гидрофильными группами макромолекул, находящихся на поверхности пор материала.

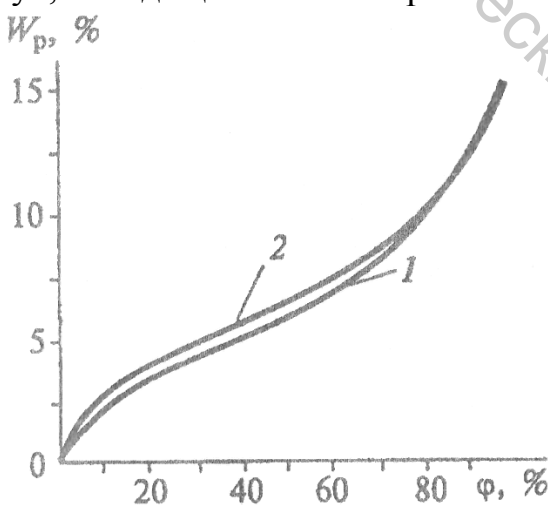


Рисунок 3.26 – Изотермы хлопкового волокна (по данным Е.Н. Чернова): 1 – сорбция; 2 – десорбция

Кривые сорбции и десорбции текстильных материалов свидетельствуют, что материалы из волокон различных видов обладают разной способностью поглощать влагу. Это объясняется химическим составом и надмолекулярной структурой волокон. Имеющиеся в макромолекулах волокон сильнополярные гидрофильные группы (ОН, NH₂, COOH, CONH и др.) притягивают и удерживают молекулы воды. Большой способностью поглощать водяные пары обладают целлюлозные (хлопок, лен) и белковые (шерсть, шелк) волокна. Из искусственных волокон наибольшая гигроскопичность наблюдается у вискозных волокон.

Синтетические волокна (особенно полиэфирные, полиолефиновые и поливинилхлоридные) обладают малой гигроскопичностью, так как в их составе почти отсутствуют гидрофильные группы.

При сорбции паров влаги микрокапиллярами материалов влага из воздуха конденсируется (переходит в жидкую фазу), и капилляры наполняются жидкостью.

Эти свойства текстильных материалов оценивают различными характеристиками.

Влажность W , %, показывает, какую часть массы текстильных материалов составляет влага, содержащаяся в нем при фактической влажности воздуха:

$$W_{\phi} = 100 \left(m_{\phi} - m_c \right) / m_c, \quad (3.48)$$

где m_{ϕ} – масса пробы полотна при фактической влажности воздуха, г; m_c – масса сухой пробы, г.

Методы определения влажности материалов можно разделить на прямые и косвенные. Прямые методы основаны на отделении влаги от материала и реальном определении их массы. К ним относятся: метод высушивания пробы до постоянной массы (принят в качестве стандартного); методы, основанные на экстрагировании влаги из материала водопоглощающими жидкостями; дистилляционный метод.

Косвенные методы оценки основаны на измерении физической величины, функционально связанной с влажностью материала. К этим методам принадлежат: кондуктометрический метод, основанный на изменении электрического сопротивления датчика в зависимости от влажности материала; емкостный метод, который основан на изменении диэлектрических свойств материала в зависимости от содержания влаги.

Кондиционная влажность W_k , %, близка к нормальной влажности, которая характеризуется влажностью материала при нормальных атмосферных условиях ($\phi = 65$ % и $t = 20$ °С). Кондиционную влажность определяют по стандартам.

Кондиционную массу материала рассчитывают по формуле

$$m_k = m_\phi (100 + W_k) / (100 + W_\phi). \quad (3.49)$$

Кондиционная влажность W_k , %, смешанных материалов определяется кондиционной влажностью составляющих его волокон и может быть рассчитана по формуле:

$$W_k = (P_1 W_1 + P_2 W_2 + \dots) / 100, \quad (3.50)$$

где $W_1, W_2 \dots$ – кондиционная влажность составляющих волокон, %; $P_1, P_2 \dots$ – содержание волокон в материале, %.

Гигроскопичность W_2 , % – влажность текстильных полотен и изделий при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %. Для определения гигроскопичности подготавливают 3 полоски размером 50×200 мм. Каждая помещается в бюксу и бюксы ставят в эксикатор с водой (на 4 часа), в котором предварительно установлена относительная влажность воздуха ≈ 100 %.

Затем полоски взвешивают и высушивают до постоянной массы при температуре $t = 105-110$ °С.

$$W_2 = \frac{m_{100} - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (3.51)$$

где m_{100} – масса полосок после выдерживания при относительной влажности воздуха $\phi \approx 100$ %, г;

m_c – масса полосок после высушивания их до постоянной массы, г.

Влагоотдача Bo , % – характеризует способность текстильных материалов отдавать влагу в окружающую среду. Так же, как при определении гигроскопичности, три полоски выдерживают в течение 4 часов при относительной влажности воздуха $\phi \approx 100$ %, взвешивают, а затем помещают на 4 часа в эксикатор (с серной кислотой) при относительной влажности воздуха $\phi \approx 0$ %. Затем полоски взвешивают, высушивают и опять взвешивают.

$$Bo = \frac{m_{100} - m_0}{m_{100} - m_c} \cdot 100, \quad (3.52)$$

где m_0 – масса полосок после выдерживания при относительной влажности воздуха $\phi \approx 0$ % (в эксикаторе с серной кислотой).

Показателями влажности и гигроскопичности характеризуются сорбционные свойства материалов, которые обеспечивают своевременное удаление влаги из пододежного слоя. Поэтому для материалов изделий, соприкасающихся непосредственно с телом человека, установлены стандартные требования к их гигроскопичности (табл. 3.8).

Для детских бельевых и спортивных трикотажных изделий оптимальные показатели гигроскопичности 13–18 %, допустимые 7–10

%. Для детских купальных костюмов оптимальными показателями гигроскопичности считаются 2–7%, допустимыми – 7–10 % (ГОСТ 50720–94).

Капиллярность текстильных полотен и изделий характеризуется поглощением влаги продольными капиллярами материала и оценивается высотой h подъема жидкости в пробе, погруженной одним концом в жидкость на 1 час.

Таблица 3.8 – Нормы гигроскопичности тканей

Ткани	Гигроскопичность W_2 , %, не менее	ГОСТ
Льняные с содержанием синтетических волокон, %:		
33–50	7	15968–87
более 50	5	15968–87
Сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи:		
из полиэфирно-хлопковой пряжи	4	11518–88
остальные	5	11518–88
Платьевые из смеси синтетических волокон с волокнами:		
вискозными	6	29223–91
хлопковыми	4	29223–91

При непосредственном соприкосновении полотен с водой происходит поглощение воды путем диффузии ее молекул механическим захватом частиц воды. При механическом захвате большая роль принадлежит процессам смачивания и капиллярного впитывания. Смачивание определяется химическим составом волокон и нитей, их способностью к адсорбции, характером поверхности. Степень капиллярного поглощения влаги зависит от способности волокон и нитей смачиваться, а также от расположения капилляров в волокнах и нитях, что способствует увеличению капиллярной конденсации. В связи с этим направление капилляров существенно влияет на капиллярное поглощение.

Показатель капиллярности используют при оценке качества медицинской ваты, тканых и нетканых фитилей, а также при оценке гигиеничности бельевых полотен.

Водопоглощаемость B_v , %, полотен определяется количеством поглощенной пробой воды при полном погружении ее в воду:

$$B_B = (m_B - m_O) / m_O \cdot 100, \quad (3.53)$$

где m_B – масса пробы после замачивания в воде, г; m_O – масса пробы до замачивания (сухой), г.

Таблица 3.9 – Оценка гигиеничности полотен, их намокаемости

Нити, составляющие ткань	Капиллярность h (мм) при длительности замачивания (ч)		Водопоглощаемость $Bв$, %	Водоёмкость $Ве$, г/м ²
	1	48		
Капроновые:				
элементарные 3,3 текс	5	5	-	-
комплексные 3,3 текс	27	160	-	-
комплексные 6,7 текс	52	360	40-45	-
эластик	180	360	400	366
Вискозные комплексные			-	-
16,2 текс	70	560	-	-
Штапельная пряжа:				
капроновая	90	400	300	96
вискозная	95	700	-	-
шелковая	-	-	150	75
смешанная (капроновое волокно и шелк 1:1)	-	-	140-150	79

Привес влаги $Пв$, %, характеризует количество влаги, поглощенной пробой в результате сорбции, капиллярной конденсации и водопоглощения:

$$Пв = (m_B - m_C) / m_C \cdot 100. \quad (3.54)$$

Водоёмкость (намокаемость) текстильных полотен $Ве$ определяется количеством поглощенной воды в граммах в пересчете на 1 м²:

$$Ве = (m_B - m_O) \cdot 10 / S, \quad (3.55)$$

где m_B – масса пробы после замачивания, г; m_O – масса пробы до замачивания, г; S – площадь пробы, замоченной в воде, м².

Намокаемость рекомендуется определять для плащевых материалов с водоотталкивающей пропиткой или с пленочным покрытием при испытании дождеванием одновременно с определением их водоупорности и водопроницаемости (ГОСТ 30292–96).

Гигроскопические свойства текстильных материалов имеют большое значение для технологических процессов их обработки, изготовления швейных изделий и эксплуатации. Они также определяют назначение материалов. Так, для белья, платьев, блузок и т. п. требуются материалы, обладающие высокой гигроскопичностью, способностью к смачиванию и капиллярному впитыванию влаги. Для верхних изделий (пальто, плащи и т. п.), которые при носке подвергаются воздействию атмосферных осадков, необходимы материалы с пониженной способностью к смачиванию.

3.3.2 Проницаемость

Проницаемость – способность текстильных материалов пропускать воздух, пар, воду, жидкости, пыль и т. д. Проницаемость текстильных полотен, используемых для изготовления одежды, играет важную роль для создания благоприятных условий, нормального функционирования организма и защиты его от вредных воздействий.

Воздухопроницаемость – это способность текстильных материалов пропускать воздух. Она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости B_p , $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, который показывает, какое количество воздуха в дм^3 проходит через 1 м^2 площади в единицу времени при определенной разнице давлений по обе стороны материала

$$B_p = \frac{V}{S \cdot \tau}, \quad (3.56)$$

где V – кол-во воздуха в дм^3 , пропущенного через материал;

S – площадь материала, м^2 ;

τ – длительность прохождения воздуха, с;

p – показатель перепада давления.

При повышении разницы давлений увеличивается количество проходящего через материал воздуха, причем для плотных тканей эта зависимость близка к линейной, для более редких — к степенной. Связь между перепадом давлений и скоростью v прохождения воздуха через материал может быть выражена уравнением, предложенным Х.А. Рахматуллиним:

$$p = av + bv^2, \quad (3.57)$$

где a , b – коэффициенты, различные для тканей с разной воздухопроницаемостью и зависящие от параметров их структуры.

Для плотных тканей, в порах которых наблюдается ламинарное движение воздуха, обычно пренебрегают вторым членом уравнения, для более редких тканей, в которых движение воздуха турбулентное, – первым.

Воздухопроницаемость чаще всего определяют при перепаде давлений $p = 5 \text{ мм вод. ст. (49 Па)}$, что соответствует перепаду давлений в пододежном слое и окружающем воздухе при скорости ветра 8–10 м/с.

Воздухопроницаемость текстильных материалов определяют на специальных приборах (рис. 3.27). Принцип действия этих приборов заключается в создании разницы давлений между окружающей а средой и камерой, на которой крепится проба материала ($p_1 > p_2$), в результате чего воздух проходит через пробу. Разрежение в камере создается с помощью вентилятора или насоса, разницу давлений p устанавливают по манометру, а количество воздуха, прошедшего через пробу, определяют по счетчику. Далее вычисляют коэффициент воздухопроницаемости.

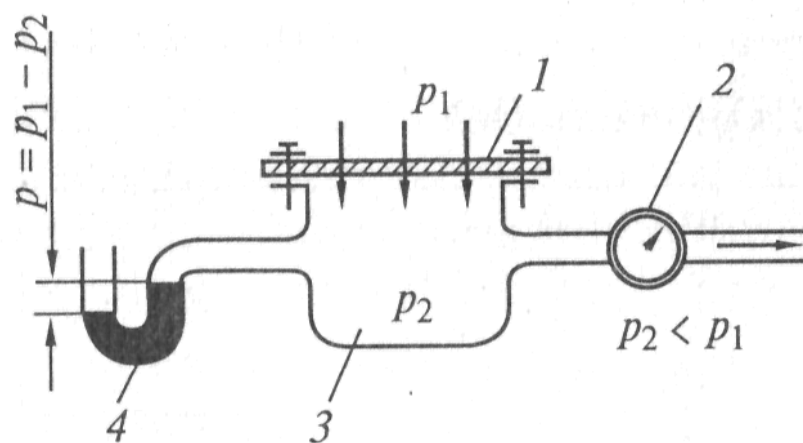


Рисунок 3.27 – Схема прибора для определения воздухопроницаемости материалов: 1 – проба материала; 2 – счетчик расхода воздуха; 3 – камера разрежения; 4 – манометр

Воздушный поток проходит через поры текстильного материала, поэтому показатели воздухопроницаемости зависят от структурных характеристик материала, определяющих его пористость, число и размеры сквозных пор. Материалы из тонких сильно скрученных нитей имеют большое число сквозных пор и соответственно большую воздухопроницаемость по сравнению с материалами из толстых пушистых нитей, в которых поры часто закрыты выступающими волокнами или петлями нитей. С увеличением плотности ткани воздухопроницаемость её существенно снижается. Большое влияние на воздухопроницаемость оказывает отделка. Так, например, аппретирование уменьшает воздухопроницаемость, а нанесение пленочных покрытий может снизить коэффициент воздухопроницаемости практически до нуля.

Трикотажные полотна обладают большей воздухопроницаемостью, чем ткани.

На воздухопроницаемость полотен существенно влияют их влажность и температура, а также температура окружающего воздуха. С увеличением влажности воздухопроницаемость полотен снижается. Увеличение влажности приводит к набуханию волокон, нитей, увеличению микро- и макрокапиллярной влажности, в результате чего уменьшается число открытых пор.

Достаточно часто наряду с воздухопроницаемостью отдельных материалов необходимо знание воздухопроницаемости и слоев одежды, как правило, состоящих из нескольких видов текстильных материалов.

Общую воздухопроницаемость многослойного пакета одежды можно рассчитать по формуле Клейтона:

$$B_n = \frac{1}{(1/B_1 + 1/B_2 + \dots + 1/B_n)}, \quad (3.58)$$

где B_1, B_2, \dots, B_n – коэффициенты воздухопроницаемости каждого слоя материала.

Воздухопроницаемость современных текстильных материалов колеблется в широких пределах: $3,5-1500 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$.

Таблица 3.10 – Группирование тканей по воздухопроницаемости (по данным Н.А. Архангельского)

Группа тканей	Ткани	Общая характеристика воздухопроницаемости группы тканей	$V_p, \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, при $\rho = 5 \text{ мм вод. ст. (49 Па)}$
I	Плотные драп и сукно, хлопчатобумажные ткани, диагональ, начесное сукно	Очень малая	Менее 50
II	Костюмные шерстяные ткани, сукно, драп	Малая	50-135
III	Бельевые, платьевые, демисезонные, легкие костюмные ткани	Ниже средней	135-375
IV	Легкие бельевые и платьевые ткани	Средняя	375-1000
V	Наиболее легкие платьевые ткани с большими сквозными порами	Повышенная	1000-1500
VI	Марля, сетка, канва, ажурный и филейный трикотаж	Высокая	Более 1500

Воздухопроницаемость обеспечивает естественную вентиляцию пододежного слоя, что особенно важно для летней и спортивной одежды.

Воздухопроницаемость учитывается при выборе материалов для изделий. Например, коэффициент воздухопроницаемости материалов для зимней одежды не должен превышать $50 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, для летней одежды должен быть не менее $135-375 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, для костюмов, носимых весной и осенью – $50-135 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$.

Наиболее высокой воздухопроницаемостью обладают летние хлопчатобумажные и шелковые ткани – $500-1500 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$; пальтовые – $10-20$, а ветрозащитные со специальной обработкой – $6-10 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, однако это выше воздухопроницаемости натурального меха – $1 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$.

Воздухопроницаемость текстильных материалов является также технологическим свойством, так как она оказывает влияние на параметры влажно-тепловой обработки швейных изделий на паровоздушных прессах и манекенах.

Ветропроницаемость. При воздействии свободно движущегося потока воздуха часть его проникает через поры полотен, слоев в изделиях, а остальная часть отталкивается от них или огибает. Та часть потока, которая проникает через единицу площади полотна в единицу

времени, характеризует ветропроницаемость. Ее можно косвенно оценивать по ухудшению теплозащитных свойств материала при разной скорости воздуха.

Паропроницаемость является важнейшим свойством тканей бытового назначения, так как способствует удалению влаги из пододежного слоя. Организм человека в процессе жизнедеятельности постоянно выделяет пары воды, накопление которых в пододежном слое может вызвать неприятные ощущения, прилипаемость одежды, намокание прилегающих слоёв, что приводит к снижению теплозащитных свойств изделия, кожное дыхание человека затрудняется.

Процесс прохождения влаги через текстильный материал — сложный многоступенчатый процесс. Он складывается из диффузии влаги через поры в структуре материала и прохождения влаги путем ее сорбции и десорбции волокнами материала. В процессе влагопрохождения можно выделить три характерных периода. В первый период происходят диффузия влаги по толщине материала и интенсивная сорбция влаги гидрофильными волокнами, протекает процесс влагопоглощения. Во втором периоде происходит процесс диффузии влаги через материал и одновременно продолжается процесс дальнейшей сорбции влаги волокнами; при этом наблюдается некоторое уменьшение диаметров капилляров из-за набухания волокон. Третий период характеризуется наступлением динамического равновесия, при котором процессы сорбции и десорбции водяных паров уравниваются и протекает процесс диффузии влаги через поры.

Влагопроводность материала существенно зависит от сорбционных свойств волокон и нитей, составляющих материал, и пористости структуры материала. Установлено, что процесс влагопрохождения у гидрофильных и гидрофобных материалов неодинаков. Гидрофильные материалы активно поглощают влагу и таким образом как бы увеличивают поверхность испарения, что практически не характерно для гидрофобных материалов. Наступление динамического равновесия у гидрофильных материалов требует значительного времени, а у гидрофобных происходит очень быстро.

В зависимости от плотности структуры материала преобладает тот или иной способ прохождения влаги. В материалах плотной структуры (с поверхностным заполнением более 85 %) преобладает способ проникновения влаги путем ее сорбции-десорбции волокнами материала, поэтому паропроницаемость таких материалов зависит главным образом от сорбционных свойств волокон, их способности поглощать влагу. В материалах с поверхностным заполнением менее 85 % влага проходит, как правило, через поры материала, и паропроницаемость этих материалов зависит от их структурных параметров (плотности, вида переплетения, толщины нитей и т. п.). При

заполнении по массе менее 30 % способность тканей пропускать влагу существенно не зависит от гидрофильности волокон и нитей.

На влагопроводность материала оказывает влияние движение воздуха. При малых скоростях воздуха преобладает процесс прохождения влаги путем сорбции-десорбции. С увеличением скорости движения воздуха проявляется более активно процесс диффузии влаги через поры. При скорости воздуха 3–10 м/с наблюдается тесная корреляционная связь между показателями воздухо- и влагопроницаемости.

Для определения паропроницаемости сосуд 1 (рис. 3.28) с водой плотно закрывают испытуемым материалом 2 и помещают в камеру 3 с относительной влажностью воздуха 65 % и температурой 20 °С. При уменьшении веса стакана с водой вычисляют коэффициент паропроницаемости B_h , т. е. количество водяных паров (г), проходящих через 1 м² изделия за 1 час:

$$B_h = \frac{A}{S \cdot \tau}, \quad (3.59)$$

где A – убыль массы воды (г) за время τ , час; S – площадь изделия, пропускающего испарения, м².

Коэффициент паропроницаемости зависит от высоты слоя воздуха h . Чем больше h , тем меньше давление водяных паров и меньше паропроницаемость. На практике h выбирают минимальным.

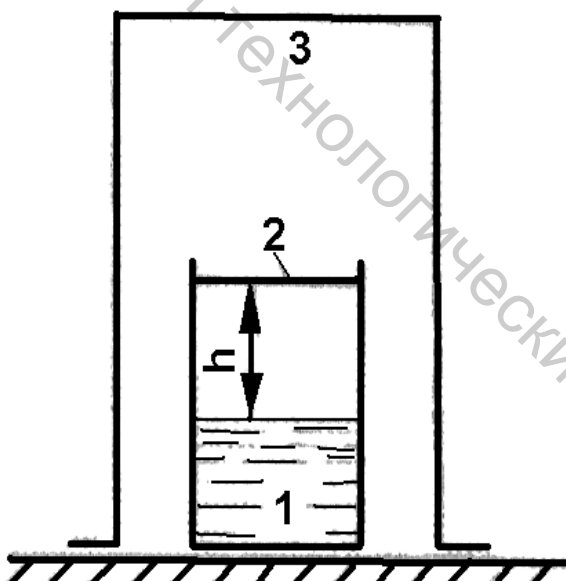


Рисунок 3.28 – Схема определения паропроницаемости

Чаще используется другая характеристика – **относительная паропроницаемость** B_o , % – т. е. отношение количества паров влаги A , испарившихся из стакана через испытуемый материал, к количеству паров влаги B , испарившихся с открытой поверхности воды стакана, находившегося в тех же условиях испытания:

$$B_o = \frac{A}{B} \cdot 100. \quad (3.60)$$

Относительная паропроницаемость для разных тканей колеблется в пределах 20–50 %.

Сопротивление паропроницаемости – характеристика, обратная проницаемости, показывает, какое сопротивление оказывает материал прохождению через него паров влаги. Сопротивление выражается толщиной, мм, неподвижного слоя воздуха, обладающего одинаковым сопротивлением с испытываемым материалом. Сопротивление паропроницаемости зависит от характера расположения волокон и нитей в структуре материала, от его толщины и плотности, вида волокна. Сопротивление паропроницаемости может быть рассчитано по формуле

$$R = \frac{100}{100 - Em} (0,9 + 0,34Em) \delta + 0,5, \quad (3.61)$$

где Em – заполнение ткани по массе, %; δ – толщина материала, мм; 0,5 – коэффициент внешнего сопротивления ткани, которое определяется характером расположения волокон и нитей на ее поверхности.

И.А. Димитриева предложила объединить ткани в четыре группы в зависимости от их сопротивления паропроницаемости (табл. 3.11).

Таблица 3.11 – Группирование тканей в зависимости от их сопротивления проникновению водяных паров

Группа тканей	Ткани	Сопротивление паропроницаемости, мм
1	Легкие тонкие ткани из синтетических, вискозных волокон, натурального шелка	До 1
2	Сравнительно плотные вискозные ткани, ткани из капроновых комплексных нитей, смешанной пряжи (капрон с шелком)	1–2,5
3	Полушерстяные ткани для верхней зимней одежды	2,5–3,5
4	Специальные ткани, парусина	Более 3,5

Текстильные материалы из хлопка, льна, шерсти, шёлка, вискозного волокна имеют лучшие показатели паропроницаемости, чем материалы из синтетических волокон. Последние также могут иметь достаточно высокую паропроницаемость в том случае, если они выработаны различного рода ажурными переплетениями, т. е. имеют много сквозных пор.

Паропроницаемость текстильных материалов колеблется в достаточно широких пределах. Паропроницаемость материалов с пленочным покрытием близка к нулю. Материалы, обеспечивающие комфортное состояние человека, должны обладать паропроницаемостью не ниже 40 %.

Водопроницаемость и водоупорность. В процессе эксплуатации швейных изделий материалы часто подвергаются воздействию воды.

Пальто, плащи, зонты, палатки и др. должны защищать человека от атмосферной влаги. Однако некоторые текстильные материалы, например, фильтровальные, должны хорошо и быстро пропускать воду.

Водопроницаемость – способность материалов пропускать воду при определенном давлении. Основной характеристикой является коэффициент водопроницаемости V_n , $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, который показывает, какое количество воды проходит через единицу площади материала в единицу времени.

$$V_n = V / (S \cdot \tau), \quad (3.62)$$

где V – количество воды, прошедшей через материал, дм^3 ;

S – площадь пробы, м^2 ;

τ – время, с.

Коэффициент водопроницаемости определяют на дождевальных установках (рис. 3.29), замеряя время прохождения через пробу воды объемом $0,5 \text{ дм}^3$ под давлением $H = 5 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Принцип действия дождевальной установки заключается в том, что пробу 1 располагают под углом 45° к падающим из калиброванных отверстий сосуда 2 каплям воды. Для плащевых материалов коэффициент водопроницаемости определяют при дождевании в течение 10 минут.

Одновременно определяют намокаемость H , $\text{г}/\text{м}^2$ – количество воды, поглощенной материалом за 10 минут его дождевания:

$$H = (m_D - m_K) / S, \quad (3.63)$$

где m_D – масса пробы площадью $100 \times 100 \text{ мм}$ после дождевания;

m_K – масса пробы после сушки и выдерживания в нормальных условиях, г; S – площадь пробы, м^2 .

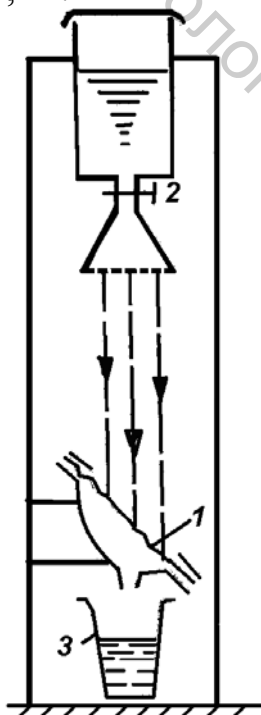


Рисунок 3.29 – Схема дождевальной установки

Водоотталкивание – состояние намокшей поверхности пробы после ее дождевания в течение 30 секунд и встряхивания; оценивается визуально в условных единицах (табл. 3.12).

Таблица 3.12 – Оценка водоотталкивания материалов

Состояние поверхности пробы материала	Условные единицы (баллы)
На поверхности пробы нет капель	100
К поверхности пробы прилипли отдельные маленькие капли	90
Проба смачивается легко, смоченная поверхность составляет менее трети общей поверхности пробы	80
Площадь смоченной поверхности более одной трети площади пробы	70
Намокает вся лицевая поверхность, но на изнаночной стороне есть отдельные пятна	50
Намокают лицевая и изнаночная поверхности	0

Пылепроницаемость — способность материалов пропускать частицы пыли. Она может характеризоваться коэффициентом пылепроницаемости P_n , г/(см²·с):

$$P_n = m / (S \cdot t), \quad (3.64)$$

где m – масса пыли, прошедшей через пробу материала, г; S – площадь пробы, см²; t – время, с.

Относительная пылепроницаемость P_o , %, показывает отношение массы пыли, прошедшей через материал m_1 , к массе пыли, взятой для испытания, m_o :

$$P_o = 100 \cdot m_1 / m_o. \quad (3.65)$$

Пылеемкость – способность материала воспринимать и удерживать пыль. Она характеризуется относительной пылеемкостью P_e (%) – отношением массы пыли, поглощенной материалом m_2 , к массе пыли, взятой для испытания, m_o :

$$P_e = 100 \cdot m_2 / m_o. \quad (3.66)$$

3.3.3 Тепловые свойства

При эксплуатации изделий теплообмен между телом человека и окружающей средой должен протекать таким образом, чтобы температура воздуха в пододежном пространстве находилась в пределах 20–25 °С. Этот температурный интервал гарантирует комфортные условия работы и отдыха человека. Увеличение или уменьшение температуры приводит к перегреву или переохлаждению тела, вызывая дискомфорт.

Теплообмен между физическими телами и окружающей средой может происходить путем теплопроводности, конвекции и излучения.

Теплопроводность – процесс переноса теплоты в твердом теле, неподвижной жидкости или газе между участками с различной температурой. Механизм теплопроводности связан с тепловым движением микрочастиц (атомов, молекул) тела и энергетическим взаимодействием между ними.

Конвекция – процесс переноса теплоты в жидкости или газе путем перемещения их частиц.

Тепловое излучение – перенос теплоты в виде электромагнитных волн: излучаемая телом в окружающее пространство тепловая энергия превращается в лучистую, а при поглощении лучистой энергии телом она превращается в тепловую.

Под действием тепловой энергии текстильные материалы проявляют ряд свойств: способность проводить теплоту (теплопроводность, тепловое сопротивление, температуропроводность); способность поглощать теплоту (теплоемкость); способность изменять или сохранять свои свойства (тепло- и термостойкость, огнестойкость, морозостойкость). Теплофизические свойства текстильных материалов имеют важное значение при проектировании одежды с заданными теплозащитными свойствами, при выполнении влажно-тепловой обработки швейных изделий и их эксплуатации в различных климатических, производственных и бытовых условиях.

Теплопроводность – процесс передачи теплоты от более нагретых участков тела к менее нагретым за счет теплового движения атомов и молекул вещества и взаимодействия между ними. О теплопроводности волокон судят по коэффициенту теплопроводности λ [Вт/(м·°С)], который показывает, какое количество теплоты проходит в единицу времени через 1 м² материала толщиной 1 м при разнице температур 1 °С:

$$\lambda = \frac{\Phi \cdot \delta}{S \cdot \tau \cdot (T_1 - T_2)}, \quad (3.67)$$

где Φ – тепловой поток, Вт·ч; δ – толщина материала, м; T_1 и T_2 – температура поверхностей материала, град; S – площадь поверхности материала, м²; τ – длительность прохождения тепловой энергии, ч.

Чем больше коэффициент теплопроводности, тем лучше материал проводит тепло и собственно ниже его теплозащитные функции. Коэффициенты теплопроводности различных волокон близки друг к другу (0,03–0,07), в то время как воздух имеет минимальный коэффициент теплопроводности, равный 0,02, а вода – максимальный, равный 0,60.

Коэффициент теплопередачи K , Вт/м²·град, характеризует теплопроводность материала при его фактической толщине:

$$K = \frac{\Phi}{S \cdot \tau \cdot (T_1 - T_2)} = \frac{\lambda}{\delta}. \quad (3.68)$$

Теплопроводность текстильных полотен зависит от многих факторов: волокнистого состава полотен, влажности и др. На теплопроводность полотен влияют переплетение, пористость, слоистость, способ образования структуры.

Текстильные материалы обладают сложной пористой структурой, состоящей из волокон и заполненных воздухом пор. Поры располагаются как между волокнами, так и внутри них; формы и размеры их разнообразны: микро- и макрокапилляры, сквозные и замкнутые. Перенос теплоты в подобных материалах с неоднородной пористой структурой осуществляется благодаря теплопроводности волокон и воздуха, находящегося в замкнутых порах, конвекции через сквозные поры, теплоизлучения стенками пор. Поэтому коэффициент теплопроводности текстильных материалов условен: он характеризует способность материала передавать тепловую энергию не только вследствие теплопроводности, но и путем конвекции и теплоизлучения.

Учитывая, что текстильные материалы обладают высокой пористостью, сравнительно малой площадью контакта между отдельными волокнами и мало различаются по теплопроводности, их теплопроводность определяется в значительной мере теплопроводностью воздуха в замкнутых порах и конвекцией через открытые поры. С увеличением пористости структуры до определенного предела теплопроводность текстильных материалов снижается, так как теплопроводность воздуха ниже теплопроводности волокон. Однако при дальнейшем повышении пористости, когда появляются незамкнутые сквозные поры, теплопроводность материалов повышается, так как важную роль начинает играть конвекция.

Для определения коэффициента теплопроводности ткани в зависимости от теплопроводности волокон, воздуха и пористости ткани используют формулу С.Г. Зырина:

$$\lambda = \lambda_{\text{возд}} \left[1 + \frac{\beta}{(1 - \beta)/4 + \lambda_{\text{возд}} / (\lambda_{\text{вол}} - \lambda_{\text{возд}})} \right], \quad (3.69)$$

где $\lambda_{\text{возд}}$, $\lambda_{\text{вол}}$ – соответственно коэффициенты теплопроводности воздуха и волокна, Вт/(м·К); β – доля объема волокон в объеме ткани.

Теплопроводность текстильного материала зависит от вида связи влаги с материалом. Эта зависимость носит сложный ступенчатый характер. Зависимость коэффициента теплопроводности воздушно-сухих тканей от их влажности имеет линейный характер и может быть выражена формулой

$$\lambda_{\text{вл}} = \lambda_{\text{сух}} + a \cdot W, \quad (3.70)$$

где $\lambda_{\text{вл}}$, $\lambda_{\text{сух}}$ – коэффициенты теплопроводности соответственно влажной и абсолютно сухой ткани, Вт/(м·град); a – постоянный

коэффициент (для шерстяных тканей $a = 0,0024$, для хлопчатобумажных $a = 0,0039$); W – влажность ткани, %.

Дальнейшее повышение влажности текстильных материалов приводит к уменьшению их теплозащитных свойств, так как вода, которая конденсируется в порах и капиллярах, имеет по сравнению с воздухом значительно больший коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность текстильных полотен с повышением температуры увеличивается. Так, коэффициент теплопроводности стекловолокна и других изоляционных материалов с повышением температуры изменяется по формуле:

$$\lambda_m = \lambda_0 + \beta T, \quad (3.71)$$

где λ_0 – коэффициент теплопроводности при $T = 0^\circ\text{C}$ (для стекловолокна $\lambda_0 = 0,03$);

β – эмпирический коэффициент (для стекловолокна $\beta = 0,00022$);

T – температура, $^\circ\text{C}$.

В таблице 3.13 приведены данные о теплопроводности некоторых тканей разных структур и назначения:

Таблица 3.13 – Теплопроводность некоторых тканей разных структур и назначения

Группа тканей	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
Пальтовые	0,041–0,059
Костюмные	0,042–0,058
Платьевые	0,042–0,058
Бельевые	0,038–0,049

Теплоотдача. Перенос теплоты из пододежного слоя в окружающую среду определяется не только теплопроводностью материала одежды, но и теплоотдачей — процессом обмена теплотой между поверхностью материала и газовой средой, который осуществляется одновременно вследствие теплопроводности и конвекции.

Интенсивность конвективного теплообмена (или теплоотдачи) характеризуется коэффициентом теплоотдачи α , Вт/(м²·град), который показывает, какое количество теплоты передается в единицу времени через единицу поверхности при разности температур в 1 град:

$$\alpha = \Phi / [S (T_m - T_r)]; \quad (3.72)$$

где T_m – температура поверхности материала, град; T_r – температура газовой среды, град.

Тепловое сопротивление R [(м²·град)/Вт] – способность материала препятствовать прохождению теплоты, т. е. их теплозащитные свойства

$$R = \frac{S \cdot \tau \cdot (T_1 - T_2)}{\Phi} = \frac{\epsilon}{\lambda}. \quad (3.73)$$

Удельное тепловое сопротивление ρ , м·град/Вт, определяется по формуле:

$$\rho = \frac{S \cdot \tau \cdot (T_1 - T_2)}{\Phi \cdot e} = \frac{1}{\lambda}. \quad (3.74)$$

Тепловое сопротивление текстильных материалов существенно зависит от их толщины. Если в материале имеется большое число сквозных пор, значительная часть теплоты переносится через материал движущимся воздушным потоком, что значительно снижает теплозащитные свойства.

Теплозащитные свойства одежных материалов чаще всего характеризуют суммарным тепловым сопротивлением $R_{\text{сум}}$, м²·град/Вт:

$$R_{\text{сум}} = R_v + R_m + R_n, \quad (3.75)$$

где $R_v = 1 / \alpha_1$ – сопротивление теплопереходу из пододежного слоя воздуха к внутренней поверхности материала; $R_m = e / \lambda$ – тепловое сопротивление материала; $R_n = 1 / \alpha_2$ – сопротивление теплопереходу от наружной поверхности материала во внешнюю среду.

Значения суммарного теплового сопротивления текстильных материалов при скорости воздуха 1 м/с и сжатии пробы до 490 Па приведены ниже:

Материал	$R_{\text{сум}}$, м ² ·град/Вт
Одежный ватин.....	0,327
Искусственный мех.....	0,246
Хлопчатобумажный ватин в два слоя.....	0,237
Шинельное сукно.....	0,172
Фланель.....	0,149
Молескин.....	0,156
Шерстяная диагональ.....	0,129
Бязь.....	0,112

На теплозащитные свойства изделий существенно влияет число слоев материала в пакете одежды. С увеличением числа слоев материала суммарное тепловое сопротивление пакета возрастает, что связано как со сложением теплового сопротивления отдельных слоев, так и с наличием воздушных прослоек между ними.

Теплоемкость. Это способность текстильных материалов поглощать теплоту при повышении температуры. Согласно кинетической теории теплоты подводимая тепловая энергия превращается в кинетическую энергию внутреннего движения атомов и молекул тела, в частности волокна. При снижении температуры кинетическая энергия движения атомов и молекул уменьшается, т. е. тело (материал) в определенных условиях способно отдавать теплоту.

Характеристикой данного свойства материала является удельная теплоемкость.

Удельная теплоемкость C , Дж/(кг·град), – количество теплоты, которое необходимо сообщить материалу массой 1 кг, чтобы повысить его температуру на 1 град:

$$C = Q / [m(T_K - T_O)], \quad (3.76)$$

где Q – количество теплоты, Дж; m – масса материала, кг; T_K – температура нагрева материала, град; T_O – первоначальная температура материала, град.

Удельная теплоемкость текстильных материалов для одежды $1,09 \cdot 10^3$ — $2,18 \cdot 10^3$ Дж/(кг·град). Наибольшей теплоемкостью обладают материалы из натуральных волокон животного происхождения (шерстяных, шелковых) и химических (капроновых, триацетатных); у материалов из хлопковых, льняных, вискозных, лавсановых волокон теплоемкость меньше.

Теплоемкость — важное теплофизическое свойство материалов для одежды, определяющее их тепловую инерцию. Материалы с большей теплоемкостью обладают лучшими теплозащитными свойствами.

Температуропроводность. Способность текстильных материалов выравнять температуру в различных точках, передавать теплоту от более нагретых участков к менее нагретым характеризуется коэффициентом температуропроводности a , м²/с. Он зависит от коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости материала:

$$a = \lambda / (C\rho), \quad (3.77)$$

где ρ – плотность материала, кг/м³.

Коэффициент температуропроводности показывает скорость выравнивания температуры, т. е. определяет теплоинерционные свойства текстильных материалов. Коэффициент температуропроводности материалов 7,17–16,33 м²/с. Он зависит от объемной массы материала и вида волокна. Из натуральных волокон наибольшим коэффициентом температуропроводности обладает хлопок, наименьшим – шерсть.

Температуропроводность в значительной степени влияет на теплозащитные свойства материалов. Материалы для зимней одежды должны иметь минимальный коэффициент температуропроводности. Последняя играет большую роль в процессах влажно-тепловой обработки швейных изделий, так как она определяет скорость прогревания обрабатываемых материалов. Наличие влаги в материале значительно повышает его температуропроводность вследствие как более высокой теплопроводности воды, так и перемещения влаги от более нагретых участков к менее нагретым.

Методы определения характеристик тепловых свойств

Теплозащитные свойства текстильных материалов обычно определяют методами стационарного и регулярного режимов.

При стационарном тепловом режиме определяют количество теплоты, необходимой для сохранения постоянной разности температур двух поверхностей, изолированных друг от друга испытываемым материалом.

Пробу материала располагают между нагревательным элементом и холодильником. Устанавливая постоянное значение температур нагревателя T_2 и холодильника T_1 контролируют с помощью вольтметра и амперметра расход электроэнергии, идущей на поддержание постоянного перепада температур (рис. 3.30). По полученным значениям силы тока I и напряжения U рассчитывают мощность теплового потока, Вт:

$$\Phi = IU. \quad (3.78)$$

Затем определяют коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К):

$$\lambda = \Phi \cdot \delta / [(T_1 - T_2) S]. \quad (3.79)$$

Стационарный тепловой процесс наступает после 2–5 часов, что изменяет нормальную влажность испытуемого материала и является недостатком стандартного метода. Кроме того, условия теплообмена соответствуют случаю, когда одежда с одной стороны плотно прилегает к коже, а с другой – к твердой охлаждающей поверхности. Поэтому более интересны исследования теплообмена, когда изделие с одной стороны прилегает к поверхности кожи (нагревателя), а с другой стороны соприкасается с воздухом.

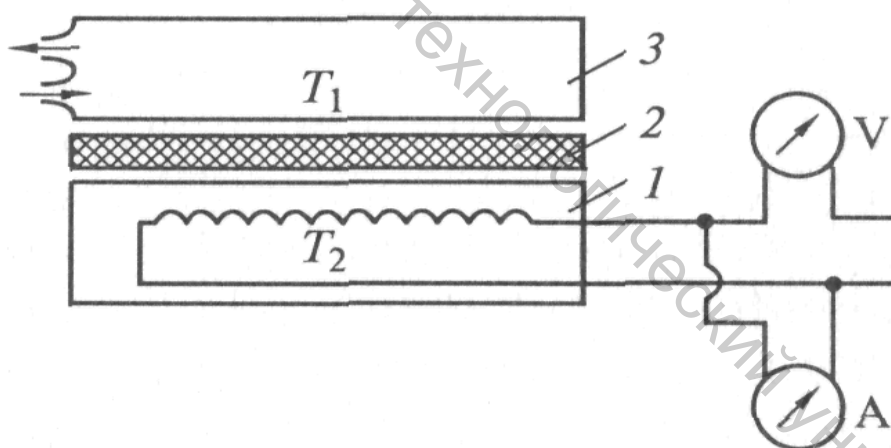


Рисунок 3.30 – Схема прибора ЦНИИИ – шерсти для определения тепловых характеристик материала при стационарном режиме:

1 – нагревательный элемент; 2 – проба материала; 3 – холодильник

Для этого используют бикалориметр. Бикалориметр состоит из полого металлического цилиндра 1 (рис. 3.31 а), на торцах которого установлены теплоизоляторы 2. Внутри прибора установлены рабочие спай 3 термопары, а вторые спай 5 термопары находятся в окружающем воздухе. Нагретый бикалориметр с надетым образцом 4 материала охлаждают в неподвижном или в движущемся воздухе с постоянной температурой. По гальванометру 6 измеряют разность температур Δt

прибора и окружающего воздуха через разные промежутки времени T , а затем строят график зависимости $\ln \Delta t$ от T (рис. 3.31 б). Для прямолинейного участка АВ, соответствующего регулярному режиму теплообмена, определяют темп охлаждения:

$$m = \frac{\ln \Delta t_1 - \ln \Delta t_2}{T_2 - T_1} = \text{tg}\beta; \quad (3.80)$$

где Δt_1 и Δt_2 – разность температур прибора и воздуха, соответственно, в момент времени T_1 и T_2 .

Суммарное тепловое сопротивление материала вычисляют по формуле

$$R = 1 / m \cdot \phi, \quad (3.81)$$

где m – темп охлаждения бикалориметра, 1/сек; $\phi = C / F$ – тепловой фактор данного прибора, Дж/(м²град); C – теплоемкость цилиндра бикалориметра, Дж/град; F – боковая поверхность цилиндра бикалориметра, м².

По принципу регулярного режима работает также прибор ПТС–225, предназначенный для определения теплового сопротивления одежных материалов.

Пластина с электронагревателем (рис. 3.32) смонтирована на передней крышке корпуса, на которой укрепляют пробу. Между пластиной и пробой создают с помощью текстолитового кольца воздушную прослойку толщиной 5 мм. Аэродинамическое устройство позволяет создавать воздушный поток определенной скорости и направления (под углом ϕ).

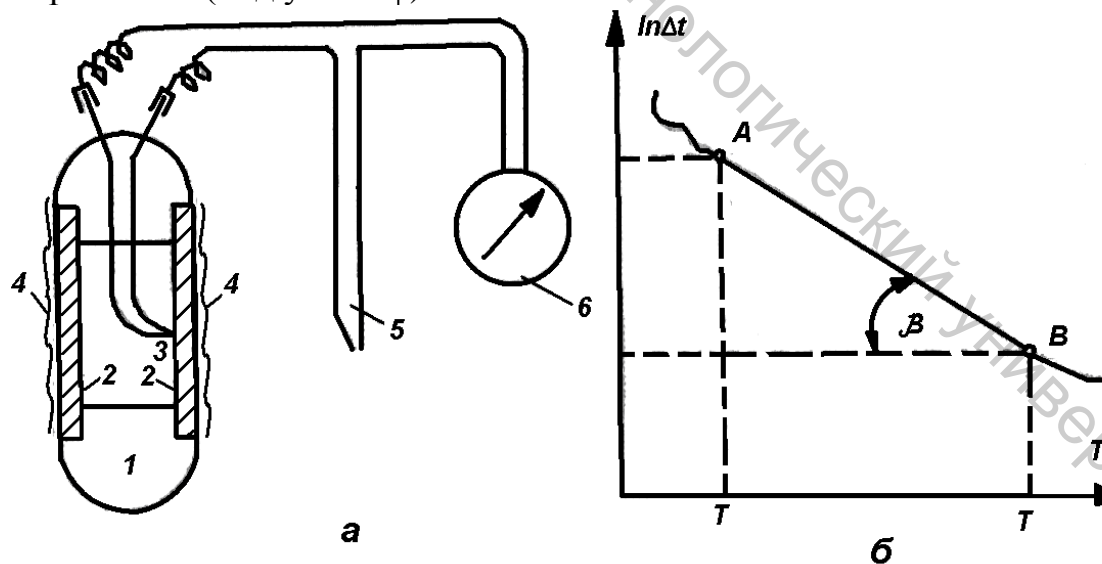


Рисунок 3.31 – Схема бикалориметра (а) и график для определения темпа охлаждения (б)

Температуры пластины и окружающего воздуха измеряют с помощью термопар. Пластину нагревают до определенного значения перепада температур пластины и воздуха и измеряют время охлаждения

пластины до заданного перепада температур. По темпу охлаждения вычисляют значения суммарного теплового сопротивления испытываемого материала.

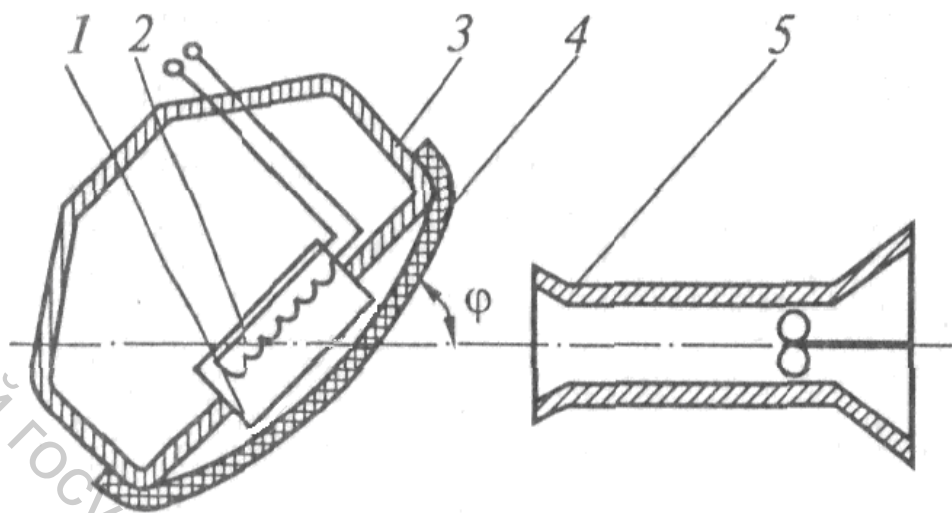


Рисунок 3.32 – Схема прибора ПТС–225 для определения тепловых характеристик материала при нестационарном режиме:

1 – пластина; 2 – электронагреватель; 3 – проба прибора; 4 – проба материала; 5 – аэродинамическое устройство

Тепло- и термостойкость. В процессе отделки текстильных материалов (сушка, декатировка и др.), при изготовлении швейных изделий (ВТО), иногда в процессе носки (спецодежда) материалы подвергаются воздействию высоких температур.

При нагревании текстильных материалов поглощаемая ими тепловая энергия превращается в энергию движения молекул и атомов, что приводит к ослаблению межмолекулярных связей, увеличению подвижности макромолекул. В результате наблюдается изменение физико-механических свойств материалов: повышение их деформируемости, снижение прочности, выносливости и др. При снижении температуры свойства материала восстанавливаются.

При значительном повышении температуры энергия движения атомов и молекул может превысить энергию внутримолекулярных связей, тогда наступит процесс термической деструкции полимера, что приведет к необратимым изменениям в структуре и свойствах волокон и соответственно текстильных материалов.

Отношение текстильных материалов к высоким температурам обычно характеризуют тепло- и термостойкостью.

Теплостойкость оценивают максимальной температурой, при которой наблюдаемые изменения физико-механических свойств носят обратимый характер.

Термостойкость характеризуют температурой, при которой наступают необратимые изменения свойств материала.

Значения тепло- и термостойкости текстильных материалов определяются прежде всего соответствующими характеристиками составляющих их волокон и нитей.

На показатели тепло- и термостойкости материалов существенное влияние оказывают их толщина, пористость, характер поверхности. После длительного воздействия повышенных температур может произойти изменение таких важных механических свойств, как прочность и жесткость. При соприкосновении материала с нагретой поверхностью в процессах утюжильной обработки, прессования и каландрирования интенсивному воздействию температуры подвергаются прежде всего волокна, находящиеся на поверхности. В сравнительно сухих материалах из-за их малой теплопроводности может произойти значительный перегрев этих волокон, что приведет к их повреждению. В результате изменится цвет волокон, они опалются, снизится устойчивость материалов к истиранию.

Наличие влаги в материале создает условия для быстрого равномерного прогревания всей его массы и снижает возможность повреждения отдельных волокон. Существенное влияние на тепло- и термостойкость материала оказывают длительность тепловой обработки и давление нагретой поверхности; с их увеличением снижается прочность материала при разрыве и истирании. Поэтому при разработке режимов влажно-тепловой обработки швейных изделий важно установить оптимальное соотношение между такими параметрами, как температура гладильной поверхности, время обработки, давление и начальная влажность материалов.

Морозостойкость. Способность материала, пропитанного водой, выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без ухудшения прочности или без видимых признаков разрушения называют морозостойкостью.

При понижении температуры от +20 до -40 °С текстильные волокна и нити существенно изменяют механические свойства. Разрывная нагрузка натуральных и химических волокон возрастает на 25–60 % (кроме хлопковых и льняных, у которых отмечается снижение разрывной нагрузки на 5–10 %), а разрывное удлинение уменьшается на 15–30 %.

На текстильные материалы понижение температуры оказывает аналогичное влияние. Так, при снижении температуры до -50 °С разрывная нагрузка для тканей из химических волокон и нитей возрастает на 35–50 %; разрывная нагрузка для тканей из хлопковых волокон увеличивается на 6–10 % при температуре от 0 до -15 °С. Разрывное удлинение тканей при пониженных температурах уменьшается на 10–30 %. Растяжимость эластичных тканей при пониженных температурах снижается; наибольшее уменьшение показателей упругого и высокоэластического компонентов полной деформации

растяжения наблюдается при температуре от -20 до -35 °С. При пониженных температурах в условиях повышенной относительной влажности (85–90 %) несминаемость тканей уменьшается. Это уменьшение для тканей из натуральных и химических волокон и нитей составляет 20–40 %.

С понижением температуры снижается устойчивость тканей к многократным изгибам. Показатели выносливости и остаточной разрывной нагрузки при температуре от -60 до -70 °С наиболее резко снижаются для тканей из хлопковых волокон и комплексных нитей, менее резко — для тканей из текстурированных нитей.

С понижением температуры:

- полная деформация тканей уменьшается, причем доля необратимой деформации увеличивается;

- отмечается незначительное сокращение размеров «холодная усадка»;

- снижается устойчивость к истиранию (из хлопковых, капроновых волокон в 6 раз);

- воздухопроницаемость увеличивается в основном за счет вымывания аппрета;

- капиллярность увеличивается т. к. структура ткани разрыхляется и образуются новые капилляры, причем снижается скорость поднятия жидкости, но увеличивается количество поглощенной жидкости.

У материалов, состоящих из гидрофобных волокон, способных удерживать влагу в основном под действием сил физико-механических связей, нарушения, вызванные фазовым переходом вода-лед, возникают, очевидно, только на уровне макроструктуры материала и не распространяются до молекулярного уровня. Это подтверждается результатами испытания смешанных тканей из химических волокон.

Трикотажные полотна, содержащие более 50 % влаги, после многократного охлаждения-нагревания также существенно изменяют свои физико-механические свойства.

В условиях Крайнего Севера, в арктических и антарктических экспедициях эксплуатация одежды из тканей, выработанных из полиэфирных текстурированных нитей, показала их высокую эффективность. При пониженных температурах одежда из этих тканей остается мягкой, износостойкой, отличается легкостью и удобством. Даже в очень холодных условиях костюмы сохраняют теплоту и необходимый влагообмен с окружающей средой.

Огнестойкость. Воздействие огня на текстильные полотна и изделия зависит от их огнестойкости. По стойкости к пламени огня полотна разделяют на негорючие (асбестовые, стеклянные, углеродные и др.), загорающиеся, но прекращающие горение и тление после удаления из пламени (шерстяные, полиэфирные и др.), и горючие,

продолжающие гореть и тлеть после удаления из пламени (хлопчатобумажные, лубяные, вязкие и др.).

Оценка огнестойкости проводится по воспламеняемости, легкости возгораемости и горючести (скорости возгорания).

Испытания текстильных полотен на огнестойкость проводят при вертикальном, наклонном (45°) и горизонтальном положениях элементарных проб с использованием нагретой проволоки.

В качестве показателей огнестойкости текстильных полотен применяют следующие:

— воспламеняемость — легкость или отсутствие возгорания, характеризующиеся температурой и временем воспламенения пробы;

— горючесть — скорость горения пробы, продолжительность остаточного горения в секундах, время горения пробы после удаления ее из зоны огня;

— продолжительность остаточного тления - время в секундах свечения пробы после ее удаления из зоны огня;

— обугливаемость — высота в миллиметрах почерневшего участка в результате термического разрушения волокон и нитей пробы.

3.3.4 Оптические свойства

Оптическими свойствами материалов называют их способность количественно и качественно изменять световой поток, в результате чего проявляются такие свойства, как цвет, блеск, прозрачность, белизна. Оптические свойства текстильных материалов имеют существенное значение при оценке внешнего вида, эстетическом восприятии одежды. Они позволяют выявить, подчеркнуть или, наоборот, скрыть фактуру материала, конструктивные особенности изделия, объем фигуры человека.

Световой поток представляет собой видимую часть спектра электромагнитных излучений, имеющих длину волн 400–700 нм. Световой поток P (рис. 3.33), падающий на текстильный материал, претерпевает ряд изменений: часть его P_ρ отражается от поверхности волокон, часть P_a поглощается и часть P_τ проходит через материал; $P\rho'$ и $P\rho''$ — части от P_a , которые диффузно рассеиваются ($P\rho'$) и частично проходят через волокно ($P\rho''$).

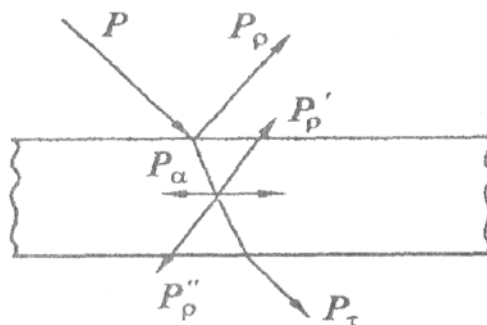


Рисунок 3.33 – Прохождение светового потока через текстильный материал

Основными характеристиками световых свойств материалов служат коэффициенты отражения ρ , поглощения α и пропускания τ .

$$\rho = P_{\rho} / P; \quad (3.82)$$

$$\alpha = P_{\alpha} / P; \quad (3.83)$$

$$\tau = P_{\tau} / P. \quad (3.84)$$

Эти коэффициенты представляют собой отношение, соответственно, отраженного P_{ρ} , поглощенного P_{α} и пропущенного P_{τ} потоков к падающему потоку.

На показатели характеристик оптических свойств существенное влияние оказывают такие факторы, как природа волокон и нитей, структура волокон, нитей и материалов.

Ткани атласного переплетения имеют очень высокую отражательную способность. Полотна с длинным ворсом также обладают достаточно высокой отражающей способностью. Наоборот, полотна из текстурированных нитей, аппаратной пряжи, нитей с высокой круткой (креповой) рассеивают световой поток.

Существенное влияние оказывают также красители, которые проявляют большую избирательную способность к поглощению светового потока. Избирательность поглощения зависит от количества и характера распределения частиц красителя в волокнах.

Цвет. Человек, рассматривающий материал со стороны падающего потока излучений, воспринимает световой поток как отраженный и диффузионно-рассеянный вверх, что вызывает у него ощущение цвета.

Если материал равномерно поглощает поток излучений, то воспринимаемый световой поток вызывает у человека ощущение того или иного *ахроматического цвета* (от белого до черного) в зависимости от степени поглощения падающего потока излучений. При полном отражении возникает ощущение белого цвета, при неполном поглощении – серого цвета (различных оттенков), а при полном поглощении – черного (рис. 3.34).

Эти цвета по светлоте различают значениями коэффициента отражения: белое полотно (эталон баритовая пластина) $\rho = 0,85$, черный бархат $\rho = 0,002$. При органолептической оценке ахроматические цвета полотен разделяют на ярко-белые, светло-серые, темно-серые, черные и глубоко-черные.

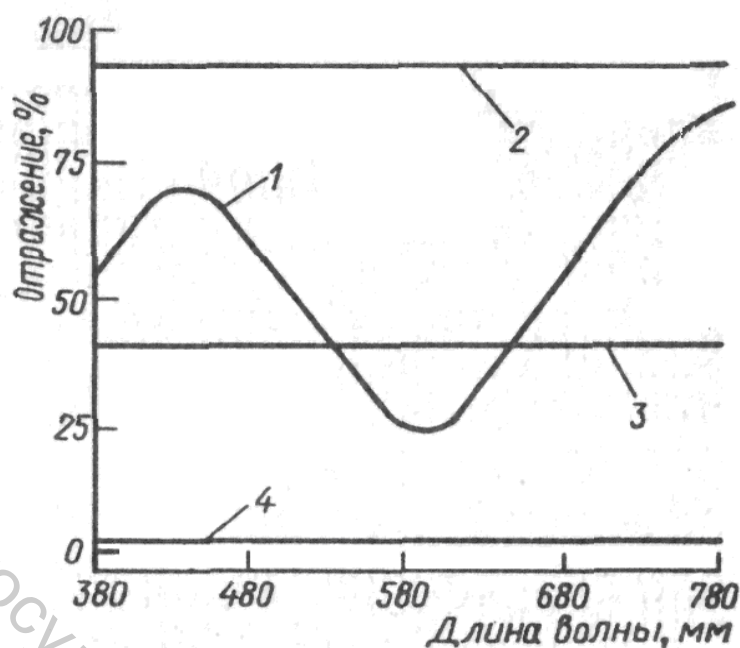


Рисунок 3.34 – Спектры отражения поверхностей, имеющих цвета: 1 – хроматические; 2–4 – ахроматические (2 – белый; 3 – серый; 4 – черный)

При избирательном поглощении диффузионно-рассеянный световой поток состоит в основном из излучений, имеющих определенную длину волны. В этом случае воспринимаемый световой поток дает ощущение *хроматического цвета*, причем излучения различных длин волн вызывают разное цветовое ощущение.

Мощность излучений хроматических цветов показана на рис. 3.35.

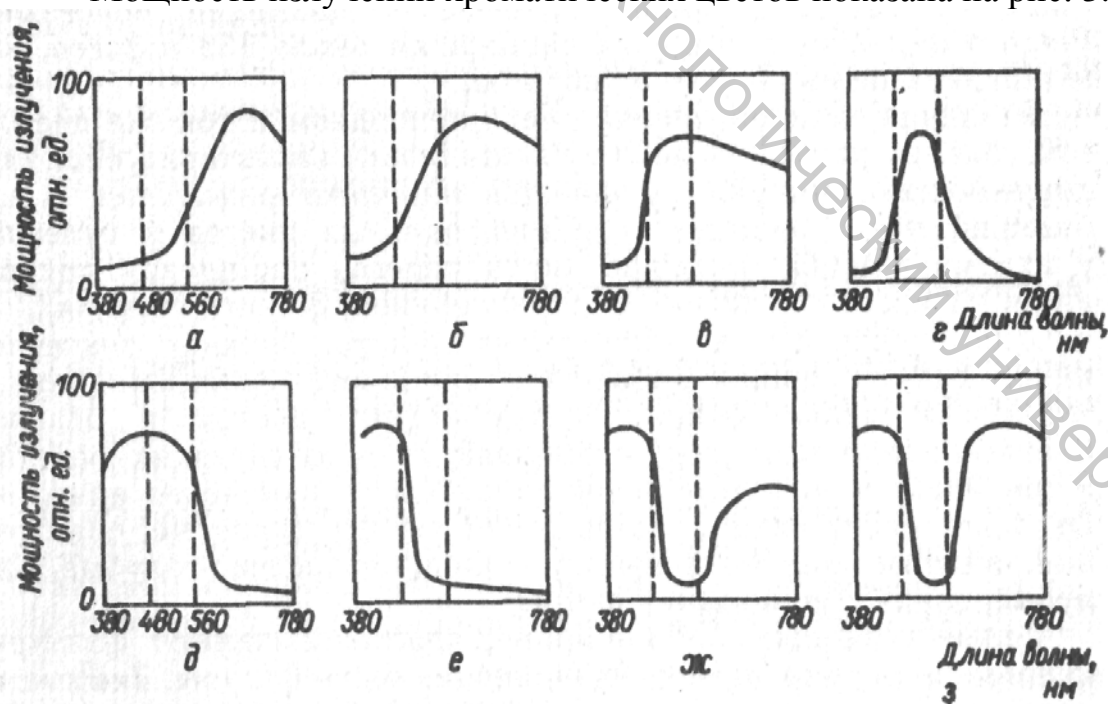


Рисунок 3.35 – Спектры излучения светящихся тел, имеющих цвет: а – красный; б – оранжевый; в – желтый; г – зеленый; д – голубой; е – синий; ж – фиолетовый; з – пурпурный

Зрительное восприятие цвета – сложный психофизический процесс, слагающийся из логической обработки качественной и количественной информации, получаемой в результате преобразования видимого излучения зрительным аппаратом человека. Возникающее ощущение цвета имеет несколько качественных и количественных характеристик.

Цветовой тон – основная качественная характеристика ощущения цвета, которая позволяет установить общее между цветовыми ощущениями образца материала и цветом спектрального излучения. Различие цветовых тонов оценивается цветовыми порогами. В видимом спектре различают около 130 порогов цветового тона, в пурпурных цветах – 20–30 порогов.

Насыщенность – качественная характеристика ощущения цвета, позволяющая различать два ощущения цвета, имеющих один и тот же цветовой тон, но разную степень хроматичности. Эта характеристика оценивается порогами насыщенности. Наибольший порог насыщенности у спектральных цветов, порог насыщенности ахроматического цвета равен нулю.

Светлота – количественная характеристика ощущения цвета, показывающая степень общего между данным цветом и белым. Светлота несамосветящихся тел зависит от их световых свойств, в частности, от отражательной способности. Цвета красные, оранжевые, желтые, желто-зеленые называют теплыми; они в восприятии человека ассоциируются с представлениями о солнечном свете, теплых, нагретых телах. Цвета зелено-голубые, голубые, синие, фиолетовые называют холодными, так как они связаны с представлениями о цвете льда, металла. Белые и теплые цвета – яркие, выступающие; они хорошо выявляют поверхность материала, его фактуру, конструктивные элементы изделия, подчеркивают объемность фигуры, придают ей полноту. Темные и холодные цвета, наоборот, скрывают поверхность, объемность материала. Швейные изделия, изготавливаемые из материалов светлых и теплых цветов, требуют тщательной обработки, так как малейшие ее неточности будут выглядеть как дефекты внешнего вида изделия.

Понятие теплых и холодных цветов не совпадают с физическими понятиями теплых и холодных окрасок. Теплота солнечного света или нагретого тела обуславливается инфракрасным излучением. Поэтому окраски, отражающие в большей степени инфракрасные лучи, меньше нагревают материал и носят название холодных, а окраски, поглощающие инфракрасные лучи, в большей мере нагревают материал и поэтому называются теплыми. Очевидно, для летнего сезона следует рекомендовать материалы с холодной окраской, а для осенне-зимнего – теплой.

Существенно влияют на восприятие цвета характер освещения, его спектральный состав и мощность. При смене источника освещения может произойти изменение светлоты, насыщенности и тона цвета. При солнечном освещении теплые цвета воспринимаются менее насыщенными и менее светлыми, а холодные более светлыми, чем при вечернем освещении. Поэтому для изделий, надеваемых в яркий солнечный день весенне-летнего сезона, рекомендуются материалы насыщенных цветов и рисунков. При смене источника освещения или увеличении его мощности без изменения спектрального состава изменяется цветовой тон, что необходимо учитывать при определении назначения материала (например, для дневных и вечерних платьев). Влияние источников освещения учитывают также при определении оптических свойств материалов, предусматривая источники с определенными стандартизированными характеристиками излучения.

Восприятие цвета зависит от состава воспринимаемого светового потока, соотношения хроматического и ахроматического излучений, что определяется характером поверхности материала и оптическими свойствами волокон. На прозрачных волокнах цвет ощущается более насыщенным, так как они в большей мере избирательно поглощают световой поток, чем непрозрачные. На гладкой блестящей поверхности цвет воспринимается более ярким, светлым, чем на неровной. Цвет материалов, имеющих большую толщину или ворсовую поверхность, способствующую многократному отражению излучений волокнами, воспринимается более насыщенным, менее светлым. Изменение длины или наклона ворса меняет условия отражения потока излучений, а вместе с этим и цвет материала.

По этой же причине мы отличаем цвет более изношенных участков одежды от цвета менее изношенных.

На ощущение цвета влияет расположение цветов – так называемый одновременный контраст, который приводит к изменению как светлоты, насыщенности, так и цветового тона. При расположении рядом двух разноярких участков ахроматических цветов изменяется их светлота: у границы раздела менее светлый участок становится светлее и, наоборот, более темный участок – темнее. Серый рисунок на черном фоне повышает свою светлоту. Аналогичную картину наблюдают при соприкосновении хроматических цветов с ахроматическими. Чем больше различие в светлоте, тем сильнее световой контраст.

При соприкосновении хроматических цветов воспринимаемый световой поток как бы суммируется и ощущается как новый цвет. Например, на красном фоне оранжевый цвет желтеет, желтый зеленеет, зеленый голубеет.

При изготовлении текстильных материалов существенное значение имеет точная оценка *цветового различия* по тону, насыщенности и светлоте. Необходимость оценки цветового различия

возникает в разных ситуациях: во-первых, при воспроизведении цвета стандартного образца в процессе окрашивания текстильных материалов, когда необходимо подобрать красители таким образом, чтобы цвет окрашенного образца был тождественен цвету эталона. Во-вторых, такая оценка нужна при установлении разнооттеночности материала, которая возникает в результате изменения условий или нарушения технологических режимов крашения и отделки и выражается в наличии участков материала, различающихся по цвету. Разнооттеночность материала значительно затрудняет технологический процесс изготовления швейных изделий, поэтому она должна контролироваться.

При эксплуатации текстильных материалов имеет значение прочность связи красителя с волокном, которая может нарушаться под действием воды, химических препаратов, механических факторов. В результате чего частичное удаление красителя из структуры волокна вызывает изменение цвета и окрашивание соприкасающихся поверхностей.

Устойчивость окраски текстильных материалов оценивается по комплексу физико-механических и химических воздействий: света, светопогоды, увлажнения, сухого и мокрого трения, пота, мыльного раствора, химической чистки, утюжильной обработки. Комплекс физико-механических и химических воздействий для конкретных материалов устанавливается в зависимости от их назначения, условий, в которых они находятся при изготовлении и эксплуатации изделий.

Однозначное определение цвета с помощью точных характеристик – основная задача **колориметрии**. В повседневной жизни цвет характеризуют цветовыми ощущениями, словарным определением, что является довольно субъективным и неточным методом оценки цвета.

Более точный метод колориметрии – визуальное сравнение образца с эталоном, при котором тождество ощущений воспринимается как тождество цвета. Для этих целей используют атласы цветов, которые представляют собой набор цветовых образцов, расположенных по определенной системе. Атлас цветов играет роль визуального цветоизмерительного инструмента.

Для определения степени изменения начальной окраски от различных физико-химических воздействий используют первую шкалу серых эталонов, состоящую из пяти пар серых образцов с различной контрастностью, причем в каждую пару включен один и тот же темный образец и второй образец более светлой окраски. Вторая шкала серых эталонов для определения степени закрашивания белых материалов также состоит из пяти образцов, каждая пара составлена из одинакового белого образца и второго серого образца различной интенсивности. В обеих серых шкалах пара образцов наибольшей контрастности соответствует баллу 1, а при отсутствии контраста – баллу 5.

Наименьший балл дается за наибольшее просветление начальной окраски и наибольшее закрашивание белого материала.

Важное негативное явление представляет разнооттеночность.

Отраженный от материала световой поток, его спектральный состав оценивают по следующим показателям:

- доминирующая длина волны λ ;
- чистота цвета, %

$$P = B_{\lambda} \cdot 100 / B, \quad (3.85)$$

где B_{λ} – яркость монохроматического излучения; B – яркость всего воспринимаемого излучения;

$$B = \Delta I / \Delta S, \quad (3.86)$$

где ΔI – интенсивность излучения; ΔS – площадь, на которую действует излучение.

Коэффициент яркости текстильных полотен

$$z = B / B\sigma, \quad (3.87)$$

где $B\sigma$ – яркость идеально белой поверхности, коэффициент отражения которой равен 1.

Белизна. Для несамосветящихся тел, к которым относятся и текстильные материалы, понятие «светлота» часто заменяется понятием «белизна», которая показывает общее в ощущениях цвета данной и идеальной белой поверхности. В понятие «белый материал» вкладывается представление о поверхности, хорошо рассеивающей световой поток, т. е. имеющей малую степень избирательного поглощения. Белизну текстильных материалов повышают путем химического и физического воздействий (беление, мытье, чистка), подцветкой синими красителями и пигментами, с помощью оптических отбеливающих веществ. Она является одной из важнейших характеристик качества неокрашенных текстильных материалов.

На практике обычно нет четкого различия между светлотой и белизной. Под светлотой чаще всего понимается оценка яркости, а под белизной — коэффициент яркости. Светлота и белизна измеряются порогами различия. В диапазоне от абсолютно черного до идеально белого цветов насчитывают 300–400 порогов. Ахроматические (серые) шкалы имеют ступени различия, каждая из которых включает в себя несколько порогов по светлоте (белизне).

Белизна текстильных материалов оценивается коэффициентом яркости r , измеренным при длине волны 540 нм, и коэффициентом подцветки ρ , рассчитанным как отношение коэффициентов яркости, измеренных при длине волн 540 и 410 нм:

$$\rho = r_{410} / r_{540}. \quad (3.88)$$

Материалы считаются тождественными по белизне, если коэффициенты их яркости отличаются не более чем на 1 %, а коэффициенты подцветки – не более чем на 0,03.

Кроме того, белизну текстильных материалов можно оценивать по отражательной способности их поверхности:

$$\omega = 100\rho_r / \rho_{ro}, \quad (3.89)$$

где ω – белизна материала, %; ρ_r – коэффициент отражения образца материала; ρ_{ro} – коэффициент отражения эталонной белой пластины.

Блеск материала зависит от состояния его поверхности. Отражательная способность поверхности тел ограничивается двумя крайними состояниями их поверхности – зеркальным и абсолютно шероховатым. В практических условиях абсолютно шероховатой поверхностью считают плоский слой баритовых белил, который рассеивает свет или отражает его в различных направлениях.

Между крайними пределами – блеском отражающих и рассеивающих поверхностей – располагаются степени блеска всех физических тел. Если поверхность, от которой происходит отражение лучей, негладкая или если на ней имеются частицы, обладающие другим коэффициентом преломления, чем основное вещество материала, то она имеет матовый вид вследствие рассеянного отражения лучей света в разных направлениях. На этом принципе основано матирование искусственных волокон для уменьшения их блеска.

Блеск текстильных материалов может быть желательным или нежелательным явлением в зависимости от назначения материала. Для увеличения блеска при изготовлении материала используют волокна и нити с гладкой ровной поверхностью, переплетения с длинными перекрытиями, применяют специальные виды отделки (мерсеризацию, каландрирование) в целях расположения большинства волокон на поверхности в одной плоскости. Использование переплетений с частым изгибом нитей, применение операций начесывания и валки способствуют созданию шероховатой поверхности материала, пространственному расположению волокон, что приводит к многократному отражению светового потока, увеличению его рассеивания.

Блеск (лоск) тканей, появляющийся при их носке, связан с образованием плоских микроучастков на волокнах и нитях. Эти участки лежат в одной плоскости и при большой ориентации вызывают направленное отражение света поверхностью ткани или блеск. Указанные плоские участки возникают вследствие истирания и многократного давления на ткань при ее носке.

Возникающий при носке блеск тканей, так же как и блеск от влажно-тепловой обработки, имеет специфически неприятный вид, напоминающий жировой блеск. Наиболее распространенным способом устранения блеска является воздействие на блестящие участки паром, иногда с применением механического воздействия щеток.

Блеск текстильных материалов оценивается сравнением отражающих способностей поверхностей образца и эталона (например, стеклянной пластины) или сопоставлением показателей отражения светового потока поверхностью данного материала, определенных при разных углах наклона:

$$\varphi = 10 \cdot \ln \frac{\alpha_1}{\alpha_2}, \quad (3.90)$$

где φ – число блеска; α_1, α_2 – количество отраженного света, падающего на поверхность под углом соответственно 22,5 и 0°.

Установлено соотношение между числом блеска и ощущением блеска человеком:

Число блеска φ	Ощущение поверхности
0,5–1	Глубокоматовая
1–2	Матовая
3–4	Полуматовая
4–8	Блестящая
8–16	Высокоблестящая

Прозрачность. Это свойство текстильных материалов связано с ощущением проходящего через полотно потока излучений, что дает представление о глубине наблюдаемого материала. Прозрачность зависит от поверхностного заполнения, переплетения, прозрачности волокон и нитей. Особенно значительна прозрачность тканей, трикотажа, выработанного ажурными или подобными им переплетениями. Прозрачность как явление может ощущаться со стороны падающего потока света, когда он проходит через полотно, дважды отражаясь от поверхности, на которой расположен материал. Прозрачность полотен к излучениям характеризуется коэффициентом пропускания $K_{пр}$, для определения которого используют спектрофотометры:

$$K_{пр} = I_{о.ф.} / I_{ф}, \quad (3.91)$$

где $I_{о.ф.}$ – ток от ультрафиолетового излучения с пробой исследуемого материала; $I_{ф}$ – ток от ультрафиолетового излучения без пробы исследуемого материала.

Коэффициент пропускания ультрафиолетового излучения для плотных целлюлозных тканей составляет 0,01–0,10; для редких шелковых тканей – 0,5–0,6.

Расцветка ткани и виды рисунков.

По способу колористического оформления различают ткани отбеленные, гладкокрашенные, пёстротканые, меланжевые, мулинированные, набивные. В небольшом количестве выпускаются также суровые и полубелые ткани.

Суровые ткани – ткани, не подвергнутые отделке. В основном суровыми выпускают льняные ткани (полотна, бортовка) для

сохранения их прочности. В небольшом количестве суровыми выпускаются хлопчатобумажные ткани (миткаль, бязь, ткань карманная).

Отбеленные ткани получают путём обработки их белящими составами. Они различаются по степени белизны, например сорочечные ткани имеют степень белизны 90–100 %, бельевые – 75–85 %, костюмные – около 70 %.

Полубелые ткани – это частично отбеленные льняные ткани с кремоватым оттенком (полотна, холсты и др.).

Гладкокрашенные ткани характеризуются однородно окрашенной поверхностью. Такие ткани делятся на виды по тонам с нумерацией, например, в синей гамме могут быть тона: васильковый, первант, ультрамарин, индиго, кубовый.

Пёстротканые ткани получают из нитей разных цветов. В результате на лицевой и изнаночной сторонах ткани выявляются цветные полосы, клетки, жаккардовые узоры.

Меланжевые ткани вырабатываются из меланжевой пряжи, т. е. пряжи, полученной из смеси разноокрашенных волокон. Например, смешивая белые и чёрные волокна в различных соотношениях можно получить серую пряжу различных оттенков.

Мулинированные ткани вырабатывают из кручёных нитей, составляющие которых окрашены в разные цвета. Составляющие могут при этом иметь разный волокнистый состав, например, при скручивании окрашенной шерстяной пряжи с лавсановой комплексной нитью белого цвета.

Ткани с печатным рисунком получают путём нанесения рисунка тем или иным способом на лицевую поверхность ткани.

По виду печати рисунки подразделяют на рисунки прямой, вытравной и трёхцветной печати.

По степени покрытия площади ткани рисунки подразделяют на белоземельные (с рисунком по белому полю), грунтовые (рисунок занимает до 60 % площади ткани), фоновые (с окрашенным полем), вытравные (с вытравленным рисунком по гладкокрашеной ткани).

В зависимости от содержания рисунки на тканях делятся на сюжетные, тематические и беспредметные.

Сюжетными называются рисунки, о которых можно рассказывать (портреты, картинки и пр.) Чаще всего сюжетные рисунки имеют косынки, гобелены, скатерти, а иногда и ткани.

Тематическими называются рисунки, которые можно характеризовать каким-то понятием (горох, полоска, клетка, кружки, фрукты и т. д.).

Беспредметными называются абстрактные рисунки, например, цветные пятна, неопределённые контуры и т. д.

По характеру и форме все тематические рисунки можно разделить на следующие основные виды: полоска, горошек, клетка, цветочные рисунки, мелкофигурные и крупнофигурные рисунки, купоны. Купоны – это крупные рисунки чаще всего растительного орнамента, расположенные в середине ткани с разнообразным цветовым фоном. Ткани с такими рисунками требуют специального раскроя, так, чтобы рисунок не был разрезан. Используются такие рисунки для тканей плательного назначения.

По назначению все рисунки делят на сорочечные, плательные, подкладочные, мебельные и т. д.

По влиянию на процесс раскроя тканей выделяют рисунки, затрудняющие раскрой тканей (полоска, крупная клетка, крупные яркие узоры и др.), так как такие ткани требуют подгонки рисунка в деталях готового изделия.

По влиянию на швейные процессы выделяют рисунки, затрудняющие изготовление швейных изделий (мелкая яркая клетка, вызывающая усталость зрения рабочих и др.)

3.3.5 Электрические свойства

Текстильные материалы в процессе их производства, а также при изготовлении и эксплуатации швейных изделий постоянно соприкасаются с поверхностями однородных и неоднородных тел, в результате происходит электризация материалов.

Электризуемость – это способность материалов к генерации и накоплению в определенных условиях зарядов статического электричества.

Возникновение статического электричества обусловлено нарушением равновесия между процессами генерации зарядов статического электричества определенной полярности и процессом их рассеивания.

Природа возникновения зарядов статического электричества окончательно не выявлена (нет законченной теории).

Наибольшее распространение получила теория, рассматривающая электризацию как результат перехода носителей зарядов (электронов или ионов) с одной контактирующей поверхности на другую. При соприкосновении диэлектрика, в частности текстильного волокна, с металлом с поверхности последнего сходят электроны, имеющие определенный уровень энергии, и «прилипают» к поверхности диэлектрика, сообщая ему отрицательный заряд. Однако на практике волокна при соприкосновении с металлами могут заряжаться как отрицательно (например, поливинилхлоридные волокна, нитрошелк, фторлон), так и положительно (капроновые, лавсановые, вискозные, природные волокна). Электризацию диэлектрика положительными зарядами в этом случае объясняют присутствием на его поверхности электронов, способных при определенных условиях, покидая

диэлектрик, оставляя «дырки», которые можно рассматривать как положительные заряды. В результате отрицательные электроны и положительные «дырки» образуют между контактирующими поверхностями двойной электрический слой.

Ряд исследователей считает, что причина электризации диэлектриков – ориентация полярных молекул, расположенных на поверхности.

При соприкосновении двух поверхностей возникает электрическое поле, а при нарушении контакта поверхностей двойное электрическое поле разъединяется и каждая из контактирующих поверхностей оказывается заряженной электричеством противоположного знака.

При трении текстильных материалов величины электрических зарядов резко возрастают в первые 10 с, далее темп замедляется, достигая насыщения, затем несколько снижается. Величину заряда определяют в период насыщения, т. е. электризацию оценивают по величине максимального заряда.

Электризуемость определяется следующими показателями: напряженностью E электрического поля, величиной заряда q , поверхностной плотностью σ , полярностью заряда, удельным объемным сопротивлением τ_v , удельным поверхностным сопротивлением RS .

Напряженность электрического поля, В/м,

$$E = f/q = U/H; \quad (3.92)$$

где f – сила, которую испытывает заряд q ; U – потенциал; H – расстояние до заряженного тела.

Поверхностная плотность, Кл/см²,

$$\sigma = q/S; \quad (3.93)$$

где S – поверхность пробы, см².

Удельное объемное сопротивление, Ом·/ см,

$$r_o = R S_{\Pi}/V, \quad (3.94)$$

где R – сопротивление полотен, Ом; S_{Π} – площадь пробы, см²; V – объем пробы, см³.

Поверхностное сопротивление, Ом·/ см²,

$$RS = R/S. \quad (3.95)$$

Знак электрического заряда, возникающего на соприкасающихся поверхностях, зависит от химического строения вещества.

Данные табл. 3.14 показывают, какую полярность приобретают материалы, указанные в головке таблицы, при трении их о материалы, указанные в боковике. При трении однородных материалов возникающие заряды по величине очень малы, трудноуловимы, поэтому линию, обозначающую электризацию однородных материалов, называют нейтральной. Она расположена по диагонали таблицы и служит как бы границей, разделяющей отрицательную и положительную полярности материалов при их электризации.

Плотность электрического заряда, возникающего на поверхности материала, и его удельное поверхностное электрическое сопротивление зависят прежде всего от волокнистого состава материала (табл. 3. 15).

Наименьшей плотностью зарядов и наибольшей электропроводностью характеризуются хлопчатобумажные материалы, а также материалы из гидратцеллюлозных волокон и нитей (вискозных и медноаммиачных). Немного выше плотность возникающих зарядов и удельное поверхностное сопротивление у материалов из природных белковых волокон (шерстяных, шелковых). Материалы из синтетических волокон и нитей проявляют при трении наибольшую электризуемость. Ацетатные и триацетатные материалы занимают промежуточное положение. Смешивание натуральных и гидратцеллюлозных волокон и нитей с синтетическими и ацетилцеллюлозными позволяет значительно снизить электризацию материалов.

Электризуемость текстильных материалов имеет суточные и сезонные колебания, связанные с ионизацией атмосферы. Например, летом электризуемость материалов выше, т. к. солнечная активность в этот период сильнее.

В большинстве случаев электризуемость текстильных материалов представляет собой отрицательное явление: она осложняет технологические процессы производства материалов и изготовления из них швейных изделий. Электризуемость материалов в одежде при её носке вызывает неприятные ощущения у человека, прилипание изделия к телу, быстрое загрязнение в результате прилипания частиц пыли и т. д.

Кроме того, электризуемость материалов о кожу человека оказывает биологические воздействия на человеческий организм. Однако механизм этих воздействий ещё до конца не выяснен. Известно, что положительное электрическое поле на поверхности кожи человека вызывает ряд негативных реакций со стороны нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Отрицательное электрическое поле оказывает благоприятное воздействие на организм. Например, высокая электризуемость хлорина используется при изготовления лечебного белья.

Таблица 3.15 – Показатели электризуемости текстильных материалов (по данным Н.М. Хабаловшили)

Материал	Удельное электрическое сопротивление ρ , Ом·м	Плотность заряда σ , Кл/см ²
Хлопчатобумажный трикотаж	$2,1 \cdot 10^8$	$9,0 \cdot 10^{-12}$
Вискозная ткань	$4,9 \cdot 10^8$	$1,08 \cdot 10^{-11}$
Медноаммиачный трикотаж	$5,9 \cdot 10^8$	$1,08 \cdot 10^{-11}$
Шерстяной трикотаж	$1,7 \cdot 10^9$	$3,42 \cdot 10^{-11}$
Шелковая ткань	$3,82 \cdot 10^{11}$	$8,55 \cdot 10^{-11}$
Ацетатная ткань	$3,2 \cdot 10^{13}$	$2,79 \cdot 10^{-10}$
Триацетатная ткань	$9,7 \cdot 10^{12}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$
Капроновая ткань	$1,29 \cdot 10^{14}$	$3,69 \cdot 10^{-10}$
Хлориновый трикотаж	$1,37 \cdot 10^{14}$	$3,78 \cdot 10^{-10}$
Нитроновый трикотаж	$1,66 \cdot 10^{14}$	Нет сведений
Вискозноацетатная ткань	$8,2 \cdot 10^{10}$	$9,9 \cdot 10^{-11}$
Хлопковискозная ткань	$3,2 \cdot 10^8$	$1,17 \cdot 10^{-11}$
Хлопкокапроновая ткань	$7,2 \cdot 10^{10}$	$9,9 \cdot 10^{-11}$
Хлопколавсановая ткань	$1,4 \cdot 10^9$	$1,71 \cdot 10^{-11}$
Хлопкоацетатная ткань	$5,1 \cdot 10^{10}$	$1,08 \cdot 10^{-10}$
Ацетатнокапроновая ткань	$8,1 \cdot 10^{13}$	$2,88 \cdot 10^{-10}$

Считают, что предельно допустимой величиной удельного электрического сопротивления, при которой не возникает неудобств при эксплуатации одежды из текстильных материалов, является 10^{11} – 10^{12} Ом·м (ГОСТ 50720).

Важное значение имеет разработка способов снижения электризуемости материалов. Одним из способов, нашедших широкое применение, является обработка материалов антистатическими поверхностно-активными веществами (антистатиками). Антистатики, поглощая влагу или вступая с ней во взаимодействие, образуют на поверхности материала слой, способствующий рассеиванию зарядов и тем самым снижению электризуемости материала. Другой эффективный

способ снижения электризуемости текстильных материалов – поверхностная компенсация зарядов. При изготовлении текстильных материалов компоненты волокнистого состава подбирают таким образом, чтобы при трении об определенный материал, в частности о кожу человека, на поверхности волокон образовывались заряды противоположных знаков, в результате чего происходила бы их взаимная нейтрализация. Суммарная величина электрического заряда такого материала и его полярность зависят от вида компонентов и их процентного соотношения; можно так подбирать волокнистый состав, чтобы суммарный заряд был равен нулю. Степень электризуемости можно также снизить, смешивая гидрофильные и гидрофобные волокна.

3.4 ИЗМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

Ткани, трикотажные, нетканые полотна и другие текстильные материалы обладают способностью изменять размеры при различных воздействиях: стирке, замачивании, глажении в свободном состоянии, химической чистке, обработке химическими препаратами и длительном хранении, особенно в условиях повышенной влажности воздуха. Наибольшее изменение линейных размеров текстильных полотен (усадка) наблюдается при влажно-тепловых обработках, а именно при стирке и замачивании.

В соответствии с ГОСТ 30157.0–95 изменение линейных размеров после мокрой обработки (или химической чистки) λ , %, определяют по формуле

$$\lambda = (L_1 - L_0) \cdot 100 / L_0, \quad (3.96)$$

где L_1 – длина участка после мокрой обработки; L_0 – длина участка материала до мокрой обработки.

На практике процесс, при котором происходит уменьшение размеров изделий, называется усаживанием, а само уменьшение размеров изделий – усадкой, увеличение размеров – притяжкой.

Усадкой называют величину, на которую изменяются линейные размеры изделия, выраженную в процентах от первоначальных его размеров. Она положительна, если размеры изделия уменьшаются, отрицательна, если размеры изделия увеличиваются.

Различают усадку линейную Y_L , поверхностную Y_S , объемную Y_V :

$$Y_L = 100 (L_1 - L_2) / L_1; \quad (3.97)$$

$$Y_S = 100 (S_1 - S_2) / S_1; \quad (3.98)$$

$$Y_V = 100 (V_1 - V_2) / V_1, \quad (3.99)$$

где L_1, S_1, V_1 – начальные длина, площадь, объем образца; L_2, S_2, V_2 – линейные размеры, площадь, объем пробы после усаживания.

Основных причин усадки две:

1. Протекание обратного релаксационного процесса. В процессе создания и особенно отделки материалы подвергаются значительным растягивающим нагрузкам, под действием которых в их структуре накапливаются эластические деформации, проявляющиеся в удлинении волокон и нитей и перестройке структуры материала. Эти деформации в условиях текстильного производства не успевают полностью исчезнуть и при мокрых обработках и последующих сушках в отделочном производстве частично фиксируются. Под действием влаги и теплоты релаксационный процесс протекает быстрее. Влага, проникающая в структуру волокон, ослабляет межмолекулярные связи, а теплота повышает кинетическую энергию молекул и атомов. Все это способствует снятию внутренних напряжений, возобновлению релаксационного процесса и установлению нового релаксационного состояния. Уменьшению внутренних напряжений в структуре материала способствуют также механические воздействия при носке, стирке и химической чистке изделий. Механические воздействия заставляют волокна и нити преодолевать силы трения в местах их контакта. В результате релаксационного процесса происходят укорочение волокон и нитей и перестройка структуры материала.

Уравнивается степень натяжения нитей. Основная система, которая была сильно натянута, получает изогнутость. Поэтому усадка по основе больше, чем по утку.

2. Набухание волокон и нитей. При увлажнении волокна набухают, поперечник их увеличивается, а длина нити уменьшается, так как волокна в нити расположены по спирали. В большей степени набухают гидрофильные волокна (натуральные и гидратцеллюлозные), поэтому усадка тканей из них больше.

Чем выше крутка нитей, тем сильнее напряжение волокна и тем больше усаживаются нити по длине. Поэтому ткани из нитей креповой крутки имеют значительную усадку. Усадка значительно возрастает с уменьшением плотности.

Изменения линейных размеров после мокрых обработок в значительной степени зависят от волокнистого состава материала. Наиболее склонны к усадке материалы из натуральных и гидратцеллюлозных волокон, так как они хорошо впитывают влагу и сильно набухают. Усадка большинства материалов из химических волокон в меньшей степени зависит от воздействия влаги, но она возможна при действии повышенной температуры (тепловая усадка), особенно если волокна при их изготовлении подвергались значительной вытяжке.

Таким образом, изменение линейных размеров ткани происходит из-за уменьшения длины нитей и перестройки структуры (изменения фазы строения и уменьшения расстояния между нитями), которые

являются следствием как релаксационного процесса, так и набухания волокон.

Результаты исследований показывают, что наибольшую долю в изменении линейных размеров ткани составляет структурная усадка, меньшую — укорочение нитей. В связи с этим на усадку оказывает влияние вид переплетения: чем больше связей в структуре и изгибов нитей, тем выше усадка; наибольшую усадку имеют ткани полотняного переплетения. С увеличением длины перекрытий усадка уменьшается, так как увеличивается доля усадки нити. Так как усадка ткани связана в значительной степени с изменением изгиба нитей, то большое значение имеет фаза строения, которая зависит от соотношения линейного заполнения по основе и утку, т. е. от диаметров нитей и расстояний между ними.

Усадка ткани обычно не проявляется полностью после первой влажно-тепловой обработки (глаженье, стирка, химическая чистка), в большей или меньшей степени она может проявляться при повторении этой обработки. Установлено, что при стирке проявляется 50 — 70 % полной усадки, дальнейшая усадка происходит в период от первой до пятой стирки, после чего размеры ткани изменяются незначительно.

Некоторые ткани после стирки дают усадку по основе и несколько увеличиваются по утку, т. е. дают так называемую притяжку. Это происходит в том случае, если основа была сильно натянута и получила при усадке значительную изогнутость, а степень изогнутости утка уменьшилась, уточные нити распрямились, и ширина ткани увеличилась. Притяжка наблюдается в хлопчатобумажных тканях с утком из вискозных комплексных нитей.

Синтетические ткани изготовлены из гидрофобных волокон, имеющих низкую гигроскопичность и намокаемость, поэтому усадка их минимальная.

Особенностью некоторых синтетических волокон является их способность давать тепловую усадку от воздействия температуры, превышающей температуру термофиксации ткани. Например, изделия из поливинилхлоридных (ПВХ) волокон без увлажнения при температуре 70 °С и более дают полную тепловую усадку. Лечебное бельё из хлорина при кипячении превращается в комок (его усадка в кипящей воде составляет 55 %).

Для шерстяных тканей характерна местная усадка, на чём основано формование изделий из этих тканей сутюживанием, т. е. посадкой ткани в определённых участках в процессе влажно-тепловой обработки.

Усадка шерстяных тканей может возникать в процессе постепенного сваливания (сцепления, перепутывания и уплотнения) шерстяных волокон при носке и многократных стирках.

Усадка и притяжка трикотажа при мокрых обработках происходят в основном вследствие изменения петельной структуры, а изменение в структуре нитей и волокон в результате набухания имеет второстепенное значение. Трикотажные полотна имеют более высокую растяжимость, чем ткани, а потому и более подвижную структуру, чувствительную даже к небольшим приложенным усилиям. С увеличением длины нити в петле усадка по длине полотна обычно увеличивается, а по ширине уменьшается. Трикотажные полотна наиболее значительно изменяют свои размеры после первой стирки.

На усадку трикотажных полотен при мокрых обработках существенное влияние оказывает их структура. Основовязанные полотна обычно усаживаются по длине и ширине, поперечновязанные (кулирные) полотна при усадке по длине чаще всего имеют притяжку по ширине.

Усадка нетканых полотен зависит от структуры и способа изготовления. Усадка вязально-прошивных полотен обусловлена обратным релаксационным процессом и набуханием волокон. Холстопрошивные полотна при заключительной отделке сплющиваются и утоняются, а петли прошивных нитей приобретают овальную форму.

При замачивании и особенно при стирке толщина полотна увеличивается вследствие набухания волокон холста и, главным образом, релаксации петель прошивных нитей, восстанавливающих свою начальную форму. Расширяясь, петли сокращаются в длину и стягивают нетканое полотно. Увеличение размеров полотна по ширине объясняется выскальзыванием волокон из расширившихся петель. Усадка нитепрошивных полотен происходит в основном из-за изменения конфигурации петель скрепляющих нитей и частично из-за усадки каркасных нитей. Усадка тканепрошивных полотен определяется в основном усадкой каркасного полотна. В клееных нетканых полотнах свободно лежащие и скрепленные связующим волокна почти не релаксируют, и усадка полотна практически не происходит.

Кинетика усадки материалов имеет довольно сложный характер. Исследования процесса усадки шерстяных тканей при замачивании, проведенные О.В. Исаевой, показали, что можно выделить две фазы проявления усадки (рис. 3.36). При погружении в воду, особенно нагретую, ткань сразу начинает сокращаться в размерах; однако дальнейшему повышению усадки препятствует увеличение объема волокон из-за их набухания, поэтому процесс перестройки структуры замедляется. В первые минуты сушки, пока ткань насыщена влагой, ее размеры остаются неизменными. При высыхании процесс перестройки структуры возобновляется. По мере сокращения влаги в ткани релаксационные процессы в структуре материала замедляются, и усадка прекращается. Таким образом, процесс усадки протекает как на этапе

увлажнения, так и на этапе сушки материала, причем на последнем этапе доля усадки превышает 50–60 % общей величины усадки. В условиях стирки на величину усадки ткани при сушке существенное влияние оказывает остаточное влагосодержание после отжима: чем выше влажность, тем больше усадка. При этом после высыхания ткани до влагосодержания 20 % ее линейные размеры практически больше не меняются.



Рисунок 3.36 – Циклограмма изменения усадки ткани во времени при замачивании и сушке

Методы определения изменения линейных размеров

Сущность методов определения усадки и притяжки заключается в измерении линейных размеров в долевом и поперечном направлениях (вдоль основы и утка у тканей) на пробах квадратной или прямоугольной формы до и после мокрых обработок или химической чистки.

Усадка текстильных материалов может происходить как в условиях швейного производства (операции глаженья, прессования, формования, дублирования, отпаривания и т. п.), так и при эксплуатации изделий из этих материалов (стирка, химическая чистка, глаженье, действие атмосферных осадков и т. д.). Методы испытания тканей, трикотажных и нетканых полотен должны как можно лучше воспроизводить условия, в которых происходит их усадка.

Стандартные методы имитируют условия эксплуатации. Согласно ГОСТ 30157.0–95 и 30157.1–95 определение изменения размеров текстильных материалов после мокрых обработок должно проводиться при стирке (хлопчатобумажные, льняные, шелковые ткани, трикотажные полотна, вязально-прошивные нетканые полотна), замачивании (шерстяные, шелковые ворсовые, бортовые ткани, вязально-прошивные и иглопробивные нетканые полотна) и химической чистке (шелковые ткани). В ряде методов на заключительном этапе предусматриваются глаженье и прессование материалов с учетом параметров влажно-тепловой обработки технологического процесса швейного производства. Размеры, количество проб и режимы обработки устанавливаются стандартами в зависимости от вида материала и его волокнистого состава.

Испытания рекомендуется проводить на различных приборах в зависимости от вида обработки. Для стирки используют бытовые

стиральные машины с горизонтально расположенным барабаном или активаторного типа, приборы УТ-1 (для трикотажа) и УТ-2 (для шелковых тканей); для замачивания – прибор УТШ-1; для глаженья – утюг или прибор ПОУТ; для прессования – утюг или пресс.

Усадка и притяжка текстильных материалов являются одним из важных показателей их качества. Они оказывают существенное влияние на формоустойчивость и размеростабильность швейных изделий в процессе носки и вызывают ряд трудностей в технологическом процессе их производства. При конструировании швейных изделий необходимо предусматривать припуски, учитывающие усадку материала в готовом изделии и при влажно-тепловой обработке в процессе производства. Причиной искажения формы и ухудшения внешнего вида изделия является разноусадочность основных, прокладочных и подкладочных материалов, особенно при фронтальном дублировании основных материалов. Практика и исследования показали, что для изготовления изделий высокого качества, при котором могут быть гарантированы их формоустойчивость и размеростабильность в условиях эксплуатации, усадка материалов в пакете должна составлять не более 1–1,5 % или по крайней мере материалы, входящие в пакет изделия, должны быть равноусадочными.

По нормам изменения размеров после мокрой обработки ткани подразделяют на 3 группы (табл. 3.16).

Таблица 3.16 – Классификация тканей по нормам изменения размеров после мокрой обработки

Группа тканей	Изменение размеров, %, не более, для тканей						Характеристика тканей по изменению размеров
	хлопчатобумажных, льняных и из химических волокон		шерстяных и полушерстяных		шелковых и полушелковых		
	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	
I	-1,5	±1,5	-1,5	-1,5	±1,5	±1,5	Практически безусадочные
II	-3,5	±2,0	-3,5	-3,5	±3,5	±2,0	Малоусадочные
III	-5,0	±2,0	-5,0	-3,5	±5,0	±2,0	Усадочные

В настоящее время существует несколько способов снижения усадки, в частности:

- использование при производстве смешанной пряжи или комбинированных нитей волокон и нитей пониженной гидрофильности;
- специальная декатировка материалов на тканеусадочных машинах или при влажно-тепловой обработке;
- уменьшение гидрофильности волокон путем введения в их структуру специальных реагентов, частично блокирующих

гидроксильные группы макромолекул полимера (малоусадочная отделка).

3.5. ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При эксплуатации текстильных материалов обычно происходит их изнашивание, т. е. ухудшение свойств и постепенное разрушение материала под действием различных факторов. Результат изнашивания обычно называется **износом**. Износ бывает местный и общий. Местный износ характеризуется наличием потёртостей и дыр на отдельных участках изделия. Общий износ распространяется по всей поверхности изделия.

Износостойкостью называется способность текстильных изделий сопротивляться изнашиванию.

Причиной изнашивания материалов для одежды является воздействие сложного комплекса различных факторов, которые можно подразделить на следующие группы:

- 1) механические – истирания о различные предметы, многократные деформации растяжения и изгиба, сжатия;
- 2) физико-химические – действие света, атмосферы, пота, моющих средств, применяемых при стирке, температуры, влаги и др.;
- 3) биологические – разрушение микроорганизмами и повреждение насекомыми;
- 4) комбинированные – светопогода, истирание с утомлением, стирка, химчистка и др.

Учитывая условия эксплуатации изделия, всегда можно выделить один-два фактора, влияние которых обуславливает срок его службы. Например, основной причиной износа занавесок и гардин является действие света, белья – стирки и истирания, подкладочных тканей – истирание и многократные изгибы и растяжения.

О степени износа можно судить по следующим критериям :

- ухудшению механических свойств материала (снижение прочности, выносливости к многократным деформациям растяжения и изгиба, т. е. утомлению, уменьшению числа стирающих циклов до разрушения образца и т. д.);
- уменьшению вязкости раствора вещества, составляющего изделие (под действием атмосферы, света и т. п. происходит разрушение макромолекул полимера, а вязкость раствора полимера зависит от длины макромолекул);
- уменьшение кондиционной массы материала;
- увеличение проницаемости;
- наличие видимых повреждений (потёртостей, дыр и т. д.) и их расположение на изделии (топография износа).

При оценке износостойкости материала в каждом конкретном случае выбор критерия износа следует производить с учётом назначения материала и тех основных факторов, которые определяют износ. Так, например, при износе под действием света (гардины) происходит разрушение молекулярной структуры вещества, поэтому целесообразно за критерий износа принять уменьшение вязкости раствора полимера. Этот критерий, в данном случае, будет чувствительной характеристикой степени изнашивания материала, а разрывная нагрузка при этом в течение длительного времени изнашивания меняться практически не будет (её брать за критерий износа в данном случае нельзя).

Износ текстильных изделий изучают в основном двумя способами:

1. Лабораторным изнашиванием образцов на специальных приборах.
2. Наблюдением за изнашиванием готовых изделий в условиях эксплуатации (так называемая опытная носка).

При том и другом способах изделие может доводиться до полного разрушения (образования дыр и т. п.) или до частичного (в течение определённого времени или воздействия определённого количества циклов).

Лабораторное изнашивание является более прогрессивным, т. к. результат получается быстрее при малом расходе материала. К проведению опытной носки прибегают в том случае, если отсутствует оборудование для лабораторного изнашивания, для непосредственного изучения изнашивания в реальных условиях эксплуатации или для сравнения результатов испытаний лабораторного изнашивания образцов с результатами опытной носки.

Износостойкость материалов зависит от целого ряда факторов: от вида и структуры волокон, от толщины и крутки нитей, вида переплетения, плотности, заполнения, поверхностной плотности материала, опорной поверхности и т. д. Большое влияние на изменение износостойкости текстильных материалов оказывают красильно-отделочные обработки (виды красителей и аппретов, режимы крашения).

3.5.1 Износ от истирания

Износ от истирания происходит вследствие внешнего трения материала о другие поверхности и всегда сопровождается уменьшением его массы.

Механизм разрушения тканей от истирания сложен и носит в основном фрикционный характер, т. е. разрушение идет постепенно в результате необратимых изменений в структуре материала. При этом могут быть выделены три основные стадии разрушения ткани от истирания.

В начальный период на поверхность ткани выходят отдельные волокна, плохо закрепленные в структуре нитей и ткани. Одновременно идет процесс разрушения этих волокон за счет деформации многократного растяжения, изгиба, кручения, смятия и т. п. Масса ткани на данной стадии меняется незначительно.

Дальнейшее истирание ведет к затуханию процесса вывода волокон на поверхность ткани, на данном этапе происходит интенсивное расшатывание структуры материала. Масса ткани практически не уменьшается.

В конечной стадии истирания, когда нарушения в структуре нитей и ткани достигают критических значений, процесс разрушения идет чрезвычайно быстро и сопровождается удалением из ткани отдельных волокон и разрушенных участков нитей. Имеет место значительная потеря массы материала.

Стойкость тканей к истиранию зависит от вида волокон и силы закрепления их в структуре материала. Здесь в первую очередь играют роль геометрические характеристики волокон, их фрикционные свойства, структура нитей и тканей. Наибольшей стойкостью к истиранию обладают ткани, которые состоят из волокон, имеющих высокую стойкость к многократным деформациям растяжения, изгиба, кручения, смятия, высокую стойкость к истиранию и т. п. К этим тканям относятся лавсановые, капроновые, далее следуют ткани из натуральных волокон — шерсть, лен, хлопок. Повышенной стойкостью к истиранию обладают ткани из комплексных химических нитей (по сравнению с тканями из тех же химических штапельных волокон). Ткани из тонких и длинных волокон более стойки к истиранию, чем ткани из грубых и коротких волокон.

Наиболее рациональной с точки зрения стойкости к истиранию является такая структура ткани, при которой ее опорная поверхность образуется обеими системами нитей (основной и уточной) или состоит из нитей, имеющих более высокую стойкость к истиранию. С уменьшением длины перекрытий нитей в структуре ткани стойкость к истиранию возрастает. Если перекрытия в ткани образуют чрезмерно жесткую структуру, ее стойкость к истиранию может значительно снизиться.

В трикотаже разрыв нитей от истирания приводит к спуску петель, поэтому разрушение трикотажа по истертым участкам происходит быстрее, чем разрушение тканей. Стойкость к истиранию трикотажа, как и тканей, зависит от структуры и опорной поверхности. С повышением плотности и заполнения трикотажа износостойкость увеличивается.

Для изделий из вязально-прошивных нетканых полотен одним из основных факторов разрушения при эксплуатации является износ от истирания. Сначала разлохмачивается поверхность полотна, затем

выпадают волокна, обнажаются прошивные нити и начинается разрушение самого каркаса. Анализ износа показывает, что распределение изношенных мест на изделиях одного вида и назначения обычно одинаково.

Устойчивость к истиранию чаще всего характеризуется числом циклов истирания до разрушения (образования дыр), иногда – ухудшением механических свойств после заданного числа циклов истирания.

При оценке устойчивости ткани к истиранию очень важным является правильный выбор абразива (истирающего материала) и давления его на испытуемый образец. Предпочтение следует отдать мягким абразивам (суконная ткань, капроновая щётка), т. к. характер изнашивания материала при этом близок к тому, который имеет место в условиях эксплуатации. Однако в процессе испытания истирается и сам абразив, поэтому приходится применять сравнительно частую смену абразива.

Наиболее совершенными считают методы, при которых осуществляется неориентированное истирание, так как это соответствует характеру истирания материала в условиях реальной эксплуатации. На рис. 3.37. показаны схемы приборов, наиболее часто используемых для определения устойчивости к истиранию

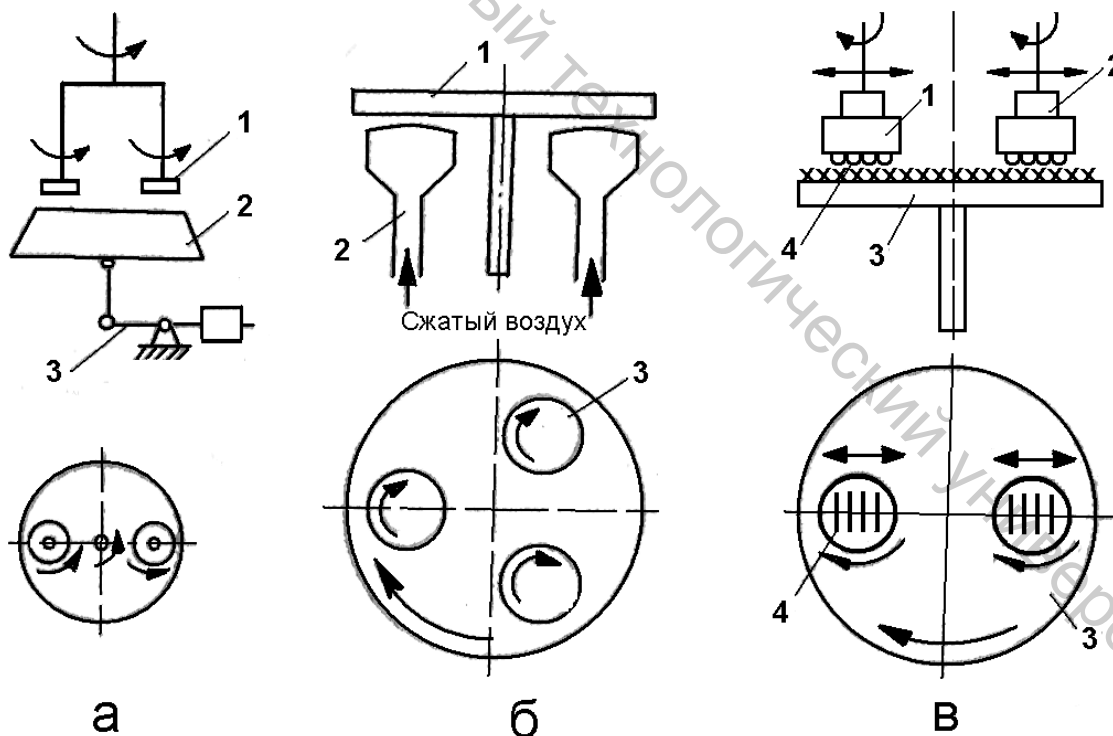


Рисунок 3.37 – Определение стойкости тканей к истиранию различными методами

Неориентированное истирание по плоскости осуществляется на приборе ДИТ-М. С помощью этого прибора определяют стойкость к истиранию всех тканей, за исключением шерстяных.

При испытании хлопчатобумажных, шелковых и смешанных тканей, а также тканей из химических нитей и пряжи, пробы в виде кружков диаметром 27 мм (рис. 3.37 а) заправляют в обоймы бегунков 1 лицевой стороной наружу. Абразив – серошинельное сукно – закрепляют в пальцах 2. После заправки проб ткани и абразива пальцы с помощью рычажно-грузовой системы 3 осторожно доводят до соприкосновения с бегунками и включают прибор. За счет вращения в одну сторону головки, на которой укреплены бегунки, и самих бегунков осуществляется истирание пробных кружков ткани во всех направлениях. При разрушении пробных кружков (образовании дыры) прибор автоматически останавливается.

Стойкость ткани к истиранию по плоскости характеризуется числом циклов вращения головки прибора, выдерживаемых тканью до образования дыры.

Хлопчатобумажные, шелковые и смешанные ткани и ткани из химических нитей и пряжи испытывают при частоте вращения головки прибора 100 об/мин, льняные и полулльняные ткани – при частоте вращения 200 об/мин.

При испытании льняных тканей в пальцы 2 заправляют образцы тканей диаметром 80 мм, а в обоймы бегунков абразив: карундовый камень.

Неориентированное истирание по поверхности осуществляется на приборе ТИ-1 (рис. 3.37 б). С помощью этого прибора определяют стойкость к истиранию чистошерстяных и полушерстяных тканей, а также трикотажных и нетканых полотен.

Для испытания из образца ткани вырезают три пробных кружка 3 диаметром 80 мм, которые заправляют лицевой стороной наружу в головки 2. Абразив – серошинельное сукно – закрепляют на диске 1. Внутри головок подается сжатый воздух, что обеспечивает прижатие пробных кружков ткани к абразиву по выпуклой поверхности. Благодаря вращению абразивного диска и головок в одну сторону, истирание ткани происходит во всех направлениях (неориентированно). При разрушениях (образовании дыр) в пробных кружках прибор автоматически останавливается, при этом по счетчику фиксируется число циклов истирания. Для суконных тканей с застилом или ворсом дополнительно измеряют на толщиномере величину толщины пробы после 1000 циклов истирания. Истирания проводят при давлении в пневмосистеме 200 мм рт. ст. Частота вращения абразивного диска и головок – 150 об/мин.

Стойкость к истиранию трикотажных полотен и изделий определяют на приборе ТИ-1М с твердым абразивом (наждачным диском) по числу циклов до разрушения пробы.

Для нетканых полотен устойчивость к истиранию определяют на приборе с абразивом из серошинельного сукна.

Неориентированное истирание по сгибам осуществляется на приборе ИТИС (рис. 3.37 в), на нем испытывают хлопчатобумажные ткани, из химических волокон и смешанные. Необходимость определения стойкости ткани к истиранию по сгибам объясняется тем, что у многих изделий, например, мужских верхних сорочек, брюк и т. д. разрушение материала в процессе эксплуатации наблюдается в первую очередь в местах складок или перегибов.

Из образца ткани вдоль основы вырезают по шаблону восемь пробных полосок 4 размером 45x160 мм. С помощью специального приспособления полоски заправляют в кассету 1 таким образом, что из нее выступают лишь согнутые участки ткани. Кассеты накладывают на абразивный диск 3, представляющий собой капроновую щетку. Степень прижатия согнутых участков ткани к абразиву регулируется грузом 2 и составляет 2 Н/см². Благодаря вращению абразивного диска и кассет осуществляется истирание ткани по сгибам во всех направлениях. При разрушении одной из пробных полосок прибор автоматически останавливается.

Критерием износостойкости текстильных материалов к истиранию, принятым в качестве стандартного, является **выносливость** — число циклов истирания до появления отверстия (дыры). Так как устойчивость материала к истиранию в значительной степени зависит от его массы, то при сравнительном анализе определяют коэффициент устойчивости K_y к истиранию по формуле:

$$K_y = n/M_s, \quad (3.100)$$

где n — число циклов истирания до разрушения пробы; M_s — поверхностная плотность материала, г/м².

Устойчивость материала к истиранию может оцениваться относительным коэффициентом износостойкости $K_{o.y}$, определяемым путем сравнения выносливости n данного материала с выносливостью $n_{э}$ эталонного материала:

$$K_{o.y} = n/n_{э}. \quad (3.101)$$

В качестве эталонного материала для шерстяных тканей используют чистошерстяную камвольную костюмную ткань бостон арт. 1203.

Выносливость тканей при истирании является важным показателем их качества и нормируется стандартами «Общие технические условия» в зависимости от волокнистого состава, вида нитей, поверхностной плотности.

3.5.2 Пиллингуемость

Пиллингуемость – это образование на начальной стадии истирания небольших шариков (пиллей) – рыхлых комочков из спутанных волокон, которые более или менее прочно удерживаются на поверхности полотен с помощью так называемых якорных волокон.

Процесс образования пиллей условно можно разделить на этапы. Вначале происходит подъем над поверхностью материала свободных кончиков волокон и образуется заметная ворсистость или мшистость (рис. 3.38 а).

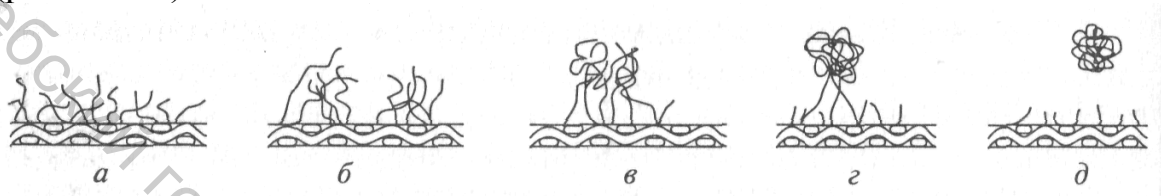


Рисунок 3.38 – Этапы образования пиллей

Затем волокна начинают группироваться, перепутываться и образовывать рыхлые комочки (рис. 3.38 б–в). Далее часть волокон обрывается и запутывается в комочки, которые уплотняются и удерживаются на трех-четырех якорных волокнах (рис. 3.38 г). И, наконец, происходит отрыв пиллей от поверхности материала (рис. 3.38 д).

Пиллингуемость тканей зависит от волокнистого состава материала, геометрических и механических свойств волокон, структуры нитей и ткани.

Наиболее устойчивой пиллингуемостью обладают ткани, при выработке которых в смеси используют полиамидные (капрон) или полиэфирные (лавсан) волокна. Эти волокна обычно имеют гладкую поверхность, большие удлинение и прочность, высокую стойкость к многократным деформациям. Благодаря указанным свойствам волокна быстро выходят на поверхность ткани, что ведет к формированию пиллей и очень длительному удерживанию их на поверхности ткани. Напротив, волокна с незначительной прочностью и низкой стойкостью к многократным деформациям (например полиакрилонитрильные – нитрон) дают, как правило, слабый пиллинг.

Толщина и форма поперечного сечения волокон оказывают существенное влияние на пиллингуемость. Более тонкие и гладкие волокна имеют большую склонность к образованию пиллинга по сравнению с толстыми волокнами. Для снижения пиллингуемости выпускают профилированные синтетические волокна, которые имеют поперечное сечение в виде прямоугольника, треугольника, звездочки.

Пиллингуемость снижается при увеличении длины волокон, из которых изготовлена ткань.

Структура пряжи и ткани с целью уменьшения пиллингуемости должна обеспечивать прочное и надежное закрепление волокон.

Поэтому при увеличении крутки, уменьшении длины перекрытий и увеличении показателей заполнения пиллингуемость тканей понижается.

Снижение пиллингуемости или полное ее исключение может быть достигнуто в результате специальной обработки тканей.

Методы определения пиллингуемости основаны на имитации легких истирающих воздействий поверхности ткани, приводящих к образованию мшистости и формированию пиллей, и подсчете максимального числа пиллей на определенной площади испытуемого образца. В качестве абразивов используют саму ткань, серошинельное сукно, поролон и др.

Пиллингуемость шелковых и полушелковых тканей из пряжи и химических нитей, а также смешанных хлопчатобумажных тканей (с синтетическими волокнами) определяют на приборе «Пиллингметр».

Из каждого образца ткани вырезают пять пробных кружков диаметром 10 см и один абразивный круг диаметром 24 см. Пробные кружки 1 (рис. 3.39) заправляют лицевой стороной вверх в нижний держатель 4, а абразивный круг 2 – в верхний держатель 3. Нижний держатель укреплен на столике, который может быть переключен на один из двух видов движения: качательный или круговой. Верхний держатель находится под нагрузкой, что обеспечивает требуемое давление абразива на пробу. Нагрузку выбирают в зависимости от жесткости ткани, которая определяется на специальном приспособлении, используемом для заправки пробных кружков в нижний держатель.

Испытания проводят в два этапа: первый предполагает образование ворсистости, второй — формирование пиллей.

После 100, 300, 600, 1000, 1500 и 2000 циклов и далее через каждые 500 циклов прибор останавливают, поднимают верхний держатель и на нижнем держателе на ткани с помощью лупы и препаровальной иглы подсчитывают число пиллей. Испытания проводят до тех пор, пока число пиллей начнет уменьшаться или будет оставаться неизменным.

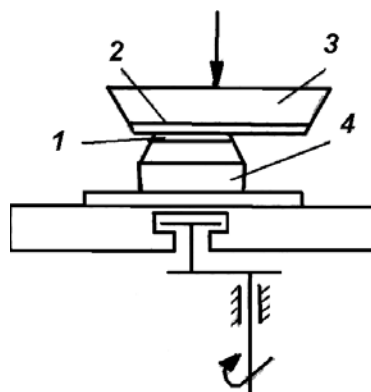


Рисунок 3.39 – Схема прибора «Пиллингметр»

Шелковые сорочечные ткани в зависимости от пиллингуемости (числа пиллей на площади 10 см^2) делят на три группы (ГОСТ 19103):

Непиллингуемые	0
Малопиллигуемые	1–5
Среднепиллингуемые	6–10

Пиллингуемость льнолавсановых тканей определяют на приборе ПЛТ-2 (рис. 3.40). Пробную полоску ткани 3 размером 40×200 (мм) закрепляют на резиновом основании столика 4 и к обоим ее концам подвешивают грузы натяжения (500 г). Абразив 1 – полоску испытуемой ткани размером 40×80 (мм) – заправляют в каретку 2, которая совершает возвратно-поступательное движение с частотой 87,5 цикла в минуту. После 2500, 3000, 3500 и т. д. циклов, т. е. через каждые 500 циклов, прибор останавливают, снимают пробную полоску и подсчитывают на ней число пиллей на площади около 24 см^2 .

По ГОСТ 15968 льнолавсановые ткани с содержанием лавсана менее 50 % не должны пиллинговаться, а с содержанием лавсана 50 % и более не должны иметь пиллингуемость свыше 5 пиллей на 24 см^2 для тканей полотняного переплетения и свыше 9 пиллей для тканей мелкоузорчатых переплетений.

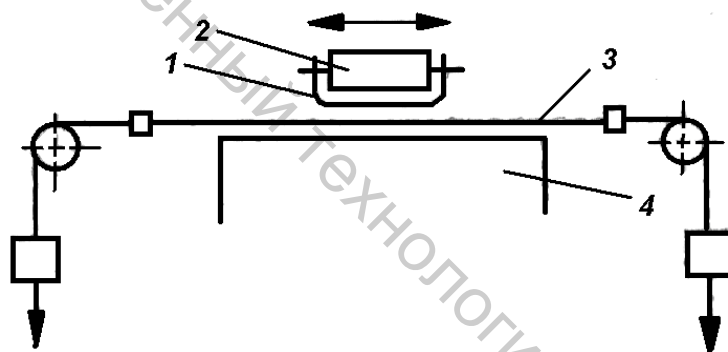


Рисунок 3.40 – Схема прибора ПЛТ-2

Пиллингуемость чистошерстяных и полшерстяных тканей определяют по ГОСТ 12249 на приборе ТИ-1, с помощью которого определяют и стойкость этих тканей к истиранию.

Из образца вырезают шесть пробных кружков диаметром 80 мм. Абразив – серошинельное сукно арт. 6405. Через каждые 100 циклов с помощью специального шаблона подсчитывают число пиллей на площади 9 см^2 . Испытания заканчивают, когда число пиллей, достигнув максимального значения, начинает уменьшаться в течение последующих 400 циклов.

Если после 500 циклов с начала испытания пиллей на образцах нет, то испытания прекращают, и ткань оценивают как непиллингуемую.

По результатам испытания оценивают пиллингуемость тканей и устойчивость пиллей. За пиллингуемость ткани принимают

максимальное из средних значений числа пиллей в пересчете на 1 см². Устойчивость пиллей (%) определяют по формуле

$$Y = (K_1 - K_0) / K_1 \cdot 100, \quad (3.102)$$

где K_1 – максимальное из средних значений числа пиллей; K_0 – число пиллей, оставшихся после дополнительных 400 циклов истирания.

На приборе ТИ-1 определяют также пиллингуемость трикотажных и нетканых полотен.

Для определения пиллингуемости применяют также приборы ящичного типа, в которых исследуемый материал закрепляют на резиновых трубках или мячиках. Несколько таких образцов помещают в ящик, внутренняя поверхность которого выполнена из пробкового дерева. При вращении ящичков образцы ударяются о стенки ящичка и между собой. При этом образуются пилы, по внешнему виду более похожие на пилы, возникающие в процессе эксплуатации. Пиллингуемость оценивают по количеству пиллей на единицу площади или в баллах сравнением с эталонами.

3.5.3 Износ от светопогоды

От воздействия света, влаги, тепла в текстильных материалах происходят сложные фотохимические реакции, вызывающие выцветание окраски, ухудшение механических свойств и разрушение самого полимерного вещества, из которого состоят волокна.

Было установлено, что в фотохимическом процессе наибольшее разрушающее действие оказывают лучи с короткой длиной волны, т. е. видимые (синие и фиолетовые) и особенно невидимые (ультрафиолетовые).

Фотодеструкцию, или старение, объясняют действием 3-х реакций:

Фотолиз – под действием ультрафиолетовых лучей происходит разрыв молекулярных цепей.

Фотоокисление – к концам оборванных молекул присоединяется кислород, происходит окислительная деструкция.

Фолтогидролиз – взаимодействие гидроксильных групп с водяными парами.

Одновременно с деструкцией полимера волокна в тех же условиях происходят процессы сшивания, т. е. соединение макромолекул или их фрагментов с образованием новых молекулярной и надмолекулярной структур.

Процесс старения под влиянием физико-механических факторов происходит преимущественно на поверхности волокон. В результате деструкции уменьшается ориентация молекул, на поверхности волокон образуются разрывы, трещины, которые облегчают доступ влаги и кислорода в глубь волокон, в промежутки между фибриллами. Изменение молекулярной и надмолекулярной структур волокон

приводит к уменьшению их прочности и увеличению жесткости при изгибе. Оценка устойчивости материалов к старению проводится по изменению показателей свойств и вязкости раствора полимера.

Стойкость текстильных изделий к фотохимической деструкции определяется целым рядом факторов: химическим составом волокон, толщиной волокон и нитей, их круткой, структурой изделия, видами отделки и окраски.

Наиболее стойкими к свету из натуральных являются шерстяные волокна, а наименее стойкими – шёлковые и джутовые. Из синтетических волокон наивысшую стойкость имеет нитрон, наименьшую – капрон, несколько большую стойкость имеет хлорин. Меньшей светостойкостью, чем синтетические волокна, обладают вискозные, триацетатные и особенно ацетатные волокна и изделия из них.

Толстые и плотные ткани разрушаются не так интенсивно, как тонкие и менее плотные.

Водоупорные, противогнилостные, малоусадочные, малосминаемые и гидрофобные пропитки повышают светостойкость материалов. Доказано, что суровые хлопчатобумажные ткани разрушаются от солнечного облучения меньше, чем отбеленные. Мерсеризация не только придаёт тканям блеск, шелковистость, лучшую окрашиваемость и повышенную прочность, но и уменьшает их износ от светопогоды. Красители по-разному влияют на интенсивность разрушения полимеров, поскольку, с одной стороны, предохраняют их от солнечной радиации, а с другой – способствуют активизации окислительных процессов.

Стойкость полотен и изделий к светопогоде определяют двумя способами: в естественных условиях и на аппаратах искусственной погоды.

Стеновые испытания в естественных условиях проводят путем выдерживания пробы на крыше или специальных площадках, расположенных под углом 45° к горизонту в южном направлении. Однако продолжительность инсоляции по времени не позволяет точно учитывать и сравнивать результаты фотохимической деструкции, так как доза облучения от солнечной радиации зависит от времени года, облачности, запыленности воздуха и т. п. Поэтому для учета суммарной дозы облучения используют фотоэлементные приборы и условные дозы облучения – УДО. В настоящее время один безоблачный июльский день с 8 до 18 часов, в течение которого образцы получают дозу облучения 2190 Дж/см^2 , принимают за эталон в 5000 УДО.

В аппаратах искусственной светопогоды (федометрах, везерометрах и др.) используются различные источники облучения: ртутно-кварцевые, электродуговые и др. лампы.

По ГОСТ 10793 стойкость к фотоокислительной деструкции (светопогоде) хлопчатобумажных, вискозных и смешанных тканей определяют на приборе дневного света (ПДС) системы ЦНИХБИ (рис. 3.41). Элементарные пробы (полоски) 1 ткани кладут на лампы дневного света 2 и перед облучением смачивают трижды раствором пероксида водорода и смачивателя ОП или некаля в дистиллированной воде. Раствор поступает из сосуда 3 и через отверстия в дождевальном устройстве 4 смачивает пробы 1. Затем пробы непрерывно облучают в течение 4 часов при систематическом смачивании через каждый час. Далее их промывают в воде, удаляют избыточную воду, высушивают при комнатной температуре и выдерживают 24 часа в нормальных атмосферных условиях. Износ от фотоокислительной деструкции оценивают процентным изменением разрывной нагрузки в пересчете на одну нить отдельно по основе и утку. Четырехчасовой цикл воздействия на хлопчатобумажные и вискозные ткани с увлажнением через каждый час соответствует примерно 75-суточному воздействию светопогоды.

Износ от носки и стирки оценивают для бельевых тканей, трикотажных полотен и изделий. Изделия стирают после некоторого срока носки, износ происходит в результате их совместного воздействия. Поэтому оценивать изолированно износы от носки и стирки нельзя, так как они влияют друг на друга, а их комбинированное воздействие обычно превышает сумму отдельных воздействий.

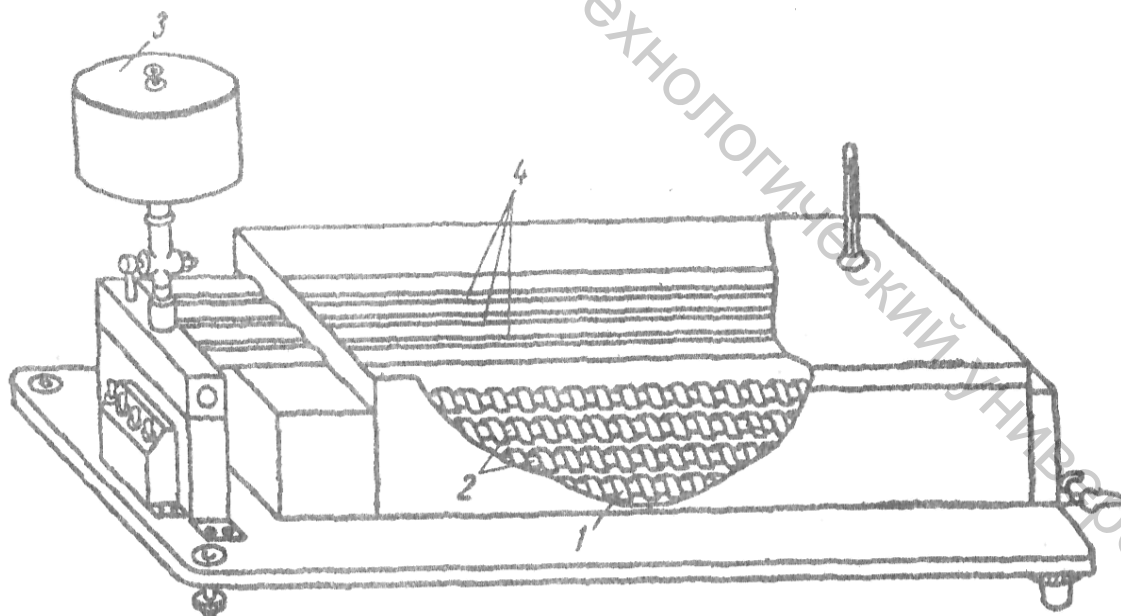


Рисунок 3.41 – Схема прибора для оценки стойкости тканей к светопогоде

3.5.4 Износ от носки, стирки или химчистки

Наиболее частым стиркам подвергают изделия из натуральных и искусственных целлюлозных волокон и нитей. Большинство таких изделий скорее состирывается, чем изнашивается. Поэтому срок их

службы определяется не только числом стирок, но и временем носки между стирками (табл. 3.17).

Износостойкость сорочек определялась общим числом стирок X до их полного износа (разрушения) при разном числе дней носки между последовательными стирками. При этом определялись число дней носки до износа $y_m = mx$, доля износа от стирки в процентах $\Delta_C = 100x_m / 180$ и доля износа от носки в процентах $\Delta_m = 100 - \Delta_C$.

Таблица 3.17 – Срок службы мужских сорочек в зависимости от числа стирок и износа

Число дней носки между стирками	Общее число стирок x_m до износа сорочек	Число дней y_m носки до износа	Доля износа, %	
			Δ_C	Δ_H
0	180	0	100	0
1	132	132	73	27
2	112	224	62	38
3	100	300	56	44
4	97	388	54	46
5	96	480	53	47
6	96	576	53	47

Изменение относительной стойкости к истиранию кулирного хлопковискозного бельевого трикотажа при эксплуатации показывает, что наиболее интенсивное ее снижение происходит в течение первых пяти циклов (5 стирок и 15 дней носки), чему способствуют происходящие при стирке структурные изменения пряжи. После 35 стирок и 105 дней носки износ составляет 72–76 %.

3.5.5 Износ от биологических факторов

К биологическому износу текстильных изделий относят их разрушение различными микроорганизмами и повреждение насекомыми.

Повреждение изделий микроорганизмами происходит при транспортировке и хранении в неблагоприятных условиях, а также при эксплуатации в мокром виде. Однако изделия разрушаются при условии, когда составляющее их вещество является питательной средой для микроорганизмов. Наличие влаги, питательных веществ, благоприятная температура и отсутствие на изделиях антисептиков способствуют развитию в них бактерий и грибов, которые могут не только вызывать уменьшение прочности изделий, но и портить их внешний вид в результате изменения окраски и блеска.

Менее устойчивы к действию микроорганизмов изделия из хлопковых, лубяных, вискозных, медно-аммиачных волокон и нитей. Более устойчивы шерстяные и шелковые изделия. Наиболее биостойки ацетатные, синтетические, стеклянные, асбестовые текстильные изделия. Чтобы предупредить развитие вредных микроорганизмов в текстильных материалах, в основном используют два способа. Во-первых, для предупреждения развития плесневых грибов при хранении

материалов поддерживают пониженную относительную влажность воздуха.

Максимальная влажность воздуха, при которой возможен рост плесневых грибов, составляет 75–95 %. Во-вторых, применяют антисептические пропитки на основе синтетических смол, обладающие бактерицидной активностью. Наиболее эффективным методом защиты химических волокон и нитей является их антимикробная модификация. В смесях с натуральными такие волокна защищают натуральные от микробиологической коррозии.

Повреждение шерстяных изделий молью – довольно распространенная причина их местного износа. Личинки моли, развивающиеся из откладываемых бабочками яиц, питаются кератином шерсти и разрушают ее. Для защиты изделий от моли при домашнем хранении обычно используют нафталин, запах которого отпугивает бабочек моли, но не действует на яички и личинки. Недостатком нафталина является его быстрое разложение. Имеются и некоторые другие реагенты, обладающие высокими молезащитными свойствами. Жизнедеятельности моли могут препятствовать различные пропитки, например молеядовитые препараты типа бесцветных красителей, взаимодействующие с шерстью в условиях крашения.

3.5.6 Опытная и лабораторная носка

При опытной носке изделий исследуют их износ в процессе длительного использования и устанавливают срок службы. Однако продолжительность опытной носки весьма значительна и требует больших затрат. Поэтому опытную носку моделируют более быстрой лабораторной ноской (табл. 3.18).

Таблица 3.18 – Сравнение опытной и лабораторной носки

Вид носки	Белье из ткани	Трикотажное белье	Спецодежда из ткани
Опытная	2–5 лет	1,5–2 года	1–2 года
Лабораторная	24 дня	3–4 дня	5–10 дней

Опытная носка изделий проводится в условиях обычного их применения. Для опытной носки одежды, изготовленной из тканей, трикотажных и нетканых полотен, используют группу людей-носчиков, которые непрерывно носят изделия в определенные интервалы времени. При этом регламентируются условия эксплуатации изделий, способы наблюдения за процессом износа и методы его оценки. При органолептическом осмотре изделий оценивают внешние признаки и топологию износа, иногда измеряют размеры, а в некоторых случаях часть изделий изымают у носчиков, вырезают из них пробы для лабораторных испытаний и измерения критериев износостойкости или износа.

Реальные воздействия, которые изделия испытывают в процессе использования, моделируют комплексом лабораторных воздействий с

применением различных факторов износа. Их выбор определяется назначением изделий и оценивается сравнением кинетических характеристик при опытной носке и лабораторном износе.

Последовательный износ материала от нескольких факторов позволяет использовать для разных изделий и условий их эксплуатации различные комбинации факторов износа и их последовательности для лучшего соответствия результатов лабораторного износа и опытной носки.

Взаимосвязь результатов лабораторной и опытной носки позволяет объективно оценивать качество моделирования износа в лабораторных условиях и более точно прогнозировать срок службы изделий.

3.6 ФОРМОВОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При конструировании и изготовлении швейных изделий необходимо из плоских материалов, какими являются ткани, трикотажные и нетканые полотна, создавать устойчивую объемную форму.

Выбор способа получения объемной формы непосредственно зависит от свойств материалов и, в частности, от их формовочной способности (формуемости), т. е. способности образовывать объемную форму.

Однако материалы должны не только образовывать сложную пространственную форму, но и устойчиво сохранять ее в процессе эксплуатации швейного изделия. Поэтому формовочная способность материала тесно связана с его способностью к закреплению формы.

3.6.1 Способность материалов к формообразованию и формозакреплению

При проектировании и изготовлении швейных изделий необходимо из плоских материалов создавать устойчивую объемную форму одежды. Объемная форма одежды может быть получена двумя способами:

- путём разработки конструкции изделия с максимальным членением его на части, для чего используются выточки, швы, рельефы, складки и т. д.;

- путём изменения геометрических размеров материала на отдельных участках детали за счёт деформационных свойств материала (утонения, изгиба, растяжения и сжатия).

На практике чаще всего используют комбинированный способ получения объемной формы, степень использования того или иного метода зависит в основном от деформационных свойств материала.

Формовочная способность характеризуется способностью ткани принимать пространственную форму и устойчиво сохранять её в процессе эксплуатации.

Способность ткани формоваться зависит от волокнистого состава и структуры ткани, а также от режима ВТО. Лучшей формовочной способностью обладают рыхлые суконные чистошерстяные ткани. Чередованием специальных приёмов ВТО – сутюживания (принудительной усадки) и оттягивания (принудительного растягивания) – отдельных участков шерстяной ткани изделию в процессе его изготовления может придаваться объёмная форма. Трудно сутюживаются упругие камвольные ткани из крученой пряжи с высокой относительной плотностью (габардины, бостон, костюмные крепы и др.).

Способность к формообразованию тканей из целлюлозных, искусственных и синтетических волокон и натурального шёлка низкая.

Формовочная способность тканей в значительной степени зависит от их структуры (вида нитей, плотности, переплетения), характера отделки ткани. Легче формуются ткани из тонкой пряжи, малой плотности, с длинными перекрытиями, с мягкой отделкой, без валки и начёса. Такие ткани при формовании легко меняют структуру: меняется изогнутость нитей основы и утка, образуется перекося сетки ткани.

Форма детали изделия может быть получена за счет использования одного свойства материала или совокупности свойств. Например, форма деталей изделия может быть получена за счет растяжения (сжатия) материала.

Способность материала к сжатию по толщине учитывают при обработке краев бортов, воротников, низа изделия и т. п. Способность к сжатию может характеризоваться зависимостью между толщиной материала и приложенным давлением.

Объёмная форма деталей изделия может быть получена за счет принудительного растяжения и усадки (изменения линейных размеров после воздействия тепла и влаги). При использовании принудительного растяжения в качестве формовочной способности может быть использована величина пластической (необратимой) деформации растяжения.

Формообразование деталей одежды при растяжении материала в пределах пластической деформации позволяет получить достаточно устойчивые формы.

Для получения сложных объёмных форм применяют изгиб в сочетании с другими видами деформаций. Объёмную форму со складками можно создать конструктивным путем, учитывая жесткость материала и его сминаемость при ориентированном смятии. В этом случае показатель сминаемости следует рассматривать как показатель

формовочной способности. Многие объёмные формы получают комбинацией изгиба и растяжения материалов.

Однако для получения устойчивой формы изменение структуры, полученное механическим воздействием на ткань, должно фиксироваться влажно-тепловой обработкой.

Качество изделий, их формоустойчивость и износостойкость зависят от режима влажно-тепловой обработки, который устанавливается в зависимости от волокнистого состава ткани и вида применяемого оборудования. Под режимом влажно-тепловой обработки тканей понимается: температура гладильной поверхности, °С; продолжительность воздействия температуры на ткань, с; влажность ткани, %; давление утюга или прессы на ткань, Па. Режимы влажно-тепловой обработки устанавливают с учётом волокнистого состава тканей, толщины, оформления лицевой поверхности ткани (наличия на поверхности ткани вертикально стоящего или ратинированного ворса, объёмных узоров ткацкого переплетения, рельефных рисунков, полученных при отделке) (табл. 3.19).

Температуру гладильной поверхности устанавливают исходя из теплостойкости волокон. Известно, что теплостойкость текстильных волокон при длительном воздействии температуры колеблется в широких пределах (65–190 °С). Для некоторых тканей из натуральных и искусственных волокон температура гладильной поверхности может быть значительно выше, если её воздействие кратковременно, а влажность ткани высока. Для тканей из синтетических волокон или с содержанием их более 20 % в смеси с натуральными и искусственными температура гладильной поверхности должна быть ниже теплостойкости волокон и не превышать температуры термофиксации тканей.

При проведении влажно-тепловой обработки необходимо учитывать характер структуры лицевой поверхности ткани. Ткани с коротким вертикально стоящим ворсом (бархат, велюр, плюш, вельветы) и с ратинированной лицевой поверхностью (ратин, флаконе и др.) рекомендуется утюжить на кардочесальной ленте. Ткань погружается ворсом в кардоленту, утюжка производится с изнаночной стороны через увлажнённый проутюжильник при минимальном давлении на ткань, так же используются паровые утюги с вакуумным отсосом. Обработку тканей с рельефным оформлением лицевой поверхности следует проводить на паровоздушных манекенах.

Плиссе и гофре – разновидности влажно-тепловой обработки тканей, которые проводятся для получения на тканях большого количества складок различной формы. Обработка производится путём запаривания ткани в течение 20 мин при температуре термостойкости волокон, °С: лавсан – 200, нитрон – 180, лён – 150, вискозное волокно –

140, хлопок – 130, капрон – 120, шерсть – 110, натуральный шёлк – 100, ацетатное волокно – 90.

Таблица 3.19 – Рекомендуемые режимы влажно-тепловой обработки некоторых тканей

Ткани	Температура, °С	Увлажнение, %	Давление пресса, кПа	Продолжительность обработки, сек
Хлопчатобумажная, льняная	160–170	30–40	5–25	15–30
Хлопчатобумажная и льняная, содержащая 50–67 % лавсана	160	10–20	50–150	20–45
Из вискозных и медно-аммиачных волокон	160–180	10–20	2–10	30
Из ацетатных и триацетатных волокон	120–140	10–20	2–10	20–30
Из натурального шёлка	150–160	10–20	2–10	20–30
Капроновая	120–130	10–20	2–10	10
Чистошерстяная и полушерстяная, содержащая целлюлозные волокна	140–160 (на электропрессе)	10–20	15–250	20–45
	120 (на паропрессе)	10–20	15–150	30–80
Полушерстяная, содержащая:				
- 35–50 % нитрона	140–150	10–20	10–30	35–60
- 20 % лавсана	120–140	20–30	10–30	20–50
- 50 % лавсана	140–150	20–30	10–30	10–30

Способность ткани плиссироваться зависит от её волокнистого состава. Если устойчивость плиссе на тканях из лавсана или нитрона принять за 100 %, то устойчивость плиссировки на шерстяных тканях составит 25 %, на тканях из натурального шёлка и ацетатных нитей – 20 %, тканей из вискозных нитей – 5 %.

Если после стирки изделий форма плиссированных складок изменилась, то её можно улучшить обработкой умеренно горячим утюгом.

В случае неправильного выбора режимов после влажно-тепловой обработки могут возникнуть нежелательные дефекты, как устранимые с помощью дополнительных технологических операций, так и неустраняемые. Возможные дефекты, возникающие после обработки изделий из тканей различного волокнистого состава, приведены в табл. 3.20.

Как видно из таблицы 3.20, наиболее чувствительны к нарушению режимов ВТО шерстяные ткани, на которых может возникнуть максимально возможное число дефектов. Строгого контроля за поддержанием режимов влажно-тепловой обработки требуют и шёлковые ткани. Хлопчатобумажные и льняные ткани наименее подвержены риску возникновения дефектов. Кроме волокнистого

состава, возникновение отдельных дефектов может происходить при некоторых видах оформления поверхности материалов.

Дефекты влажно-тепловой обработки влекут за собой изменение физико-механических свойств тканей и снижение их износостойкости. С увеличением температуры и продолжительности влажно-тепловой обработки тканей сначала уменьшается стойкость тканей к многократным изгибам, а затем прочность при растяжении и стойкость к истиранию.

Таблица 3.20 – Основные виды дефектов, возникающих после влажно-тепловой обработки тканей различного волокнистого состава

Изделие	Ткани	Основные дефекты					Максимальное число возможных дефектов
		Изменение линейных размеров (усадка)	Ласы	Блеск	Изменение цвета	Недостаточная сутаживаемость	
Женское и мужское пальто	Шерстяные ткани	+	+	-	+	-	3
	Шелковые ткани	+	-	-	-	-	1
	Хлопчатобумажные и смешанные ткани	-	-	-	-	+	1
	Искусственные и синтетические шёлковые подкладочные ткани	+	-	-	+	-	2
Мужской костюм	Шерстяные ткани	+	+	+	+	+	5
	Шёлковые ткани из синтетических и смешанных волокон	+	-	-	+	-	2
Женское платье	Шерстяные ткани	+	+	-	+	-	3
	Шёлковые ткани (натуральные, искусственные, синтетические, ворсовые)	+	+	-	+	-	3
	Хлопчатобумажные ткани (натуральные, из смешанных волокон, ворсовые)	+	-	-	-	-	1
Мужские сорочки	Шерстяные ткани	-	-	-	-	-	-
	Шелковые ткани	+	-	-	+	-	2
	Хлопчатобумажные ткани	-	-	-	+	-	1
	Льняные ткани	-	-	-	-	-	-
	Хлопколавансановые ткани	-	-	-	-	-	-

В результате превышения температуры на тканях из натуральных волокон образуются опалы (от желтоватого до бурого цвета). В места опалов ткань теряет прочность или полностью разрушается.

На тканях, содержащих лавсан и нитрон, при увеличении влажности и температуры могут появиться ничем не устранимые пятна.

При сильном давлении гладильной поверхности в результате расплющивания волокон образуются ласы.

3.6.2 Формоустойчивость текстильных материалов

При создании швейного изделия недостаточно получить объемную форму. Необходимо обеспечить сохранность этой формы в процессе эксплуатации.

Под формоустойчивостью понимают способность материала выдерживать многократные воздействия различного характера, не накапливая пластических деформаций. Понятие «формоустойчивость» предполагает наличие в материале двух свойств: способности сопротивляться действиям возмущающих факторов (многократного растяжения, многократного изгиба и др.) и способности восстанавливать первоначальное состояние по окончании их воздействия.

Способность материала сохранять приданную форму устойчивой определяется рядом факторов, основными из которых являются структура материала и его свойства, структура пакета, технологические приемы и параметры обработки, условия эксплуатации изделия.

Формоустойчивость материала существенно зависит от его волокнистого состава, строения волокон и нитей, вида переплетения, плотности и т. д. В зависимости от вида переплетения ткани изменяется взаимное расположение нитей основы и утка, что влияет на проявление сил трения и сцепления между ними. Кроме того, в тканях действуют силы трения и сцепления между волокнами в нитях (пряже). Структура нитей, их толщина, плотность и переплетение материала во многом определяют его способность к формоустойчивости; у материалов с рыхлой структурой способность к формоустойчивости хуже, чем у материалов с плотной структурой.

Объемная форма, созданная за счет деформации материала и находящаяся в напряженно-деформированном состоянии, со временем релаксирует и изменяется. Поэтому устойчивость формы определяется устойчивостью тех деформаций, за счет которых получена форма, и зависит от способа закрепления структуры материала (влажно-тепловая обработка, прокладки, швы, кромки и т. п.).

Все методы оценки формоустойчивости можно подразделить на две группы.

К первой группе относятся методы, в которых формоустойчивость принимается как одна из характеристик упругости материала и определяется при однократных и многократных воздействиях на пробу изгиба, смятия и растяжения. Пробы (однослойные или многослойные пакеты) предварительно не формируются, влажно-тепловая обработка может использоваться для фиксации деформаций, сообщенных плоским пробам.

Формоустойчивость в данных методиках может характеризоваться стойкостью тех деформаций, за счет которых получена форма, а также изменением стрелы прогиба или высоты пробы по прошествии определенного интервала времени.

В качестве критериев оценки формоустойчивости используются показатели жесткости, остаточной деформации, усадки и др. Формоустойчивость оценивается либо по каждому показателю дифференцированно, либо по комплексному показателю, который включает различные виды деформации (изгиба, сжатия, растяжения и др.), определяемые как при однократных, так и многократных воздействиях.

Ко второй группе относятся методы, в которых проводится оценка изменения формы предварительно отформованных на прессе объемных проб или готовых швейных изделий. В этих случаях критериями формоустойчивости являются величина релаксации сетевых углов; изменение высоты отформованных проб; изменение линейных размеров участков отформованных деталей одежды.

Используются также стендовые методы определения формоустойчивости.

Метод определения формоустойчивости (Φ) пакета материалов, разработанный в ЦНИИШП, заключается в определении высоты объемной рабочей пробы (рис. 3.42)

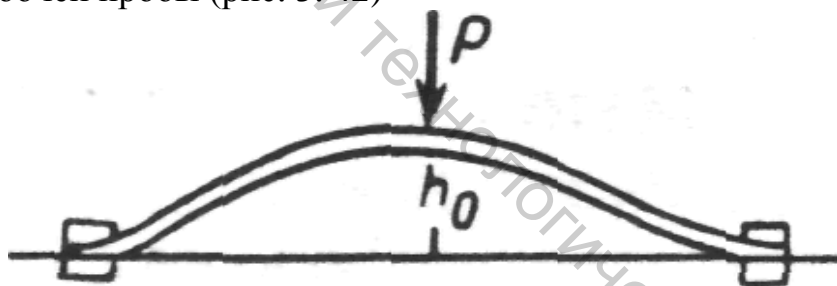


Рисунок 3.42 – Принципиальная схема метода определения формоустойчивости

Характеристикой формоустойчивости является коэффициент формоустойчивости K_Φ – отношение высоты рабочей пробы h_Φ после многократного воздействия деформирующей нагрузки к первоначальной высоте h_0 , %:

$$K_\Phi = 100 \cdot h_\Phi / h_0. \quad (3.103)$$

Коэффициент формоустойчивости отражает величину упругой и эластической составляющих в общей деформации испытываемой пробы.

Параметры метода определения формоустойчивости, выбранные с использованием математических методов планирования эксперимента, следующие: высота складки рабочей пробы 40 мм, число циклов воздействия нагрузки 1000, время отдыха 30 мин. Рабочая проба закрепляется в подвижных зажимах, размер активной зоны 30x130 мм. По этому методу проведены исследования формоустойчивости системы

материалов мужского пиджака, одиночных материалов, клеевых композиций.

На приборе ПЖУ-12 наряду с жесткостью определяют упругость пакета материалов.

С этой целью после определения жесткости пробу разгружают в течение 30 с. После этого подбирают груз (массой 100—200 мг), который опускает нажимную площадку до соприкосновения с пробой. Упругость пробы U , %, вычисляют исходя из величины прогиба пробы S_n при определении жесткости и величины прогиба после разгрузки S_1 :

$$U = 100(S_n - S_1) / S_n. \quad (3.104)$$

Изделия в процессе носки подвергаются различным физико-механическим воздействиям. Для имитации процесса носки одежды и оценки при этой формоустойчивости пакета материалов можно использовать метод «кольца». Сущность его состоит в следующем. Образцы тканей размером 320X20 мм вырезают по направлению нитей основы и подвергают плоскому дублированию клеевыми прокладками. Готовые пробы стачивают накладным швом шириной 10 мм, образуя кольцо (рис. 3.43). Диаметр такого кольца l_0 равен 96 мм, длина окружности 300 мм. Пробы в виде кольца помещают на кронштейн измерительного стенда (рис. 3.44).

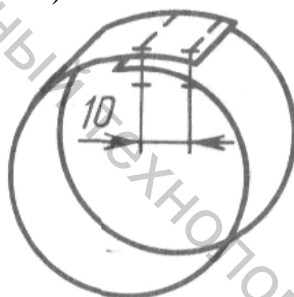


Рисунок 3.43 – Схема пробы для определения формоустойчивости деталей одежды

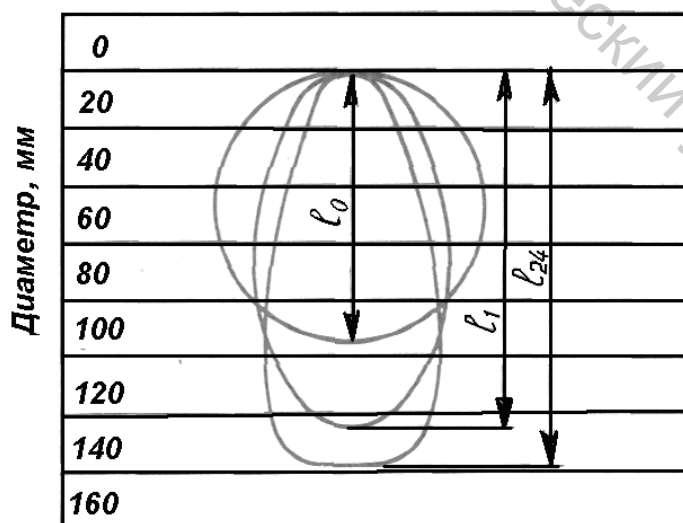


Рисунок 3.44 – Схема измерительного стенда для определения формоустойчивости деталей одежды

По провисанию кольца и изменению его диаметра от l_1 до l_{24} во времени (от одного часа до суток) судят о показателе формоустойчивости.

Сначала определяют потерю формоустойчивости Π_i , %:

$$\Pi_{1(24)} = 100[l_{1(24)} - l_0] / l_0. \quad (3.105)$$

Показатель формоустойчивости Φ_i , % определяют по формуле:

$$\Phi_{1(24)} = 100 - \Pi_{1(24)}. \quad (3.106)$$

Витебский государственный технологический университет

4 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество текстильных материалов формируется в процессе их проектирования, производства и обеспечивается систематическим контролем на всех стадиях их создания. Под контролем качества понимают проверку соответствия показателей качества текстильных изделий требованиям стандартов, технических условий и др. Современный стандарт – важнейшее средство улучшения качества продукции.

4.1 Стандартизация продукции

Стандартизация – деятельность по установлению технических требований в целях их всеобщего и многократного применения в отношении постоянно повторяющихся задач, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в области разработки, производства, эксплуатации, (использования) хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг.

4.1.1 Категории (уровни) стандартов

В рамках системы технического нормирования и стандартизации (СТНС) в соответствии с ее принципами предусмотрены следующие *технические нормативные правовые акты* (ТНПА) (рис. 4.1), устанавливающие правила, общие принципы и характеристики различных видов деятельности или их результатов:

- технические регламенты;
- технические кодексы;
- стандарты (государственные, международные и межгосударственные, стандарты организаций);
- технические условия.

Технический регламент – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе технического нормирования, устанавливающий непосредственно и (или) путем ссылки на технические кодексы установившейся практики и (или) на государственные стандарты обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг. Он должен содержать также исчерпывающий перечень объектов технического нормирования, в отношении которых устанавливаются требования данного регламента.

Технические регламенты принимаются в целях защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в

заблуждение потребителей продукции и услуг относительно их назначения, качества или безопасности.

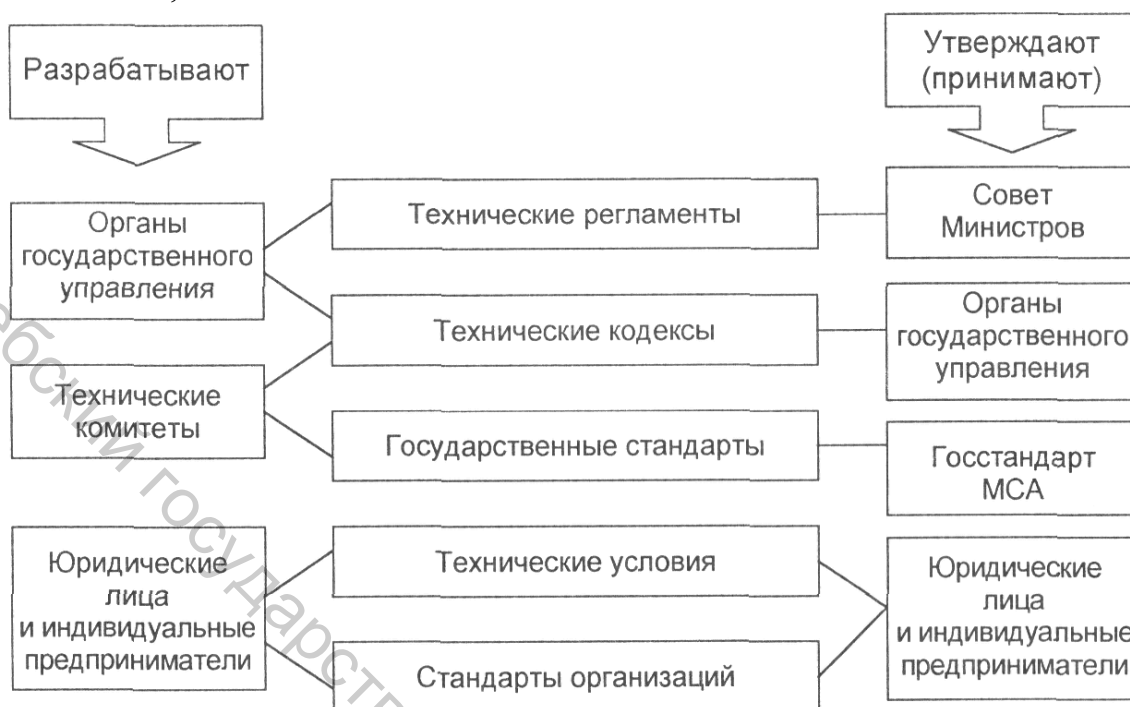


Рисунок 4.1 – Виды ТНПА

Разработка технических регламентов осуществляется республиканскими органами государственного управления в пределах предоставленных им полномочий.

Технический кодекс установившейся практики (технический кодекс, или ТКП) – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, содержащий основанные на результатах установившейся практики технические требования к процессам разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказанию услуг.

Технические кодексы разрабатываются с целью реализации требований технических регламентов, повышения качества процессов проектирования (разработки), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или для оказания услуг.

Разработка и утверждение (принятие) технических кодексов осуществляется республиканскими органами государственного управления.

Технические кодексы вводятся в действие после их государственной регистрации. Право официального издания технических кодексов принадлежит республиканским органам государственного управления, их утвердившим (принявшим).

Технические требования, содержащиеся в технических кодексах, не должны противоречить требованиям технических регламентов.

Стандарт – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации на основе согласия большинства заинтересованных субъектов технического нормирования и стандартизации и содержащий технические требования к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или к оказанию услуг.

Международный стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) международной организацией по стандартизации.

Межгосударственный (региональный) стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) межгосударственной (региональной) организацией по стандартизации.

Государственный стандарт Республики Беларусь (государственный стандарт) – стандарт, утвержденный (принятый) Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, а в области архитектуры и строительства – Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь.

В зависимости от уровня стандартизации все стандарты подразделяются по следующим *категориям*:

- на государственном уровне – государственные стандарты (СТБ);
- на уровне предприятий – технические условия (ТУ), стандарты предприятий (СТП).

На сегодня во многих странах мира в рамках систем стандартизации используются международные стандарты. Они широко применяются на региональном и национальном уровне, используются изготовителями, торговыми организациями, страховыми компаниями, покупателями и потребителями, испытательными лабораториями, органами по сертификации и другими заинтересованными сторонами. Поскольку международные стандарты, как правило, отражают передовой опыт промышленных предприятий, результаты научных исследований, требования потребителей и государственных органов и представляют собой правила, общие принципы и характеристики для большинства стран, то они являются одним из важных условий, обеспечивающих устранение технических барьеров в торговле. Применение международных стандартов осуществляется через их принятие в качестве региональных или национальных.

В качестве государственных могут быть приняты стандарты международных и региональных организаций по стандартизации, членом которых является Республика Беларусь, а также национальные стандарты другого государства при наличии Соглашения о сотрудничестве или с разрешения, полученного Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь от национальных организаций по стандартизации. В их числе:

- стандарты Международной организации по стандартизации (ИСО);
- стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК);
- региональные стандарты Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (Правила ЕЭК ООН);
- региональные стандарты Европейского комитета по стандартизации (ЕН);
- государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р).
- государственные стандарты СССР (ГОСТ СССР).

Технические условия – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, утвержденный юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем и содержащий технические требования к конкретным типу, марке, модели, виду реализуемой продукции или оказываемой услуге, включая правила приемки и методы контроля. Технические условия применяют на территории Республики Беларусь предприятия независимо от форм собственности и подчиненности и граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью без образования юридического лица, в соответствии с договорами и (или) лицензиями на право производства и реализации продукции или оказания услуг. Технические условия применяют при производстве и поставке продукции, оказании услуг, если отсутствуют стандарты на данную продукцию.

В целях обеспечения выполнения требований стандартов, повышения качества и конкурентоспособности продукции в республике осуществляется государственный надзор. Главной задачей государственного надзора является предупреждение и пресечение нарушений требований стандартов и принятие мер по устранению причин этих нарушений.

Государственный надзор за стандартами осуществляется Госстандартом и подведомственными ему центрами стандартизации и метрологии. Проводится он по инициативе органов государственного надзора или по ходатайству органов государственного управления, предприятий, а также общественных организаций и обращениям граждан.

4.1.2 Виды стандартов на текстильные материалы

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых к нему требований в Беларуси разрабатываются следующие виды стандартов:

1. Основополагающий – содержит общие или руководящие положения для определенной области. Обычно используется либо как стандарт, либо как методический документ, на основе которого могут разрабатываться другие стандарты;

2. Терминологический – объектом стандартизации являются термины. Такой стандарт содержит определение (толкование) термина, примеры его применения и т. п.;

3. Стандарт на методы испытаний – устанавливает методики, правила, процедуры различных испытаний и сопряженных с ними действий (например, отбор пробы или образца);

4. Стандарт на продукцию – содержит требования к продукции, которые обеспечивают ее соответствие назначению. Может быть полным или неполным. **Полный** стандарт устанавливает не только вышеуказанные требования, но также и правила отбора проб, проведения испытаний, упаковки, этикетирования, хранения и т. д. **Неполный** содержит лишь часть требований к продукции (только к параметрам качества, только к правилам поставки и пр.);

5. Стандарт на процесс (услугу) – объектом стандартизации выступают, соответственно, процесс (например, технология производства) или услуга (например, автосервис, транспорт, банковское обслуживание и др.)

Государственные стандарты Республики Беларусь применяют на территории Республики Беларусь: на предприятиях (объединениях), в том числе с иностранными инвестициями, в учреждениях, организациях независимо от форм собственности и подчиненности, в министерствах и других органах государственного управления. Их используют также граждане, занимающиеся предпринимательской деятельностью (без образования юридического лица). Государственные стандарты Республики Беларусь применяют при разработке законодательных актов, при разработке, изготовлении, реализации, эксплуатации (использовании), ремонте, хранении, транспортировании и утилизации продукции, при оказании услуг и т. д.

Продукция не подлежит реализации и передаче для реализации по назначению, если она не соответствует требованиям, подлежащим обязательному выполнению, предусмотренным в действующих стандартах.

4.2 СОРТНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

Одной из основных характеристик качества продукции является сорт. Сорт – это градация продукции определенного вида и назначения по одному или нескольким показателям качества, установленная нормативной документацией.

4.2.1 Сортность тканей

Оценка сорта хлопчатобумажных, льняных, шерстяных и шелковых тканей складывается из несоответствия фактических

показателей качества нормам, установленным в стандартах на конкретный вид ткани и наличия пороков внешнего вида.

Пороки внешнего вида подразделяются на местные и распространённые. Местный порок занимает небольшой участок ткани (например, подплетина), а распространённый порок равномерно расположен по всему куску ткани (например, засорённость растительными примесями).

В зависимости от волокнистого состава имеются особенности в оценке сорта ткани. Сортность ткани оценивается по четырём стандартам:

1. ГОСТ 161–86. Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.

2. ГОСТ 357–75. Ткани льняные и полульняные (смешанные). Определение сортности.

3. ГОСТ 358–82. Ткани чистошерстяные и полушерстяные. Определение сортности.

4. ГОСТ 187–85. Ткани шёлковые и полушёлковые. Определение сортности.

Хлопчатобумажные ткани.

На ткани установлено два сорта 1 и 2-й. Сорт ткани определяется суммарной оценкой по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{фм}} + P_{\text{р}} + P_{\text{м}}. \quad (4.1)$$

Ткани 1-го сорта по физико-механическим показателям должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на данный вид ткани.

Для тканей 2-го сорта допускаются отклонения по следующим физико-механическим показателям от норм, установленных для 1-го сорта: по ширине (1–1,5 %), по плотности (2 %), по поверхностной плотности (5 %) и по разрывной нагрузке (5 %).

Отклонение по любому из этих показателей (в пределах, допустимых данным стандартом) условно приравнивается к определённому количеству условных пороков ($P_{\text{фм}}$).

Все хлопчатобумажные ткани делятся на 4 группы в зависимости от назначения:

I – ткани плательные (в том числе ситцы, бязи, набивные сатины), одежные (в том числе плащевые), мебельные;

II – ткани бельевые отбеленные, гладкокрашенные и набивные (в том числе жаккардовые, для корсетных изделий, женского и постельного белья); ткани для вафельных и гладких полотенец; махровые ткани;

III – ткани подкладочные, тики матрачных и наволочные; полотно палаточное и плащёвое военного ассортимента; товарные суровые ткани; ткани с применением низких сортов хлопка;

IV – ткани с разрезным ворсом.

Для оценки ткани по наличию пороков весь кусок ткани просматривается с лицевой стороны и подсчитывается количество местных пороков на всей длине куска. А так как куски имеют разную длину, то ведётся пересчёт количества пороков ($P\phi$) на условную длину ткани в куске. Условная длина установлена данным стандартом в зависимости от ширины ткани:

$$P_m = \frac{P\phi}{L\phi} L_{ус}, \quad (4.2)$$

где $P\phi$ – количество пороков на фактической длине куска, шт;

$L\phi$ – фактическая длина ткани в куске, м;

$L_{ус}$ – условная длина ткани в куске, м.

Оценка каждого фактического местного порока (приравнивание его к определённому количеству условных пороков) производится в зависимости от его размера и группы ткани (по таблицам данного стандарта).

В тканях 1-го сорта распространённые пороки не допускаются, в тканях 2-го сорта допускается не более одного распространённого порока. Каждый допустимый распространённый порок условно приравнивается к определённому количеству условных пороков (Pp).

Суммарное количество условных пороков на условную длину куска не должно превышать:

10 – для 1-го сорта;

30 – для 2-го сорта.

В стандарте дан перечень пороков, которые не допускаются и подлежат фактическому или условному разрезу или вырезу.

В тканях, предназначенных для розничной торговли, делаются фактические разрезы и вырезы.

Льняные ткани

На ткани установлено два сорта: 1 и 2-й.

Сорт ткани определяют по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида и устанавливают по наихудшему показателю.

По физико-механическим показателям ткани 1-го сорта должны соответствовать требованиям, установленным в нормативно-технической документации на данный вид ткани.

Для тканей 2-го сорта допускаются отклонения по некоторым физико-механическим показателям от норм, установленных для тканей 1-го сорта: по ширине (1,5 %), по поверхностной плотности (5 %), по плотности (2 %) и по разрывной нагрузке (5 %).

Для оценки сортности по наличию пороков внешнего вида ткани в зависимости от назначения подразделяются на следующие виды (группы):

1 – столовые, 2 – бельевые, 3 – полотенечные, 4 – одежные, 5 – декоративные, 6 – прикладные и паковочные, 7 – технические.

Просматривают весь кусок ткани и подсчитывают количество местных пороков, а затем пересчитывают их на условную площадь ткани 30 м².

$$P_{ус} = Pф \cdot 3 \cdot 10^3 / (L \cdot B), \quad (4.3)$$

где $Pф$ – фактическое число пороков; L – длина куска, м; B – ширина ткани, см.

Для тканей 1-го сорта из льняной пряжи количество пороков на площади 30 м² не должно превышать 8, для тканей 2-го сорта – 22; для тканей с использованием оческовой пряжи: 10 – для 1-го сорта; 26 – для 2-го сорта.

В тканях 1-го сорта распространённые пороки не допускаются, в тканях 2-го сорта допускается не более одного распространённого порока. При наличии в тканях 2-ого сорта распространённого порока допустимое количество местных пороков на условную площадь 30 м² снижается и не должно превышать 17.

Шерстяные ткани

На ткани установлено два сорта: 1 и 2-й. Сорт ткани определяют по физико-механическим показателям, показателям устойчивости окраски и наличию пороков внешнего вида и устанавливают по наихудшему показателю.

Ткани 1-го сорта по физико-механическим показателям должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на конкретный вид ткани.

Для тканей 2-го сорта допускаются отклонения от минимальных норм 1-го сорта по ряду показателей: по плотности, разрывной нагрузке, разрывному удлинению, поверхностной плотности (не более половины допустимого отклонения, установленного для 1-го сорта), по усадке после замочки или мокрого глажения (1–1,5 %), по процентному содержанию шерстяных волокон (1–5 %), по процентному содержанию жира (1,5–2,5 %). Для тканей 2-го сорта допускается отклонение от норм 1-го сорта не более чем по одному из вышеперечисленных показателей.

По устойчивости окраски ткани 1-го сорта должны соответствовать требованиям, установленным в нормативно-технической документации на конкретный вид ткани. Для тканей 2-го сорта допускается снижение устойчивости окраски не более чем по двум видам воздействия на 1 балл от норм, установленных для 1-го сорта, величина показателя при этом должна быть не менее 3 баллов.

Просматривая весь кусок ткани, подсчитывают количество пороков по всей длине куска и затем пересчитывают их на условную длину куска 30 м.

Количество местных пороков на условную длину куска ткани 30 м не должно быть более:

12 – для тканей 1-го сорта;

36 – для тканей 2-го сорта.

В тканях 2-го сорта при наличии отклонений по физико-механическим показателям и (или) устойчивости окраски допустимое количество местных пороков снижается.

Количество местных пороков для тканей 2-го сорта при наличии отклонений по физико-механическим показателям и устойчивости окраски должно соответствовать данным таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Допустимое число отклонений для шерстяных тканей.

Сорт	Количество отклонений по		Количество местных пороков
	физико-механическим показателям	устойчивости окраски	
II	1	-	12
II	1	1	4
II	-	2	4

Распространенные пороки в тканях 1-го сорта не допускаются. При наличии распространенного порока допустимое количество местных пороков варьируется от 2 до 12 (в зависимости от вида распространенного порока).

Шёлковые ткани

На ткани установлено три сорта: 1, 2, 3. Сорт ткани определяется суммарной оценкой (*Псум*) по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида (аналогично хлопчатобумажным тканям).

По физико-механическим и физико-химическим показателям ткани 1-го сорта должны соответствовать нормативно-технической документации на конкретный вид ткани. Для тканей 2-го и 3-го сортов допускаются отклонения от норм, установленных для тканей 1-го сорта по ширине и плотности. Допустимые отклонения для 3-го сорта больше, чем для 2-го. Отклонения в допустимых пределах условно приравниваются к определённому количеству условных пороков (для 3-го сорта количество условных пороков 18, для 2-го – 8).

Оценка качества по наличию местных пороков производится в зависимости от группы ткани. Шёлковые ткани в соответствии с назначением подразделяются на четыре группы:

1 – ткани плательные, платьево-костюмные, блузочные, костюмные, пальтовые, сорочечные, плащевые, курточные, для спортивной одежды, текстильно-галантерейные;

2 – ткани подкладочные, одеяльные, мебельные, для обуви, головных уборов, корсетных изделий, пижам, купальных костюмов, маркировочные;

3 – ткани ворсовые: для верхней одежды, плательные, для знамён;

4 – ткани ворсовые: для верха обуви, игрушек, ковров, подкладки, утеплённой обуви.

Местные пороки подсчитываются на всей длине куска ткани, а затем ведётся пересчёт на условную длину ткани в куске. Условная длина установлена данным стандартом в зависимости от ширины ткани и её группы.

В тканях 1-го сорта распространённые пороки не допускаются. В тканях 2-го сорта допускается не более одного заметно выраженного распространённого порока; в тканях 3-го сорта допускается не более одного резко выраженного распространённого порока. Заметно выраженные и резко выраженные пороки оцениваются по образцам. Наличие распространённого порока условно приравнивается к определённому количеству условных пороков.

Суммарное количество пороков для тканей 1 и 2-й группы не должно быть более: 7 – для 1-го сорта; 17 – для 2-го сорта; 30 – для 3-го сорта.

Для тканей 3-й и 4-й группы: 5 – для 1-го сорта; 9 – для 2-го сорта; 25 – для 3-го сорта.

4.2.2 Сортность трикотажных полотен

Готовые трикотажные полотна на предприятиях проходят тщательный технический контроль. Нормируемые показатели физико-механических свойств трикотажных полотен подразделяются на общие, обязательные для всех видов полотен, и дополнительные, которые устанавливаются в зависимости от назначения полотна и его волокнистого состава.

К общим физико-механическим показателям относятся: волокнистый состав, процентное содержание компонентов в смеси, линейная плотность нитей, число петельных рядов и петельных столбиков, приходящихся на 100 мм полотна, разрывная нагрузка. Дополнительными показателями, например, для верхних и бельевых трикотажных полотен, являются растяжимость и устойчивость к истиранию.

Кроме того для трикотажных полотен определяется устойчивость окраски к тем или иным воздействиям.

Если хотя бы по одному из нормируемых показателей полотно не соответствует нормам, то оно бракуется.

На 1 и 2-й сорт полотна подразделяются в зависимости от пороков внешнего вида.

Для полотен 1-го сорта допускаются отдельные дефекты, если они малозаметны и нерезко выражены. В полотнах 2-го сорта допускаются заметные и резко выраженные пороки. Малозаметные и заметные дефекты определяются в соответствии с эталонами, установленными по согласованию между изготовителем и потребителем. Перечень допускаемых дефектов устанавливается в соответствующих

нормативно-технических документах на сортность данного вида полотна. Как правило, на площади 1 м^2 полотна разрешается иметь не более трёх пороков, установленных для 1 или 2 сорта. Если на площади 1 м^2 одновременно имеются дефекты, свойственные 1 и 2 сортам, этот участок полотна получает оценку низшего сорта. Если на площади 1 м^2 полотна окажется больше дефектов, чем допускается для 2 сорта или же будут дефекты, не допускаемые для 2 сорта, то этот участок полотна относят к условным вырезам.

Для трикотажных полотен не устанавливают сорт всего куска. Учитывая то, что трикотажные полотна реализуются по массе, устанавливают в куске количество килограмм 1 сорта, количество килограмм 2 сорта и брака.

Определение сорта трикотажного полотна осуществляется по следующей методике. Весь кусок полотна тщательно просматривают и подсчитывают количество дефектов, относящихся к 1 сорту, 2 сорту и браку. По числу выявленных дефектов подсчитывают количество квадратных метров 1 сорта, 2 сорта и «условных вырезов» (брака). Зная поверхностную плотность данного полотна, подсчитывают массу трикотажного полотна в данном куске 1 сорта, 2 сорта и брака.

4.2.3 Сортность нетканых полотен

Для нетканых полотен установлено два сорта: первый и второй. Сорт полотна оценивается по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида и определяется по наихудшему показателю.

По физико-механическим показателям полотно 1-го сорта должно соответствовать требованиям стандартов или нормативно-технической документации на данный вид полотна.

Для полотна 2-го сорта допускаются отклонения от минимальных норм, установленных для 1-го сорта по следующим показателям: по ширине, поверхностной плотности, плотности прошивки, разрывной нагрузке, усадке после стирки.

При оценке сорта полотна по порокам внешнего вида отдельно учитывают местные и распространённые пороки.

Местные пороки подсчитывают, просматривая весь кусок полотна, а потом делают пересчёт на условную площадь в 30 м^2 (см. сортность льняных тканей).

В полотнах 1-ого сорта допускается не более 12 местных пороков, в полотнах 2-ого сорта – не более 24. К местным порокам относятся: утолщение волокнистого холста, обрыв нити, штопка, масляные и загрязнённые пятна, дефекты крашения, печати и др.

В полотнах 1-го сорта распространённые пороки не допускаются, в полотнах 2-го сорта допускается не более одного распространённого порока. При наличии распространённого порока допустимое число местных пороков снижается и не должно превышать 17.

К распространённым порокам нетканых полотен относятся следующие: засоренность, мушковатость, полосатость, разнооттеночность, заломы, зебрность и др.

4.2.4 Качество швейных ниток

Хлопчатобумажные нитки для пошива изделий из тканей и нетканых материалов выпускаются матовыми и глянцевыми марок: «Экстра» и «Прима» в 3 сложения и марки «Прочные» – в 4 и 6 сложений.

Синтетические нитки выпускаются следующих условных обозначений:

- армированные с хлопковой оплеткой: 25лх, 36лх, 44лх;
- армированные с полиэфирной оплеткой: 25лл, 35лл, 45лл;
- из комплексных полиэфирных нитей: 22л, 30л, 33л, 47л, 55л;
- из комплексных полиамидных нитей: 50к;
- из полиэфирных текстурированных нитей: 24лт, 37лт.

Нитки вырабатываются однокруточными и двукруточными с направлением окончательной крутки Z и S.

По цвету они подразделяются на суровые, белые, чёрные и цветные.

Кроме того, хлопчатобумажные швейные нитки могут выпускаться мерсеризованными и немерсеризованными.

Хлопчатобумажные швейные нитки называются матовыми, если их при заключительной отделке парафинируют (П) или обрабатывают составами, включающими кремнийорганические соединения (КОС) или другими составами, улучшающими пошивочные свойства.

Глянцевые хлопчатобумажные швейные нитки должны быть покрыты аппретом, содержащим крахмал или другие клеящие вещества, обеспечивающие гладкую, блестящую поверхность ниток.

Качество швейных ниток оценивается целым рядом показателей. По каждому показателю стандартом установлены предельно допустимые минимальные или максимальные значения.

Во-первых, стандартом установлена структура ниток и предельно допустимые значения по следующим физико-механическим показателям :

- допустимое относительное отклонение кондиционной линейной плотности готовых ниток от результирующей номинальной линейной плотности суровых ниток в процентах (отдельно для разных марок и цветов);
- разрывная нагрузка при испытании методом разрыва одной нити;
- величина коэффициента вариации по разрывной нагрузке;
- удлинение при разрыве в процентах.

Кроме того, швейные нитки оцениваются по следующим показателям:

- по процентному содержанию хлопковых волокон в армированных нитках;
- по неравновесности;
- по устойчивости окраски швейных ниток к следующим воздействиям: к сухому трению, к стирке по изменению окраски, к стирке по закрашиванию белого материала, к действию света;
- по линейной усадке в кипящей воде;
- по количеству узлов на 1000 м ниток.

Стандартом на швейные нитки установлена нормированная (кондиционная) влажность, а на хлопчатобумажные нитки ещё и норма степени мерсеризации (баритовое число) и белизны в процентах.

Цвет швейных ниток при заказе устанавливается по карте цветов. Отличие цвета готовых ниток от карты цветов не должно превышать 3-4 балла шкалы серых эталонов.

Сорт швейных ниток устанавливают в зависимости от наличия пороков внешнего вида в баллах осмотром 100 паковок с последующим пересчетом на одну единицу продукции.

4.3 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

Качество материала – это соответствие его свойств требованиям, определяющим пригодность материала для переработки и использования по назначению.

Качество одежных материалов зависит от вида изделия и условий его эксплуатации. На текстильных предприятиях контроль качества осуществляется работниками отдела технического контроля. Качество текстильных материалов оценивается по стандартам или другой нормативно-технической документации.

Показатель качества – это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, применительно к условиям ее создания, эксплуатации или потребления.

Показатели качества могут быть размерными и безразмерными. Размерные показатели выражаются в различных единицах (ньютон, текс), безразмерные – в рангах и баллах.

Показатели качества подразделяются на единичные и комплексные.

Единичный показатель качества – это показатель качества продукции, относящийся только к одному из ее свойств.

Комплексный показатель качества – это показатель качества, относящийся к нескольким свойствам.

4.3.1 Экспериментальная оценка качества материала по отдельным показателям

Партия материала – это продукция одного качества, одного артикула, выработанная с одними структурными параметрами, скомплектованная за ограниченный период времени и оформленная одним документом. В математической статистике партию материала рассматривают как генеральную совокупность.

Общие принципы и методы отбора проб. Партия текстильного материала, как правило, состоит из большого числа объектов, неодинаковых по своим свойствам. Теоретически точная оценка качества возможна лишь при испытании всех объектов, составляющих партию. Практически это невозможно, так как требует очень больших затрат времени, а при измерении некоторых свойств (прочности, износостойкости и т. д.) привело бы к порче всего материала.

Поэтому о свойствах партии материала судят по результатам испытания только части объектов партии. Часть партии, взятая для определения каких-либо качественных показателей, обычно называется пробой (если партия состоит из нештучной продукции) или выборкой (если партия состоит из штучной продукции). При испытании текстильных материалов очень часто вместо термина «проба» применяют как синоним термин «образец», используется также термин «выборка», как часть генеральной совокупности.

Образцы бывают двух видов: образец первого вида – для всех лабораторных испытаний, кроме определения влажности; образец второго вида – для определения влажности.

Чтобы выборка отражала свойства партии продукции, т. е. была представительной или репрезентативной, ее отбирают по определенным правилам.

Объем выборки определяется неравномерностью материала и величиной доверительного интервала, в пределах которого должно находиться искомое значение показателя качества всей партии материала.

Методы отбора выборок можно подразделить на одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые (чаще трехступенчатые).

Одноступенчатые методы отбора предусматривают выборку из всей генеральной совокупности без предварительного деления ее на части. От партии отбирают несколько объектов и испытывают их полностью. В текстильном материаловедении этот метод используется редко, т. к. невозможно испытать объекты целиком, т. е. куски тканей, кипы волокон. Примеры использования:

1. Контроль паковок по массе.
2. Контроль длины намотки швейных ниток (отбирают 20 катушек от партии и разматывают на мотовиле).

Двухступенчатые методы отбора применяют при разделении генеральной совокупности на отдельные, примерно равные части (серии). От партии отбирают несколько серий, от каждой серии по одному объекту и испытывают их полностью. В текстильном материаловедении используют редко.

Пример использования:

1. Швейные нитки обычно упаковывают по 20 бобин, каждая упаковка – это серия. От партии отбирают 20 упаковок, от каждой упаковки по бобине и разматывают, определяя длину намотки.

Трехступенчатые методы отбора – партию делят на серии, отбирают несколько серий, от каждой серии по объекту и испытывают их не полностью. Текстильные материалы разделены обычно на примерно равные части: куски тканей, упаковки швейных ниток и т. д. – это серии.

Например, при испытании швейных ниток отбирают несколько единиц упаковок, из каждой берут одинаковое количество упаковок, а с каждой упаковки проводят одно или несколько испытаний.

На все свойства существуют методы отбора проб. Но чтобы образец был отобран правильно – этого недостаточно. Существуют определенные правила отбора или методы.

На каждой ступени отбирают методом случайного отбора, систематического и методом наибольшей объективности.

Случайный отбор – все объекты в партии нумеруют, а в выборку включают объекты, номера которых выбирают из таблицы случайных чисел (ГОСТ 11.003). Для этого все упаковки нумеруются. Берут первую таблицу, закрывают глаза и опускают стеклянную палочку, смотрят какой номер выпал, например 26. Находят 26-ю таблицу; допустим необходимо отобрать 10 упаковок. 10 раз, закрыв глаза, нужно опустить палочку на 26-ю таблицу и отобрать упаковки с выпавшими номерами, затем в каждой упаковке пронумеровать бобины ниток и отобрать с помощью таблицы номера бобин. Для дальнейшей работы с текстильными материалами нумерация объектов не нужна, поэтому этот метод широко не используется.

Метод систематического отбора – объекты нумеруют и отбирают в выборку через определенный интервал. Например, из партии в 1000 объектов нужно отобрать 20. В выборку отбирают 50-ю, 100-ю и т. д.

В текстильном материаловедении используется разновидность систематического отбора – **механических метод**: объекты не нумеруют, но отбирают через определенный интервал. Например, из ящика со швейными нитками 1000 единиц надо отобрать 20. Для этого перекладывают бобины из одного ящика в другой и каждую 50-ю откладывают в выборку.

Механический метод применяется для небольших по объему партий.

Самым распространенным методом является **метод наибольшей объективности**. Объекты не нумеруют, отбирают случайно, наугад; но при этом необходимо обеспечить всем объектам одинаковую вероятность попадания в выборку.

Погрешности измерений

После отбора образцов приступают к испытаниям. При проведении измерений и использовании полученных результатов следует учитывать, что они могут содержать погрешности или ошибки.

Грубые погрешности (промахи) – получаются при неправильных отсчетах, записях и подсчетах, их можно избежать при проведении параллельных подсчетов. Грубые погрешности исправляют или исключают как выскакивающие результаты. Они являются следствием низкой квалификации исполнителей или недисциплинированности. Предотвращаются за счет инструктажа или контроля.

Систематические погрешности являются постоянными или изменяются по определенному закону. Возникают при использовании неисправных или невыверенных приборов. Их можно избежать путем проверки и наладки приборов, если тщательно соблюдать методы испытания, ввести поправки. В каждой области Республики Беларусь есть метрологическая служба, которая проводит своевременную поверку приборов.

Допустимые погрешности возникают из-за несовершенства конструкции прибора. Допустимые ошибки нужно знать и учитывать при работе на приборах. Допустимые погрешности сейчас очень важны, т. к. их учитывают в европейской практике и обязательно требуют указывать цену деления приборов, на которых проведены испытания. Абсолютная допустимая погрешность – это разница между измеренной величиной «А» и ее истинным значением «Х», или измеренной величиной и значением эталона.

$$a = A - X = A - Aэ. \quad (4.4)$$

Но Х неизвестно, а Аэ не очень надежно, так как текстильные материалы стареют и даже при хранении теряют свои свойства. Поэтому обычно пользуются предельной абсолютной погрешностью, которая равна цене деления прибора:

$$Am = c. \quad (4.5)$$

Определяют также относительную предельную погрешность по формуле

$$\delta m = 100Am / A, \%. \quad (4.6)$$

Абсолютную допустимую погрешность в европейских стандартах называют «неопределенностью».

Случайные погрешности возникают из-за разных, не поддающихся учету факторов, и выявляются при повторных измерениях. Случайные погрешности нельзя исключить. Для их выявления проводят большое число испытаний, величина случайной ошибки учитывается в ошибке выборки.

Таким образом, результат каждого испытания, как бы оно не было тщательно проведено, всегда отличается от истинного значения величины.

Обработка результатов испытаний

Широко этот вопрос был раскрыт в курсе Высшей математики. Для проведения и учета результатов испытаний необходим определенный минимум расчетов. При обработке результатов испытаний, выполненных на выбранном образце, определяются характеристики, которые называются «сводные выборочные характеристики» (СВХ). Предположим, в процессе проведения испытания были получены результаты:

$M_1, M_2, M_3, \dots, M_i, \dots, M_n$.

Порядок расчета:

1. Определяем среднее арифметическое (среднее выборочное, математическое ожидание).

$$\bar{M} = M_{\bar{v}} = \sum_{i=1}^n M_i / n. \quad (4.7)$$

2. Определяем отклонение каждого значения от среднего выборочного:

$$X_i = |M_i - M_{\bar{v}}|. \quad (4.8)$$

3. Дисперсия σ^2 – средний квадрат отклонений всех вариантов от их средней величины:

Если число испытаний больше 30, то

$$\sigma_{\bar{v}}^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 / n. \quad (4.9)$$

Если число испытаний n меньше 30, то определяют несмещенное значение дисперсии:

$$\sigma_{\bar{v}H}^2 = \sigma_{\bar{v}}^2 \frac{n}{n-1}. \quad (4.10)$$

4. Определяем среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_{\bar{v}} = \sqrt{\sigma_{\bar{v}}^2}. \quad (4.11)$$

Если число испытаний n меньше 30, то:

$$\sigma_{\bar{v}H} = \frac{\sigma_{\bar{v}}}{a_n} \sqrt{\frac{n}{n-1}}, \quad (4.12)$$

где n – общее число измерений; a_n – поправка на смещение;

$\sqrt{\frac{n}{n-1}}$ – вторая поправка на смещение.

Таблица 4.2 – Значение поправки на смещение

n	2	3	4	5	10	20	25	30
a_n	0,798	0,886	0,992	0,940	0,973	0,987	0,990	1

5. Определяем коэффициент вариации:

$$C_v = 100\sigma_v / M_v. \quad (4.13)$$

Коэффициент вариации свидетельствует о неравномерности материала по исследуемому свойству, и для текстильных материалов этот показатель нормируется. Обычно 5–10 %.

Для того чтобы распространить значение показателя на всю партию, определяют сводные генеральные характеристики (СГХ):

1. Определяется гарантийная ошибка среднего арифметического (ошибка выборки):

$$m_M = \frac{t\sigma_v}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}, \quad (4.14)$$

где t – нормированное отклонение (критерий Стьюдента), зависит от числа испытаний; N – генеральная совокупность, максимально возможное число испытаний, для ТМ эта величина очень большая.

Поэтому поправкой $\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \approx 1$ чаще всего пренебрегают.

Таблица 4.3 – Значения критерия Стьюдента

n	3	5	10	30 и >
t	4,5	2,9	2,3	2,0

2. Генеральная средняя:

$$M_G = M_v \pm m_M. \quad (4.15)$$

3. Гарантийная ошибка коэффициента вариации определяется по формуле

$$m_C = \frac{2C_v}{\sqrt{2n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}. \quad (4.16)$$

4. Генеральный коэффициент вариации

$$C_G = C_v \pm m_C. \quad (4.17)$$

При проведении испытания результаты записываются в специальные таблицы строго по цене деления. Измеренная величина является приближенным числом, она содержит верные и неверные, значащие и незначащие числа.

Верными считаются все цифры приближенного числа, которых нет в ошибке выборки или абсолютной погрешности.

Значащими считаются все цифры приближенного числа, начиная с высшего разряда ошибки выборки или абсолютной погрешности.

значащие		незначащие	
1 8 4 7		, 8 3 1	± 8,135
Верн.		неверн.	

значащие		незначащ.	
3 2 4 8 3		,15	± 18,37
Верн.		неверные	

В промежуточных результатах допускаются две неверные цифры, в окончательном результате одна неверная цифра.

При округлении результатов сначала округляется ошибка выборки, до первой значащей цифры, а затем само число до этого же порядка, при этом используются обычные правила округления.

Следовательно, эти цифры округляются, как ошибка так и среднее значение:

1848±8

32480±20.

4.3.2 Методы оценки качества

Существуют различные методы определения показателей качества материалов.

Экспериментальный метод – оценка качества осуществляется путем измерения свойств (инструментальный метод) или на основе обнаружения и подсчета числа дефектов или бракованных изделий (разбраковка).

Органолептический метод – базируется на ощущениях органов чувств; при этом иногда прибегают к сравнению исследуемого материала с эталоном. Правильность оценок таким методом зависит от накопленного опыта и квалификации специалистов, дающих оценку.

Экспертный метод основан на совместном учете оценок группы из 7–12 специалистов – экспертов, использующих оба предыдущих метода. Эксперты фиксируют оценки независимо друг от друга. В зависимости от квалификации и опыта экспертов может быть проведено несколько туров опроса. Иногда экспертная комиссия принимает решение, проставляя оценки и проводя голосование экспертов.

Социологический метод заключается в сборе и анализе мнений фактических или возможных потребителей продукции. Здесь очень важен правильный выбор источников информации и способа оценки достаточной согласованности высказанных мнений.

Расчетный метод предусматривает вычисление показателей качества материала в зависимости от различных параметров его структуры, технологического процесса, а также свойств исходного сырья.

Использование перечисленных методов определения показателей качества завершается различными способами его итоговых оценок, которые можно подразделить на дифференциальные, комплексные и комбинированные.

Дифференциальная оценка качества

Оценка качества проводится по отдельным показателям (по отдельным свойствам), по доле дефектных изделий, по безразмерным показателям. Дифференциальный метод оценки включает сравнение каждого фактического показателя с базовым (нормированным), что позволяет выявить недостатки материала и найти возможные пути его улучшения, но при анализе уровня качества не отдельных видов материала, а групп, включающих десятки и сотни различных вариантов, такая оценка затруднена, а иногда и неприемлема.

Комплексная оценка качества

Наряду с оценкой материалов по отдельным показателям качества иногда возникает необходимость в суммарной оценке, когда в одном показателе объединяют комплекс основных свойств материала.

Комплексная оценка качества проводится в четыре этапа:

1. Выбор комплекса показателей качества и оценка их значимости.

Обоснованно выбранный комплекс показателей качества во многом определяет правильность оценки качества текстильных материалов, его устанавливают на основе стандартов «Номенклатура показателей» и «Технические условия», а также с учетом рекомендаций литературных источников.

Для оценки значимости показателей качества чаще всего используется экспертный метод. Экспертная оценка коэффициента значимости (весомости) показателей качества включает следующие основные и последовательно выполняемые этапы работ: формирование группы экспертов, подготовку опроса экспертов, опрос экспертов, обработку экспертных оценок, анализ полученных результатов. Формирование группы экспертов заключается в подборе специалистов, имеющих достаточно высокую квалификацию в области создания и функционирования оцениваемой продукции. Подготовка опроса включает составление специальных опросников или анкет, в которых излагается сущность обсуждаемого вопроса, подробно дается метод подготовки и оформления ответов.

Опрос экспертов происходит заочно, путем рассылки им анкет и получения ответов, или непосредственно при одновременной работе всей группы экспертов. Обычно эксперты дают ранговую оценку ограниченному числу показателей качества: наиболее важный показатель обозначают рангом $R = 1$, а наименее значимый рангом $R = n$, где n – число показателей. Если эксперт считает несколько показателей равнозначными, то им присваивают одинаковые ранги,

сумма их должна быть равна сумме мест при их последовательном расположении. Сумма рангов у каждого эксперта постоянна и равна:

$$\Sigma R = 0,5n(n + 1). \quad (4.18)$$

Обработка экспертных оценок заключается в определении согласованности мнений экспертов и подсчете сводных характеристик опроса по каждому показателю. Для оценки согласованности мнений экспертов подсчитывают коэффициент конкордации:

$$W = \frac{\Sigma (S_i - \bar{S})^2}{(1/12)m^2(n^3 - n) - m\Sigma T_j}, \quad (4.19)$$

где $S_i = \Sigma R_i$ – сумма ранговых оценок экспертов по каждому показателю; $\bar{S} = (1/n)\Sigma s_i = 0,5m(n + 1)$ – средняя сумма рангов для всех показателей; m – число экспертов; n – число показателей; $T_j = (1/12)\Sigma(t_j^3 - t_j)$ – при наличии у отдельных экспертов одинаковых ранговых оценок для них вычисляют показатель одинаковости; t_j – число одинаковых рангов в каждой оценке j -й строки.

Согласованность мнений экспертов считают приемлемой при $W \geq 0,6$ и вероятности $P = 0,95$.

Значимость W оценивают по критерию χ^2 :

$$\chi^2 = Wm(n - 1). \quad (4.20)$$

Если $\chi^2 > \chi_{\tau}^2$, то W значим с принятой вероятностью.

Анализ полученных результатов включает подсчет коэффициентов весомости оцениваемых показателей:

$$V_i = \frac{mn - S}{0,5 mn (n - 1)}. \quad (4.21)$$

Существенно значимыми считают показатели, для которых $V_i > 1/n$. Эти показатели и выбирают определяющими для данной продукции.

2. Измерение отдельных показателей качества

Проводится раздельное измерение показателей качества, x_i , конкретных образцов и оценка уровня качества в виде размерных или безразмерных (баллов, рангов) показателей.

3. Перевод размерных значений показателей в безразмерные

Объединение в единый комплексный показатель набора единичных размерных показателей практически невозможно, так как графические или аналитические комбинации разнородных величин приведут к потере содержания (физического смысла) результирующего показателя. Поэтому для установления обобщенных комплексных оценок отдельные показатели качества, имеющие разную размерность, переводят в одинаковые безразмерные показатели (ранги, баллы, индексы качества, показатели желательности и др.).

4. Вычисление комплексных оценок качества

Для подсчета комплексных показателей качества j -го материала используют средние арифметическую, геометрическую, гармоническую и комбинированную оценки.

1. Средняя арифметическая комплексная оценка

$$K_j = \sum_{i=1}^n Z_{ij} * V_i, \text{ (при } \sum_{i=1}^n V_i = 1), \quad (4.22)$$

где Z_{ij} – дифференциальная оценка показателя, V_i – коэффициенты значимости (или весомости) показателя качества.

Если коэффициенты значимости не определялись, то их принимают одинаковыми для всех свойств, т. е. $V_i = 1 / n$. В этом случае формула принимает вид:

$$K_j = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Z_{ij}. \quad (4.23)$$

2. Средняя геометрическая комплексная оценка

При $\sum_{i=1}^n V_i = 1$

$$G_j = \prod_{i=1}^n Z_{ij}^{V_i} \quad (4.24)$$

при $V_i = 1 / n$:

$$G_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Z_{ij}}. \quad (4.25)$$

При таком способе подсчета, если хотя бы одна оценка $Z_{ij} = 0$, комплексная оценка также равна нулю.

3. Средняя гармоническая комплексная оценка

При $\sum_{i=1}^n V_i = 1$:

$$H_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{Z_{ij}}}. \quad (4.26)$$

При $V_i = 1 / n$:

$$H_j = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_{ij}}}. \quad (4.27)$$

При наличии $Z_{ij} = 0$ комплексная оценка $H_j = 0$.

4. Комбинированная комплексная оценка

Определяется как средняя геометрическая из средней арифметической комплексной оценки K_j и наилучшего показателя качества:

$$M_j = \sqrt{K_j * Z_{\min}}. \quad (4.28)$$

При $Z_{ji} = 0$ комплексная оценка $M_j = 0$, а при $Z_{ji} > 0$ комплексная оценка M_j приближается к минимальной.

5. Ранговая комплексная оценка качества. Ранги являются дискретными и безразмерными, они означают порядковое место материала при сравнительной оценке качества нескольких материалов. Лучший материал оценивают рангом $R = 1$, худший рангом $R = m$, где m – число сравниваемых материалов. Так же, как и при оценке значимости показателей качества, здесь возможны одинаковые оценки качества нескольких материалов, но сумма рангов по каждому показателю должна оставаться постоянной.

Ранговые оценки не требуют наличия норм для разных уровней показателей качества, их используют и при органолептическом, и при инструментальном методах определения показателей качества материалов. Преимуществом этих оценок является простота, недостатком – дискретность, т. е. неодинаковая разность размерных показателей при одинаковой разности рангов. Следует также указать на отсутствие нулевой оценки для низкого уровня показателя качества.

Это приводит к ошибке при сравнительной оценке качества материалов. Этого можно избежать, если использовать непрерывные ранговые оценки R_{ni} , подсчитываемые по формулам:

- для позитивных показателей:

$$R_{ni} = R_{\max} - \frac{(R_{\max} - R_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}; \quad (4.29)$$

- для негативных показателей:

$$R_{ni} = R_{\min} + \frac{(R_{\max} - R_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}, \quad (4.30)$$

где R_{\max} , R_{\min} – максимальные и минимальные оценки, соответственно, худшего и лучшего материалов; x_i – величина показателя качества для i -го материала; x_{\max} и x_{\min} – максимальная и минимальная величины показателей качества сравниваемых материалов.

5. Комплексная балловая оценка качества. Балловые оценки показателей качества дискретны и предусматривают, как правило, четыре варианта оценки уровня качества: хорошо, удовлетворительно и плохо.

Для перевода натуральных (размерных) показателей качества в безразмерные балловые показатели необходимо наличие норм N показателей для граничных качественных градаций:

N_1 – «отлично – хорошо»;

N_2 – «хорошо – удовлетворительно»;

N_3 – «удовлетворительно – плохо».

Рекомендуется два варианта балловых оценок:

Градации оценок	1-й вариант		2-й вариант	
	B	B_0 (%)	B	B_0 (%)
Отлично	5	125	3	150
Хорошо	4	100	2	100
Удовлетворительно	3	75	1	50
Плохо	0	0	0	0

Более привычным в употреблении является первый вариант оценок, однако во втором варианте четко выражена разница между смежными оценками. Иногда применяют промежуточные оценки 4,5 и 3,5 в первом варианте, 2,5 и 1,5 – во втором варианте. Допускается применение и других вариантов балловых оценок.

Преимущество балловых оценок в простоте и наличии нулевой оценки за плохое качество. Недостатком, как и ранговых оценок, является дискретность, вследствие чего для практически одинаковых материалов с показателями, близкими к границе двух градаций качества, оценки получаются с разницей в один балл.

Непрерывные балловые оценки рассчитываются по следующим формулам:

- для позитивных показателей:

$$B_{ni} = B_{mix} + \frac{(B_{\max} - B_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}; \quad (4.31)$$

- для негативных показателей:

$$B_{ni} = B_{\max} - \frac{(B_{\max} - B_{\min}) \cdot (x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}. \quad (4.32)$$

6. Комплексная оценка индексов качества

Относительные индексы качества являются безразмерными недискретными показателями. Их определяют по формуле (4.33) для позитивных показателей и по формуле (4.34) для негативных:

$$q_i = \frac{x_i}{x_{\bar{\sigma}}}; \quad (4.33)$$

$$q_i = \frac{x_{\bar{\sigma}}}{x_i}, \quad (4.34)$$

где x – дифференциальная размерная оценка показателя качества исследуемого материала; $x_{\bar{\sigma}}$ – значение размерного базового показателя качества эталонного материала. При отсутствии нормативов за величину базового показателя $x_{\bar{\sigma}}$ иногда принимают значение лучшего показателя качества сравниваемых материалов. В этом случае формулы (4.33) и (4.34) принимают следующий вид:

$$\text{Для позитивных показателей: } q_i = \frac{x_i}{x_{\max}}. \quad (4.35)$$

$$\text{Для негативных показателей: } q_i = \frac{x_{\min}}{x_i}. \quad (4.36)$$

Здесь значения индекса качества находятся в пределах $0 < q_i < 1$.

Следует указать на недостаток индексов q : это наличие оценок значительно больше единицы при заниженных уровнях x_{δ} , способное при подсчете комплексных оценок перекрыть влияние нескольких плохих оценок с малыми значениями q . Последний недостаток отсутствует у индексов q_0 .

Возможно вычисление индекса качества с учетом допустимого значения $x_q < x_{\delta}$ для позитивного или $x_q > x_{\delta}$ для негативного показателей качества по формуле:

$$Q = \frac{x_d - x}{x_d - x_{\delta}}. \quad (4.37)$$

Преимуществом индекса качества Q является наличие нулевой при $x = x_d$ или отрицательной для плохих материалов оценки.

7. Комплексная оценка показателей желательности.

Показатели желательности – безразмерные недискретные характеристики качества, изменяющиеся в пределах от нуля до единицы даже при очень большом и неограниченном диапазоне изменения размерных показателей качества. Вычисляют показатели желательности d с помощью вспомогательных безразмерных показателей Y по следующим формулам:

$$d = \exp\left(-\frac{1}{y}\right) = \frac{1}{e^{1/y}}, \quad (4.38)$$

где $0 < y < \infty$;

$$d = \exp[-\exp(-y)] = \frac{1}{e^{1/e^y}}, \quad (4.39)$$

где $-\infty < y < \infty$.

Формула (4.39) более универсальна, так как пригодна для положительных и отрицательных значений « y ».

Вначале размерные значения x натуральных показателей качества пересчитывают в безразмерные показатели y по формуле

$$y = a_0 + a_1 x \quad (4.40)$$

или

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2. \quad (4.41)$$

Чтобы найти постоянные a_0 , a_1 и a_2 в формулах (4.40) и (4.41), необходимо иметь граничные значения показателей желательности для

четырёх градаций качества и соответствующих им безразмерных значений y (табл. 4.4), а также размерных показателей x .

Зная значения x для двух или трех качественных градаций с известными для них по табл. 4.4 значениями y , подставляют их в уравнение (4.40) или (4.41) и вычисляют коэффициенты a_0 и a_1 или a_0 , a_1 и a_2 .

Таблица 4.4 – Граничные значения показателей желательности для четырех градаций качества

Градации качества	Первый вариант			Второй вариант		
	d	Значения y по формуле		d	Значение y по формуле	
		4.38	4.39		4.38	4.39
Отлично	$\geq 0,80$	$\geq 4,50$	$\geq 1,50$	$\geq 0,80$	$\geq 4,50$	$\geq 1,50$
Хорошо	$\geq 0,63$	$\geq 2,18$	$\geq 0,77$	$\geq 0,60$	$\geq 1,96$	$\geq 0,67$
Удовлетворительно	$\geq 0,37$	$\geq 1,00$	$\geq 0,00$	> 0	> 0	$> -2,0$
Плохо	$< 0,37$	$0 < 1$	< 0	0	0	$\leq -2,0$

При определении d подставляют значения x_i и соответствующие им значения Y в формулы (4.38), (4.39).

Значительно нагляднее и проще определять для разных натуральных значений X величины Y и d_i трехосным номограммам xud .

Кривые строят в соответствии с данными табл. 4.5, на номограммах намечают зоны четырех качественных градаций (на рис. 4.2 а они намечены по первому варианту, а на рис. 4.2 б – по второму).

Вертикальная ось координат размерных показателей x является продолжением вниз оси показателей желательности d и составляет с осью y нижнюю половину номограммы. Масштабы по осям d и y остаются неизменными, а масштаб по оси x изменяется и намечается каждый раз в соответствии с имеющимися числовыми значениями размерного показателя x .

На рис. 4.2 для примера по оси x нанесены значения прочности на раздирание от 4 до 11 даН. Приняв, что значение $x = 6$ даН соответствует 2-му сорту, а величина $x = 5,9$ даН характеризует нестандартную продукцию, для которой показатель желательности $d = 0$, на рис. 4.2 а намечаем точку A с координатами $x = 5,9$ и $y = 0$, а на рис. 4.2 б – точку A с координатами $x = 5,9$ и $y = -2,0$. Для линейной зависимости в соответствии с формулой (4.40) вторую точку B , соответствующую границе хорошей и отличной продукции, на рис. 4.2 а

намечаем с координатами $x = 10$ даН и $y = 4,5$, а на рис. 4.2 б – с координатами $x = 10$ даН и $y = 1,5$. Через точки A и B проводим прямые, выражающие зависимость y от x по формуле (4.40).

Таблица 4.5 – Табулированные значения функции A

y	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,5	0,77	1,00
d , по формуле (4.38)	-	-	-	-	0,0	0,14	0,28	0,37
d , по формуле (4.39)	0,00	0,01	0,07	0,19	0,37	0,54	0,63	0,69
y	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
d , по формуле (4.38)	0,51	0,61	0,67	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82
d , по формуле (4.39)	0,80	0,87	0,92	0,95	-	0,98	-	0,98

Для пересчета любого размерного показателя x в безразмерный показатель желательности d (например, $x = 8$ даН) проводим горизонталь через точку M на оси x , соответствующую ординате 8 даН, до пересечения с прямой AB . Из точки пересечения C опускаем перпендикуляр на ось y и продолжаем его далее до точки D пересечения с кривой $d = f(y)$. Опустив затем из точки D перпендикуляр на ось d , находим на последней искомое значение d . В рассматриваемом примере значению $x = 8$ даН соответствует на рис. 4.2 а $d = 0,65$, а на рис. 4.2 б – $d = 0,28$.

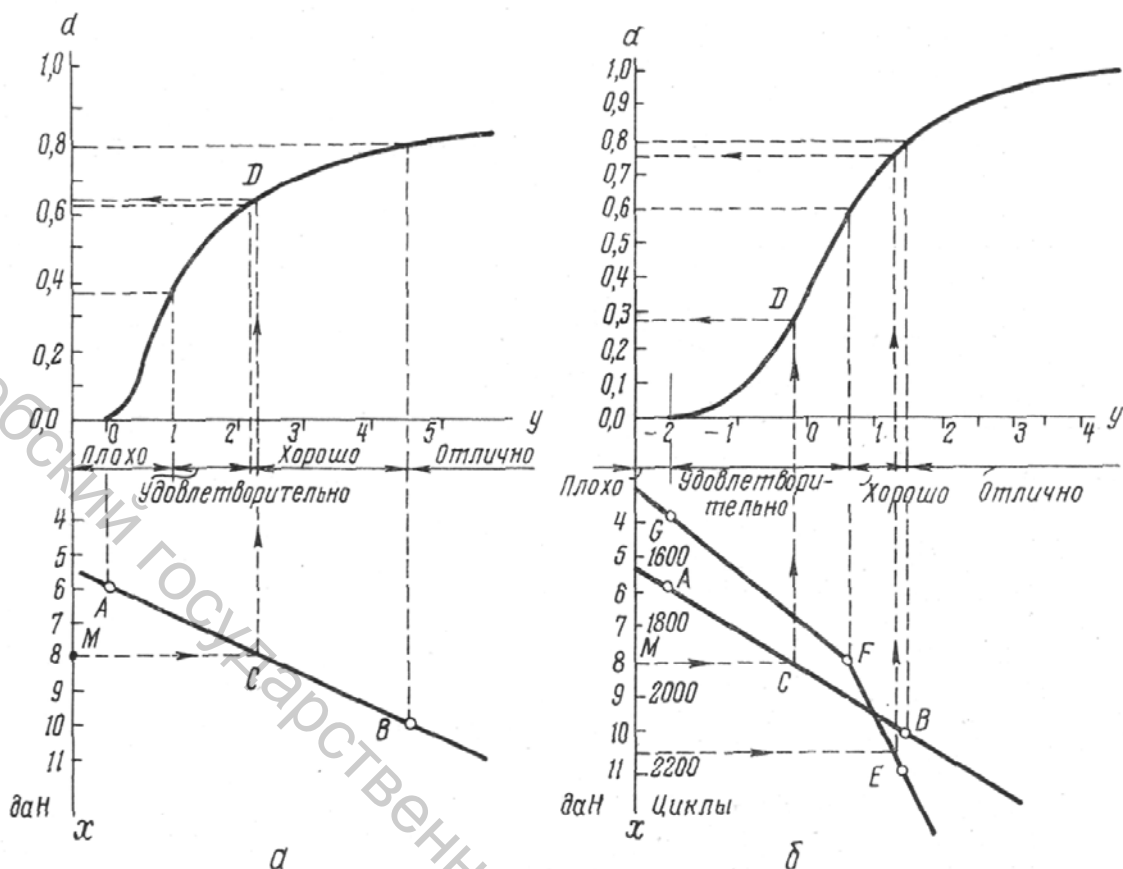


Рисунок 4.2 – Номограммы для определения показателей желательности: а – по формуле 4.38; б – по формуле 4.39

Дополнительно на нижней половине рис. 4.2 б показано построение линии $y = f(x)$ для следующих значений стойкости материала к истиранию: отличной – $x_1 \geq 2200$ циклов, хорошей – $x_2 \geq 1900$ циклов, удовлетворительной – $x_3 \geq 1500$ циклов и плохой – $x_4 < 1500$ циклов. Для этих значений x были соответственно выбраны следующие величины y : $y_1 = 1,5$; $y_2 = 0,67$; $y_3 = -2,0$. По координатам трех точек получена ломаная линия EFG . На рис. 4.2 б показано также определение показателя желательности $d = 0,76$ для $x = 2150$ циклов.

Следует отметить известную условность оценок показателей желательности, так как они зависят от выбора значений y для разных категорий качества и уровня соответствующих им норм натуральных показателей качества x . Преимущество показателей желательности d заключается в том, что они при любых значениях безразмерного показателя y изменяются при вычислении по формуле (4.39) всегда в пределах $0 \leq d \leq 1$, что весьма удобно при подсчете комплексных оценок, т. е. обобщенного показателя желательности.

Комплексная оценка имеет существенное преимущество, заключающееся в использовании одной числовой итоговой оценки. Это делает возможным и значительно облегчает сравнение уровня качества больших групп материалов. Но комплексная оценка обладает и недостатками. Во-первых, она не дает полного представления об

отдельных свойствах, что необходимо для правильного выбора сырья и управления технологическим процессом. Во-вторых, один и тот же комплексный показатель можно получить при разном сочетании отдельных показателей качества, т. е. по существу, для различных материалов. Средняя комплексная оценка по уровням нескольких показателей качества не изменится, если часть из них будет иметь пониженный уровень, а часть повышенный. Следовательно, комплексные показатели должны дополнять, но не заменять отдельные показатели качества материала.

Комбинированная (смешанная) оценка качества

Комбинированную оценку качества применяют в тех случаях, когда совокупность показателей качества велика, а один комплексный показатель качества недостаточно полно характеризует все особенности продукции.

При комбинированной оценке используют несколько комплексных оценок или комплексные оценки вместе с отдельными дифференциальными оценками. Для текстильных материалов иногда дают оценку по наихудшему из комплекса показателей качества, а затем эту оценку уточняют по значениям других показателей качества.

Комбинированная оценка качества является наиболее полной, так как совмещает преимущества комплексной оценки качества продукции в целом с подробным анализом отдельных ее основных свойств и выявлением причин снижения качества этой продукции.

4.4 Маркировка, упаковка и хранение текстильных изделий

Маркировка – это обозначение на ткани марки текстильного предприятия. Производится путем клеймения краской, наклеивания или пришивания ярлыков и этикеток.

Клеймят ткани легко смывающейся краской на концах каждого куска с изнанки на расстоянии не более 10 мм от среза и кромки для всех тканей и не более 5 мм для льняных тканей. На одном конце ткани ставят клеймо, обозначающее длину куска в метрах; на противоположном конце ставятся два клейма – одно обозначает наименование фабрики и номер браковщика, а второе – сорт ткани. Если кусок состоит из нескольких отрезков, то клеймо ставится на концах каждого отреза.

Сложенные в куски ткани прошивают по кромкам ткани и обвязывают тесьмой или шнуром. К сложенному куску ткани прикрепляют ярлык из картона или плотной бумаги, на котором указывают: наименование и местонахождение предприятия, наименование ткани, номер артикула, номер стандарта, вид отделки, содержание химических волокон, прочность окраски, ширину, сорт, количество условных вырезов и разрезов, длину ткани и др.

Для **упаковки** кусков ткани применяют бумагу, целлофан или полиэтиленовую плёнку, а некоторые ткани (шёлковые, креповые и ворсовые) укладывают в коробки. Однородные партии ткани упаковывают в кипы или ящики, обеспечивающие сохранность при транспортировании.

Для **хранения** текстильных материалов используют сухие, крытые, чистые, хорошо проветриваемые помещения. На материалы не должны падать прямые солнечные лучи и вода. Оптимальные условия для хранения текстильных материалов – это температура 15–18 °С и относительная влажность воздуха 60–70 %. Особенно неблагоприятно для материалов перепады температур, что вызывает их увлажнение и активизирует деятельность микроорганизмов.

При хранении ткани, трикотажные полотна и нетканые материалы должны располагаться от отопительных систем на расстоянии не менее 1 м, от стен и пола – не менее 20 см, от осветительных приборов – 50 см. Для предохранения шерстяных изделий от повреждения молью применяют различные препараты антимольного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов, Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное пр-во) : Учебник для вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.

2. Бузов, Б. А. Практикум по материаловедению швейного производства : учебное пособие для студ. вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.

3. Садыкова, Х. Ф. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств : учебник для вузов / Ф. Х. Садыкова, Н. И. Кудряшова, Д. М. Садыкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 228 с.

4. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (исходные материалы) : учебник для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев. – Москва : Легпромбытиздат, 1985. – 216 с.

5. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) : Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

6. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия) : учебник для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – Москва : Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.

7. Шустов, Ю. С. Основы текстильного материаловедения: учебное пособие / Ю. С. Шустов. – Москва : МГТУ им А. Н. Косыгина, 2007. – 302 с.

8. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства : учеб. пособие / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.

9. Башметов, В. С. Технология и оборудование для подготовки нитей к ткачеству : учебное пособие / В. С. Башметов, Т. П. Иванова, В. В. Невских. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 366 с.

10. Технологическое оборудование для ткацкого производства : пособие / В. С. Башметов, Т. П. Иванова, В. В. Невских. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 145 с.

11. Чарковский А. В. Основы процессов вязания : учебное пособие / А. В. Чарковский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 166 с.

12. Садовский, В. В. Товароведение одежно-обувных товаров. Общий курс : учебное пособие / В. В. Садовский [и др.] ; под общ. ред. В. В. Садовского, Н. М. Несмелова. – Минск : БГЭУ, 2005. – 427 с.

13. Паращенко, В. Н. Текстильные химические волокна : учебное пособие / В. Н. Паращенко, Н. И. Гришко. – Минск : БГЭУ, 2003. – 99 с.

14. Соловьев, А. Н. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов / А. Н. Соловьев, С. М. Кирюхин. – Москва : «Легкая индустрия», 1974. – 248 с.

15. Лобацкая, О. В. Материаловедение швейного производства : учеб. пособие / О. В. Лобацкая. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2010. – 371 с.

16. Ламоткин, С. А. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. пособие для студентов экономических специальностей / С. А. Ламоткин, З. Е. Егорова, Н. И. Заяц. – Минск : БГТУ, 2005. – 372 с.

17. Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» (в ред. Законов Республике Беларусь от 31.12.2010 № 228-3). – 12 с.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

Лобацкая Ольга Васильевна
Лобацкая Екатерина Михайловна

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
Учебное пособие

Редактор *Т.П. Бондарева*
Технический редактор *Е.М. Лобацкая*
Корректор *Е.М. Богачева*
Компьютерная верстка *Е.М. Лобацкая*

Подписано к печати 17.02.12. Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов 10,1. Уч.-изд. листов 18,0.
Тираж 250 экз. Зак. № 96.

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

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