912586
37.21
Б90

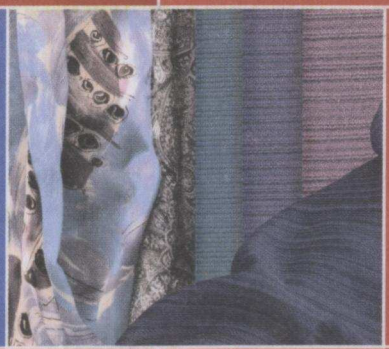
Б. А. Бузов
Н. Д. Алыменкова

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ШВЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Высшее профессиональное образование

Учебник



Легкая промышленность

ACADEMIA

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Б. А. БУЗОВ, Н. Д. АЛЫМЕНКОВА

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(ШВЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО)

Под редакцией д-ра техн. наук, профессора Б. А. БУЗОВА

Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов
«Технология и конструирование изделий легкой промышленности»
по специальностям «Технология швейных изделий» и «Конструирование
швейных изделий» и по направлению подготовки бакалавров и магистров
«Технология, конструирование изделий и материалы легкой промышленности»

Москва
ACADEM'A
2004

УДК 687.1/.4
ББК 37.24я73
Б904

Рецензенты:
канд. техн. наук, проф. кафедры «Материаловедение и товарная экспертиза» МГУ сервиса *В. И. Стельмашенко*;
д-р техн. наук, проф. кафедры ТШП МГУДТ *Е. Х. Меликов*

Бузов Б. А.

Б904 Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова; Под ред. Б. А. Бузова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 448 с.

ISBN 5-7695-1345-4

В учебнике рассмотрены строение и свойства текстильных материалов из натуральных и химических волокон и нитей, натурального и искусственного меха, швейных ниток и клеевых материалов, натуральной и искусственной кожи, пленочных, подкладочных, прокладочных материалов, фурнитуры, отделочных и других материалов, используемых для изготовления швейных изделий. Приведены сведения об основных видах этих материалов. Рассмотрены основы оценки качества материалов.

Для студентов высших учебных заведений.

УДК 687.1/.4
ББК 37.24я73

ISBN 5-7695-1345-4

© Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д., 2004
© Издательский центр «Академия», 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство швейных изделий — это комплекс взаимосвязанных звеньев, который представляет собой сложную систему, состоящую из ряда подсистем: моделирования и конструирования швейных изделий, выбора необходимых материалов, изготовления изделий, их реализации, связи со смежниками. Каждая из этих подсистем состоит из элементов, эффективность взаимодействия которых определяет работу подсистемы.

Выбор материалов для швейных изделий — одна из важных подсистем швейного производства, работа которой в значительной мере определяет качество швейных изделий, надежность и эффективность работы всей системы.

Улучшение качества и повышение конкурентоспособности швейных изделий, обновление их ассортимента обеспечиваются как путем разработки и внедрения новых моделей изделий, совершенствования их конструкций и использования современной техники и технологии изготовления, так и за счет применения новых материалов.

Выбор оптимальных материалов для швейных изделий и их рациональное использование в швейном производстве возможны только на основе знаний строения и свойств современных тканей и полотен, методов оценки их качества.

Будущие специалисты швейного производства при изучении курса получают представление о роли материаловедения в развитии техники и технологии швейного производства, об особенностях производства современных и перспективных материалов для одежды, о строении и свойствах материалов и методах их изучения, учатся пользоваться основными понятиями и параметрами строения и свойств материалов, основными методиками и техническими средствами испытания материалов, методами определения и оценки их качества, приобретают опыт анализирования и определения состава и структуры материалов, проведения измерений и оценки параметров состава, строения и свойств материалов, пользования испытательной техникой, средствами измерений и ЭВМ при решении материаловедческих задач, учатся формулировать требования, предъявляемые к материалам для швейных изделий, оценивать пригодность материалов для конкретных швейных изделий с учетом их назначения и условий эксплуатации.

Настоящий учебник по материаловедению швейного производства будет способствовать получению необходимых знаний и умений, а также применению их на практике.

Для изготовления швейных изделий используется широкий и разнообразный ассортимент материалов: текстильные полотна, натуральные и искусственные кожа и мех, швейные нитки и клеевые материалы, отделочные материалы и фурнитура.

Ткани, трикотажные и нетканые полотна являются основными видами текстильных материалов, из которых изготовляют швейные изделия. Поэтому значительное место в учебнике отведено рассмотрению способов получения, изучению строения и свойств этих материалов, а также текстильных волокон и нитей, составляющих основу всех текстильных материалов.

В ассортименте верхней одежды заметно увеличивается доля изделий из кожи и меха, и в учебнике этим материалам посвящены специальные главы, так же как и швейным ниткам, клеевым, прокладочным, подкладочным и отделочным материалам.

Особое место в учебнике отведено стандартным методам определения и оценки качества материалов.

В целом учебник содержит систематизированные сведения о современном уровне науки о материалах для одежды, способах получения, особенностях строения и свойствах основных видов материалов, применяемых в швейном производстве, методах оценки их качества.

Первая глава содержит сведения о классификации текстильных волокон, строении и свойствах натуральных и химических волокон, способах получения и строения текстильных полотен (тканей, трикотажных и нетканых полотен, вязанотканых), об отделке текстильных полотен.

Во второй главе рассматриваются свойства текстильных материалов:

геометрические: ширина, длина, толщина;

механические: при растяжении, изгибе, трении;

физические: поглощение, проницаемость, теплофизические, оптические, электризуемость;

изменение размеров при действии влаги и тепла;

износостойкость.

Учебный материал излагается по следующей методической схеме: основные положения, характеристики свойств и их теоретическое обоснование, методы и средства испытаний.

В третьей главе приводятся сведения об основных видах тканей, трикотажных и нетканых полотнах, дана их общая характеристика.

Четвертая глава посвящена оценке качества текстильных материалов.

В пятой главе рассматривается натуральный и искусственный мех: классификация, строение шкурки, изменчивость натураль-

ного меха, основы технологии и свойства меха, характеристика основных видов меха.

В шестой главе приведены сведения об основных видах швейных ниток, технологических и эксплуатационных требованиях к ним; о клеевых материалах и основных теориях склеивания.

Утепляющие, подкладочные и прокладочные материалы описаны в седьмой главе, где приведены основные виды этих материалов и дана их характеристика.

В восьмой главе рассматриваются способы получения, основные виды и характеристика натуральной и искусственной кож.

В девятой главе даны описание отделочных материалов, характеристика лент, тесьмы, шнуров, кружев. Приводятся общие сведения о фурнитуре.

Учебник написан на основе ранее изданного учебника Б.А.Бузова, Т.А.Модестовой, Н.Д.Алыменковой «Материаловедение швейного производства» (1986 г.). При подготовке настоящего издания учтен опыт преподавания дисциплины материаловедения швейного производства в Московском государственном университете дизайна и технологии.

тем за прошедшие десятилетия разработаны и внедрены в практику многие новые методы и средства исследования материалов для одежды, которые включены в стандарты и другую нормативную документацию.

Одним из основоположников отечественного швейного материаловедения по праву считается проф. Н. А. Архангельский, который, будучи первым заведующим кафедрой технологии швейного производства и читая курс лекций по швейному материаловедению, впервые сформулировал основные направления этой дисциплины, а затем они были реализованы в его учебнике «Материаловедение (материалы для одежды)».

Значительный вклад в становление и развитие отечественного швейного материаловедения кроме Н. А. Архангельского внесли ученые-материаловеды Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, Т. А. Модестова, М. И. Сухарев, П. А. Колесников, К. Г. Гущина, С. А. Беляева, В. П. Склянников, Н. Н. Пожидаев, А. И. Павлов, В. И. Стельмашенко, А. В. Куличенко и др.

Большое значение для развития швейного материаловедения имели фундаментальные работы в области физики и химии полимеров, физики твердого тела, механических и физических свойств материалов, трения и износа. Среди них следует указать работы В. А. Каргина, Г. Л. Слонимского, С. Н. Журкова, К. Е. Перепелкина, Ю. В. Зеленева, А. А. Аскадского, И. В. Крагельского и др.

В настоящее время более чем в 15 высших учебных заведениях и на факультетах профиля легкой промышленности имеются кафедры материаловедения, на которых и ведется преподавание дисциплины материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство), проводятся научные исследования в области швейного материаловедения, готовятся научно-педагогические кадры через докторантуру, аспирантуру, магистратуру. Все это создает хорошие условия для дальнейшего развития швейного материаловедения.

Глава 1
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ И ПОЛУЧЕНИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Строение и свойства текстильных волокон и нитей

Структурными элементами всех текстильных материалов (тканей, трикотажных и нетканых полотен, лент, тесьмы, кружев, швейных ниток и др.) являются текстильные волокна и нити. Согласно ГОСТ 13784—94 *текстильное волокно* (*textile fibre*) — это протяженное тело, характеризующееся гибкостью, тониной и пригодное для изготовления нитей и текстильных изделий. *Элементарное волокно* (*elementary fibre*) представляет собой единичное неделимое текстильное волокно. *Штапельное волокно* (*stahle fibre*) — это элементарное волокно ограниченной длины. На практике штапельным называют в основном химическое волокно, а натуральным — просто волокно. *Элементарная текстильная нить* (*filament*) отличается от штапельного волокна практически неограниченной длиной, рассматриваемой как бесконечная. *Комплексное волокно* (*complex fibre*) состоит из продольно соединенных между собой элементарных волокон.

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

Вид и свойства текстильного волокна — важнейшие факторы, определяющие основные физико-механические свойства, внешний вид, износостойкость текстильных материалов и влияющие на параметры технологического процесса изготовления швейных изделий.

1.1.1. Классификация текстильных волокон и нитей. Основные характеристики их свойств

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

К *натуральным* относят волокна растительного, животного и минерального происхождения, которые образуются в природе без

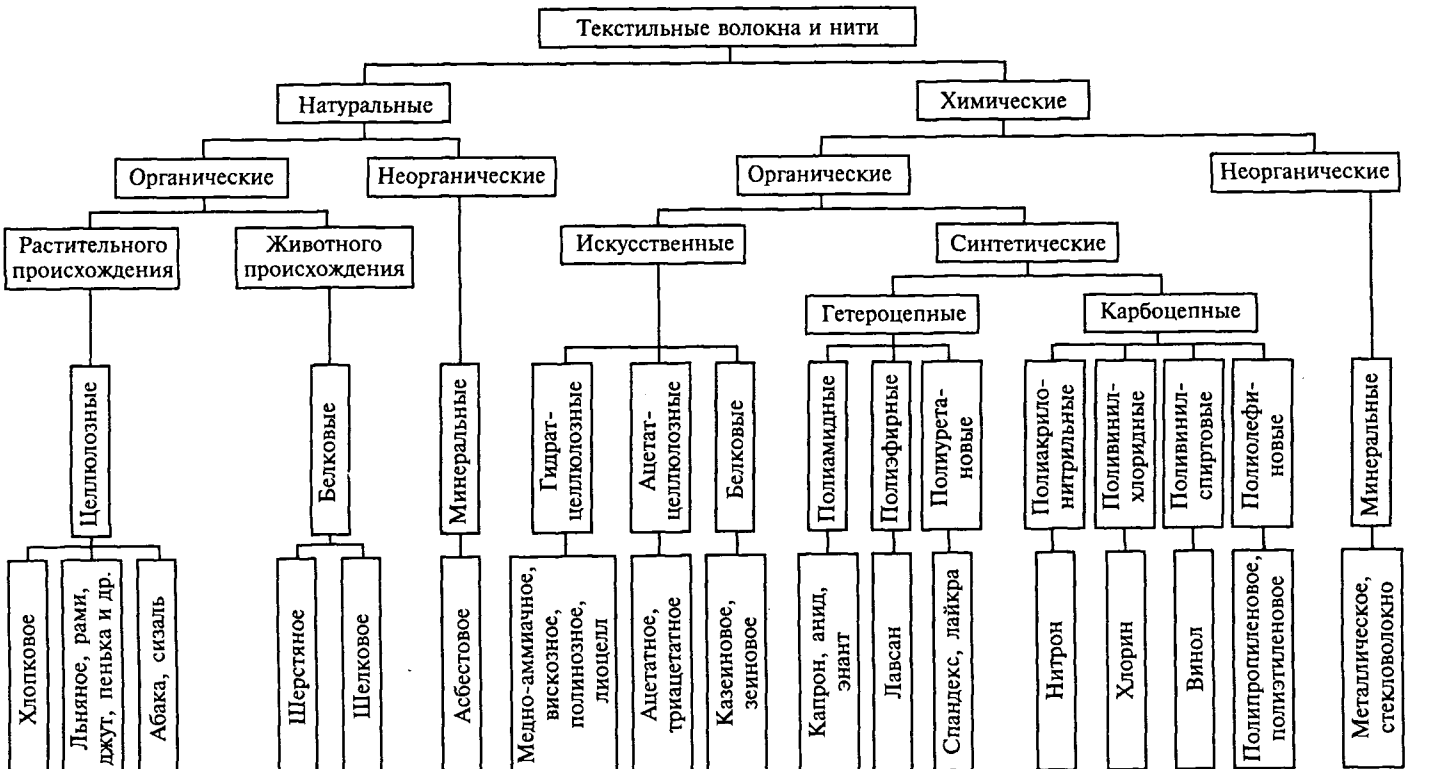


Схема 1.1. Классификация текстильных волокон и нитей

непосредственного участия человека. Натуральные растительные волокна состоят из целлюлозы; их получают с поверхности семян (хлопок) и плодов (койр), из стеблей (лен, рами, пенька, джут и др.) и листьев (абака, или манильская пенька, сизаль) растений. Натуральные волокна животного происхождения состоят из белков — кератина (шерсть различных животных) или фиброина (шелк тутового или дубового шелкопряда).

К *химическим* относят волокна, создаваемые в заводских условиях путем формования из органических природных или синтетических полимеров или из неорганических веществ. *Искусственные* волокна получают из высокомолекулярных соединений, встречающихся в готовом виде (целлюлоза, белки). *Синтетические* волокна производят из высокомолекулярных соединений, синтезируемых из низкомолекулярных соединений. Они подразделяются на гетероцепные и карбоцепные волокна. Гетероцепные волокна образуются из полимеров, в основной молекулярной цепи которых кроме атомов углерода содержатся атомы других элементов. Карбоцепными называют волокна, которые получают из полимеров, имеющих в основной цепи макромолекул только атомы углерода.

Развитие производства текстильных волокон. С древних времен и до конца XIX в. единственным сырьем для производства текстильных материалов служили натуральные волокна растительного или животного происхождения. Огромные успехи химии на рубеже XIX и XX вв. создали необходимые условия для получения и промышленного производства химических волокон.

Идея создания искусственных волокон, подобных натуральному шелку, была высказана еще в XVII—XVIII вв., однако практическое осуществление этой идеи началось лишь в середине XIX в. Первые искусственные волокна из нитрата целлюлозы (нитрошелк) были получены в 1883 г. Несколько позднее появились другие виды целлюлозных волокон: медноаммиачные, вискозные и ацетатные. В середине 30-х гг. XX в. значительным сдвигом в производстве химических волокон явилось получение первых синтетических волокон (полиамидных), которое ознаменовало начало нового этапа — создание волокон с заданными свойствами. С тех пор мировое производство химических волокон непрерывно и быстро растет. Если в 1913 г. в мире вырабатывалось 11,8 тыс. т химических волокон, или менее 0,2 % всего объема текстильного сырья, то к началу третьего тысячелетия их производство составило примерно 31,3 млн т, а их доля в общем объеме — 54,2 %. По прогнозам на ближайшие годы ожидается повышение доли химических волокон и нитей до 62 %. Среднегодовой прирост производства текстильных волокон за последние 20 лет составил 2,5 %, прежде всего за счет выпуска химических волокон. Это связано с тем, что, во-первых, сырье для производства химических волокон доступно и дешево и име-

ется в достаточном количестве: это продукты переработки древесины, угля, нефти и природного газа. Во-вторых, химические волокна, задуманные вначале как заменители натуральных волокон, в дальнейшем приобрели ряд специфических свойств, превосходящих свойства натуральных волокон: высокую прочность, упругость, износостойкость, термостойкость, эластичность и т. д. Кроме того, современные технологии позволяют создавать волокна и нити с заранее заданными свойствами, что расширяет области использования текстильных волокон в основном технического назначения.

В классе химических волокон объем производства и темпы развития их групп различны (табл. 1.1). Удельный вес выпуска искусственных и синтетических волокон существенно изменился в сторону увеличения синтетической группы (91,4 %). Преимущество синтетических волокон и нитей по сравнению с искусственными — для их производства используется более дешевое и доступное сырье, и они обладают ценными и разнообразными свойствами. Среди всех видов текстильных волокон лидируют полиэфирные: их выпуск к 2000 г. достиг примерно 18,9 млн т, что составило свыше 60 % объема выпуска химических волокон или почти 32 % всего количества натуральных и химических волокон.

Темпы роста производства полиамидных волокон (некогда самого популярного и исторически первого вида синтетических волокон) значительно ниже по сравнению с полиэфирными волокнами, причем рост идет преимущественно за счет выпуска нитей. В последние годы практически на одном уровне остается производство полиакрилонитрильных волокон. К числу быстро развивающихся относится производство полипропиленовых волокон и нитей в силу малой энергоемкости и стоимости сырья. В основном они используются для технических целей, однако делаются попытки расширить их применение и в производстве бытовых текстильных материалов.

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

В 2000 г. объем мирового производства натуральных волокон составил около 26,5 млн т, 74,2 % которых приходится на долю хлопка, 7,2 % — шерсти и шелка, остальное — на долю лубяных волокон. Однако объем производства природных волокон снижается, что связано с большой трудоемкостью их получения и с вытеснением их с посевных площадей продовольственными сельскохозяйственными культурами, которые дают бóльшую прибыль.

Таблица 1.1

Мировое производство основных видов химических волокон

Волокна	Объем, млн т, и удельный вес, % объема выпуска, по годам					
	1996		1998		2000	
	Объем	Удельный вес	Объем	Удельный вес	Объем	Удельный вес
Полиэфирные:						
нити	6,7	28,4	10,3	34,7	10,8	34,6
волокна	5,6	23,7	7,6	25,6	8,1	26,0
Полиамидные:						
нити	3,2	13,6	3,4	11,4	3,6	11,5
штапельные волокна	0,6	2,5	0,5	1,7	0,5	1,6
Полипропиленовые (нити и штапельные волокна)	2,0	8,5	2,7	9,1	2,8	9,0
Полиакриловые	2,4	10,2	2,4	8,1	2,5	8,0
Целлюлозные	3,0	12,7	2,6	8,8	2,7	8,6
Прочие (эластомерные, арамидные, углеродные и др.)	0,1	0,4	0,2	0,7	0,2	0,6
Всего	23,6		29,7		31,2	

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

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

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

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

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

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

Текстильные волокна широко используются во многих отраслях промышленности. В данной работе рассматриваются основные виды волокон, применяемые в производстве материалов для бытовой одежды.

Основные сведения о строении волокнообразующих полимеров. Текстильные волокна имеют сложное строение, которое складывается из молекулярной, надмолекулярной и морфологической структуры. Большинство текстильных волокон состоит из высокомолекулярных соединений — полимеров. Волокнообразующие полимеры, пригодные для создания текстильных волокон, имеют определенные особенности строения и свойств.

Макромолекулы волокнообразующего полимера представляют собой длинные гибкие образования, состоящие из большого числа повторяющихся звеньев, соединенных между собой химическими связями. Число звеньев, называемое степенью полимеризации, в макромолекулах колеблется в широких пределах — от нескольких сотен до десятков тысяч. Длина макромолекул в сотни и тысячи раз превышает их поперечные размеры. В пределах одного полимера макромолекулы имеют довольно широкий диапазон колебаний по длине.

Макромолекулы волокнообразующих полимеров различаются не только по химическому составу, но и по строению (рис. 1.1). Структура макромолекул отличается по виду звеньев и порядку их расположения. В линейных или цепных полимерах звенья одного вида расположены по длине макромолекулы. В линейных сополимерах имеет место регулярное, нерегулярное, блочное чередования звеньев двух или более видов. Некоторые виды полимеров имеют макромолекулы с боковыми ответвлениями различной длины и сложности. Если между соседними макромолекулами возникают химические связи, образуется трехмерная сетчатая структура.

Отдельные группы и звенья макромолекул могут поворачиваться относительно друг друга. Степень подвижности звеньев макромолекул определяется их химическим составом, структурой, нали-

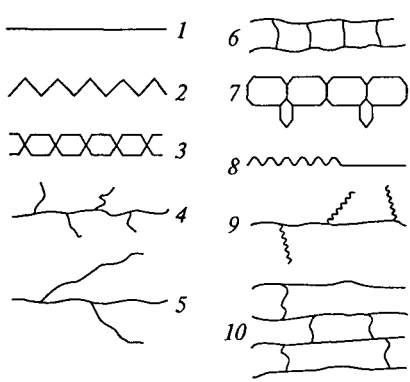


Рис. 1.1. Схемы структур макромолекул (по данным Л. М. Пыркова): *1—3* — линейная с прямой цепью (*1*), с зигзагообразной цепью (*2*), циклоцепная (*3*); *4, 5* — разветвленная с короткими (*4*) и длинными (*5*) ответвлениями; *6* — лестничная; *7* — плоская; *8* — блочная линейная (блок-сополимер); *9* — разветвленная с привитыми блоками; *10* — сетчатая (трехмерное «сшивание»)

чием функциональных групп и т.д. Подвижность придает макромолекулам гибкость, способность принимать различную форму расположения в пространстве. В зависимости от внешних воздействий, например тепловых, силовых, форма расположения макромолекул может меняться. Гибкостью макромолекул во многом определяется весь комплекс свойств полимера.

Макромолекулы в полимере не существуют изолированно, они находятся во взаимодействии с соседними макромолекулами. Характерная особенность высокомолекулярных соединений — резкое различие в характере связей вдоль цепи макромолекулы и межмолекулярных связей. Энергия межмолекулярных связей (водородных, солевых, химических, сил Ван-дер-Ваальса) значительно слабее энергии внутримолекулярных химических связей. В определенных условиях при воздействии влаги, тепла, усилий межмолекулярные связи могут ослабевать, даже разрушаться и восстанавливаться вновь. Их вид, количество, суммарная энергия зависят от химического состава, длины и взаимного расположения макромолекул. Межмолекулярное взаимодействие тем больше, чем длиннее и распрямленнее макромолекулы.

Волокнообразующие полимеры по своей надмолекулярной структуре относятся к фибриллярным соединениям. Согласно современным представлениям развернутые макромолекулы благодаря действию межмолекулярных сил объединяются в линейные пачки, в которых они располагаются последовательно-параллельно относительно друг друга. Отдельные пачки и пучки макромолекул образуют микрофибриллы, на основе которых формируются более крупные агрегаты надмолекулярной структуры — фибриллы. Для микрофибрилл характерны небольшие поперечные размеры, равные нескольким межмолекулярным расстояниям, и длина, превышающая длину макромолекул. Микрофибриллы по своему строению неоднородны и имеют кристаллические и аморфные участки, чередующиеся вдоль оси микрофибриллы. Переход от кристаллической области к аморфной происходит постепенно через ряд промежуточных форм упорядоченности. Соотношение кристаллических и аморфных областей в полимере характеризуется степенью кристалличности. Характер чередования, размеры и степень упорядоченности областей в микрофибриллах зависят от вида полимера и условий его получения. Длинные цепные макромолекулы могут проходить через ряд кристаллических и аморфных областей и даже переходить из одной микрофибриллы в другую, соседнюю, прочно соединяя их в структуре фибриллы. Известно несколько вариантов надмолекулярной структуры микрофибрилл, характерных для полимеров различной химической природы (рис. 1.2).

Морфологическая структура, или микроструктура, текстильных волокон представляет собой более низкий уровень и включает в себя внешнюю и внутреннюю структуру. К внешней структуре от-

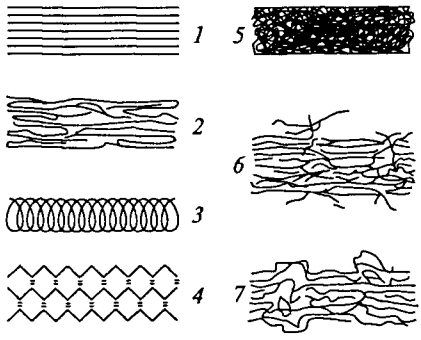


Рис. 1.2. Схемы структур микрофибрилл (по данным Л. М. Пыркова):

1 — модель Громова — Слуцкера идеально кристаллической структуры; *2* — модель Хоземана — Бонара для кристаллизующихся полимеров с гибкими цепями; *3* — модель для фибриллярных белков (макромолекулы в α-форме); *4* — то же (макромолекулы в β-форме); *5* — модель для аморфно-ориентированного волокна; *6* — модель бахромчатой фибриллы Хирла для жесткоцепных полимеров; *7* — модель Гесса

носятся толщина, длина, форма поперечного сечения, извитость, характер поверхности; к внутренней структуре — слоистость, пористость, наличие каналов или сердцевины, комбинация различных полимеров. Наиболее сложной морфологической структурой обладают природные волокна, например шерсть. В последние годы среди химических волокон все чаще появляются волокна со сложной морфологической структурой (полые, слоистые, комбинированные).

Структурные элементы не полностью заполняют объем волокна, между ними располагаются микропустоты, поры. Причины возникновения и размеры пор могут быть различными. Поры, возникшие из-за неплотного расположения макромолекул, имеют радиусы порядка 1—2 нм; радиусы пор, появившиеся из-за неплотной упаковки микрофибрилл, колеблются в пределах 3—5 нм, а радиусы пор между крупными элементами структуры — фибриллами — достигают 10—15 нм. Возможны и более крупные образования (пустоты, поры, трещины, каналы), связанные с морфологическими особенностями строения волокон. Пористостью структуры определяется ряд физико-механических свойств волокон, их прочность, способность к поглощению жидкостей, набуханию, окрашиванию и т. д.

Основные характеристики свойств волокон и нитей. Свойство — объективная особенность продукции, которая проявляется при ее создании, эксплуатации или потреблении. Различают качественные и количественные характеристики (признаки) свойств, имеющие размерность. Показатель (параметр) — количественное (численное) выражение характеристики свойств продукции.

Текстильные волокна характеризуются геометрическими, механическими, физическими и химическими свойствами.

Характеристики геометрических свойств волокон. Основными геометрическими свойствами волокон являются длина, толщина и формы поперечного сечения и продольной оси, которые имеют соответствующие характеристики. Форму поперечного сечения определяют при описании структуры волокна и ее распознавании.

Длина волокна L, мм, — расстояние между концами распрямленного волокна.

Непосредственное измерение толщины волокон и нитей затруднено, так как формы поперечного сечения весьма разнообразны и сложны. Поэтому толщину волокон характеризуют косвенными величинами.

Линейная плотность T, текс, выражается массой единицы длины волокна и определяется по формуле

$$T = m/L,$$

где m — масса волокна, мг; L — длина волокна, м.

Площадь поперечного сечения S, мм^2, также является характеристикой толщины волокна или нити и рассчитывается по формуле

$$S = 0{,}001\,T/\gamma,$$

где γ — плотность вещества волокна, мг/мм^3.

Если принять поперечное сечение волокна близким к круглой форме, можно определить его *условный диаметр* $d_{усл}$, мм,

$$d_{усл} = 0{,}0357\sqrt{T/\gamma}.$$

Продольная форма волокна характеризуется извитостью — числом витков на 1 см длины, подсчитанной при натяжении, соответствующем массе 10 м волокна.

Характеристики механических свойств. Механические свойства волокон проявляются при приложении внешних сил, среди которых растягивающие и изгибающие силы имеют наибольшее значение. При приложении растягивающего усилия до полного разрушения волокна определяют следующие характеристики.

Разрывное усилие (*нагрузка*) $P_р$, сН (гс), — наибольшее усилие, испытываемое волокном к моменту его разрыва.

Разрывное напряжение $\sigma_р$, МПа, характеризует разрывную нагрузку, приходящуюся на единицу площади поперечного сечения; оно определяется по формуле

$$\sigma_р = 0{,}01P_р/S.$$

Относительное разрывное усилие (*нагрузка*) $P_о$, сН/текс (гс/текс), характеризует разрывную нагрузку, приходящуюся на единицу толщины:

$$P_о = P_р/T.$$

При приложении растягивающей нагрузки волокно деформируется, изменяя свои размеры. Деформация оценивается следующими характеристиками.

Абсолютное разрывное удлинение $l_р$, мм, показывает увеличение длины волокна к моменту разрыва:

$$l_р = L_р - L_о,$$

где $L_р$ — длина образца к моменту разрыва, мм; $L_о$ — начальная длина образца волокна, мм.

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

$$\varepsilon_р = 100 l_р / L_о.$$

При приложении растягивающих усилий меньше разрывных и последующей разгрузке и отдыхе определяют полную деформацию и ее составные части (компоненты).

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

Упругая деформация $\varepsilon_у$, %, — часть полной деформации, которая практически мгновенно (за десятитысячные доли секунды) исчезает при прекращении действия внешней силы. Она является следствием действия небольших изменений средних 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 разгрузки постепенно. Она связана с перегруппировкой и изменением конфигурации макромолекул, что, как известно, протекает во времени с различной скоростью.

Пластическая деформация $\varepsilon_п$, %, — неисчезающая часть полной деформации. Она обусловлена необратимыми смещениями структурных элементов волокон и отдельных макромолекул, а также возможным разрывом макромолекул под действием внешних сил.

Упругая деформация и часть эластической деформации с очень высокой скоростью проявления составляют *быстрообратимую* компоненту полной деформации, пластическая и часть эластической с очень малой скоростью исчезновения — *остаточную* компоненту, остальная часть деформации — *медленнообратимую.*

Эластичность волокна показывает, какую долю в полной деформации составляет ее обратимая часть; чаще всего она выражается в процентах.

Характеристики физических свойств. К основным физическим свойствам волокон относятся гигроскопические, термические свойства, устойчивость к светопогоде и др. Гигроскопические свойства — способность текстильных волокон к поглощению влаги — оцениваются фактической, кондиционной, максимальной влажностью.

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

$$W_{ф} = 100\ (m - m_c)/m_c,$$

где m и m_c — соответственно масса, г, волокна до и после сушки до постоянной массы.

Кондиционная влажность $W_к$, %, — влажность волокна при нормальных атмосферных условиях (температуре воздуха 20 °С и относительной влажности воздуха 65 %).

Максимальная влажность (*гигроскопичность*) W_{100} — это влажность волокна при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, и температуре 20 °С.

Термические свойства волокон характеризуют их поведение при изменении температуры. Они оцениваются по изменению механических свойств волокон.

Теплостойкость — максимальная температура нагрева, при которой наблюдаются обратимые изменения механических свойств волокон; с понижением температуры эти изменения исчезают.

Термостойкость — температура, выше которой происходят необратимые изменения в структуре и свойствах волокон.

Устойчивость к светопогоде характеризует способность волокон сопротивляться разрушающему действию света, кислорода воздуха, влаги и тепла. Обычно она оценивается по изменению показателей основных механических свойств после длительных воздействий всех факторов светопогоды.

Характеристики химических свойств. Химические свойства волокон характеризуются их устойчивостью 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.).

1.1.2. Строение и свойства натуральных волокон

Волокна растительного происхождения. Основным полимером, из которого состоят природные волокна растительного происхождения, является α-целлюлоза, относящаяся к классу полисахаридов. Элементарные звенья целлюлозы — $C_6H_{10}O_5$ — с помощью глюкозидной связи — О — соединяются в линейные циклоцепные макромолекулы (см. рис. 1.1). Число звеньев в макромолекулах природных волокон достаточно велико и достигает у хлопка 5000 — 6000, у льна 20 000 — 30 000. Целлюлоза представляет собой сравнительно жесткоцепной полимер и благодаря действию межмолекулярных сил (водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса) образует довольно высокоориентированную структуру. Степень кристалличности целлюлозы хлопковых волокон составляет 70 %, а элементарных льняных — 80 — 85 %. Макромолекулы целлюлозы группируются в микрофибриллы бахромчатого типа (см. рис. 1.2), из которых, в свою очередь, строятся более крупные структурные образования —

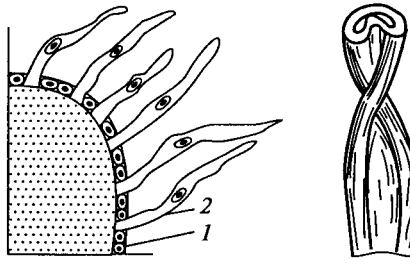
фибриллы. Характерная особенность целлюлозы — наличие в каждом элементарном звене трех гидроксильных групп; эта особенность определяет основные физико-химические свойства целлюлозных волокон.

Из существующих видов целлюлозных волокон наиболее распространенными для производства одежды в нашей стране являются хлопковые и льняные волокна.

Хлопковые волокна покрывают поверхность семян однолетнего растения хлопчатника. Развитие хлопковых волокон начинается после цветения хлопчатника в период образования плодов (коробочек). В это время на поверхности семян отдельные клетки оболочки начинают интенсивно расти в длину, образуя тонкостенные трубочки с протоплазмой, состоящей из простых углеводных соединений (рис. 1.3, *а*). В период созревания, когда коробочки хлопчатника раскрываются, рост волокон в длину прекращается и в результате процесса фотосинтеза из протоплазмы выделяется α-целлюлоза. В течение всего периода созревания хлопчатника фибриллы целлюлозы отлагаются на стенках волокна, образуя суточные концентрические слои. Фибриллы в отдельных слоях располагаются спирально под определенным углом (20—40°) к оси волокна.

Как отмечалось ранее, основным полимером хлопка является α-целлюлоза (96 %); кроме нее волокна имеют в своем составе небольшое количество низкомолекулярных фракций целлюлозы (1,5 %), жиры и воски (около 1 %) и др. Сопутствующие вещества располагаются между пачками макромолекул и фибриллами.

В конце периода созревания протоплазма в канале высыхает, стенки спадают, а волокна приобретают вид скрученных сплющенных ленточек, имеющих определенной толщины стенки и канал (рис. 1.3, *б*). Наружный слой (или первичная стенка) волокна на 50 % состоит из α-целлюлозы и покрыт жировосковыми веществами. Этот слой играет защитную роль. Вторичная стенка волокна состоит из суточных слоев фибрилл. Природная извитость хлопка связана со спиральным расположением фибрилл в слоях.



а *б*

Рис. 1.3. Хлопковое волокно:

а — волокна на поверхности семян: *1* — оболочка семени; *2* — клетка волокна; *б* — вид волокна в конце созревания

Толщина стенок и степень извитости зависят от зрелости волокна, оказывающей влияние на его качество. Незрелые тонкостенные волокна имеют вид плоских или свернутых ленточек, обладают малой прочно-

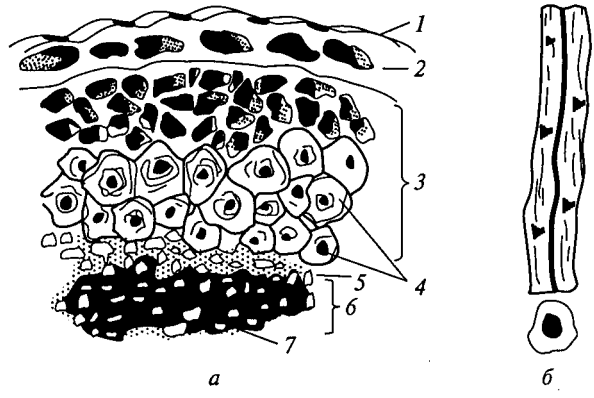


Рис. 1.4. Льняное волокно:

а — поперечный срез стебля льна: *1* — кутикула; *2* — кожица; *3* — кора; *4* — элементарные волокна; *5* — камбий; *6* — древесина; *7* — сердцевина; *б* — продольный вид и поперечный срез элементарного волокна льна

стью, низкой эластичностью, плохо окрашиваются. Перезрелые волокна имеют толстые стенки, повышенную прочность, прямую (неизвитую) форму и сравнительно большую жесткость. Ни те, ни другие волокна к текстильной переработке непригодны. По степени зрелости, которая оценивается исходя из соотношения наружного и внутреннего диаметров волокна, хлопковые волокна подразделяются на 11 групп: от 0 (незрелое волокно) до 5 (предельно зрелое волокно) с интервалом 0,5. Наиболее пригодны для изготовления текстильных материалов волокна со степенью зрелости 2,5—3,5.

В зависимости от длины волокон различают коротковолокнистый хлопок длиной до 27 мм, средневолокнистый длиной 27—35 мм и длинноволокнистый хлопок длиной 35—50 мм. В группе коротковолокнистого хлопка выделяют подпушек (волокна длиной до 20 мм), который используется для получения холстов нетканых полотен и в качестве сырья для производства искусственных волокон.

Для получения *льняного волокна* выращивают специальный вид льна — лен-долгунец, представляющий собой однолетнее травянистое растение с прямым неветвистым стеблем высотой 80—90 см и диаметром 1—2 мм (рис. 1.4, *а*). В лубяном слое коры стебля льна располагаются клетки двух видов: паренхимные и прозенхимные. Тонкостенные равновеликие паренхимные клетки содержат запасы питательных веществ и служат для связывания всех элементов коры. Прозенхимные клетки обладают способностью в процессе роста льна значительно удлиняться, они располагаются вдоль стебля и являются элементарными волокнами льна.

Основным полимером льняного волокна является α-целлюлоза (80 %); низкомолекулярные фракции составляют 8,5 %, лигнин — 5,2 %, жировосковые вещества — 2,7 %, белковые и зольные — 3,2 %. Таким образом, по сравнению с хлопком в волокне льна содержится большое количество сопутствующих веществ. Присутствие лигнина в составе волокон придает им жесткость, хрупкость и ломкость.

Элементарное волокно льна представляет собой растительную клетку веретенообразной формы с узким каналом и заостренными концами (рис. 1.4, *б*). Волокно имеет первичную и вторичную стенки, в которых фибриллы расположены по спирали с углом наклона к оси волокна 8—12°. В слоях вторичной стенки 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, и они зависят от места расположения волокна в стебле: наиболее толстые и короткие располагаются у основания стебля, а в направлении верхушки они становятся тоньше и длиннее. Отдельные элементарные волокна соединяются между собой в пучки с помощью срединных пластинок, состоящих из пектиновых веществ и лигнина. Обычно в пучке содержится 15—30 элементарных волокон, а в стебле — 20—25 пучков. Пучки волокон хорошо развиты по всей длине стебля и благодаря боковым ответвлениям соединяются друг с другом, образуя в стебле сетчатый волокнистый каркас.

Первичная обработка собранного льна состоит из нескольких процессов механических, физических и химических воздействий с целью выделить из стебля пучки волокон. Выделенные волокна подвергают гребнечесанию, в результате чего получают пряди длинных очищенных комплексных (технических) волокон чесаного льна и короткие волокна — очесы. Из чесаного льна получают гребенную пряжу, идущую на изготовление высококачественных бытовых тканей. Очесы вместе с короткими волокнами, полученными из отходов трепания, используются либо для получения так называемой оческовой пряжи, либо для получения *котонина* — хлопкоподобного льняного волокна. Суть котонизации заключается в уменьшении длины пучков очеса и разделении их до уровня элементарных волокон. 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 пектиновых веществ ферментами). Если комплексное волокно чесаного льна имеет длину в среднем 170—250 мм и поперечник 150—250 мкм, то котонизированные волокна получают длиной 25—45 мм и тониной 14—100 мкм.

Это позволяет использовать их в смеси с хлопком, вискозой, шерстью и другими волокнами.

При изготовлении изделий технического назначения (грубые ткани, канаты, сети и т. п.) применяются другие виды целлюлозных волокон. Так, в странах Азии для изготовления бытовых тканей используют *волокно рами*, аналогичное по свойствам льняным волокнам. В последнее время в некоторых странах возобновился интерес к получению *волокон из крапивы*. Она растет практически на всех видах почвы в течение 20 лет и содержит 12—14 % волокон. По данным производителей (Германия), ткани из крапивы выглядят, как льняные, блестят, как шелковые, и обладают теплозащитными свойствами, как шерстяные.

Физико-механические и химические свойства природных целлюлозных волокон определяются их химическим составом и надмолекулярной структурой. Поэтому свойства волокон хлопка и льна, одинаковых по химическому составу, имеют много общего. В то же время особенности в надмолекулярной структуре этих волокон вносят различия в показатели характеристик основных свойств (табл. 1.2).

Из целлюлозных волокон наибольшее относительное разрывное усилие и наименьшее разрывное удлинение имеет элементарное льняное волокно. Это связано с тем, что по сравнению с хлопком лен обладает более плотной и ориентированной структурой. Относительное разрывное усилие комплексного волокна льна несколько ниже элементарного, так как в структуре первого имеются менее прочные срединные пластинки, соединяющие элементарные волокна.

Наличием в целлюлозе гидроксильных групп обусловливаются высокие гигроскопические свойства хлопковых и особенно льняных волокон, что придает материалам из них хорошие гигиенические свойства. При увлажнении целлюлозные волокна набухают, увеличивая свои размеры, особенно поперечные; разрывное удлинение их несколько увеличивается, а прочность повышается на 10—20 %.

При нагревании до температуры 150 °С целлюлозные волокна практически не изменяют своих свойств; при температуре выше 150 °С начинается процесс медленного, а затем быстрого разрушения волокон, сопровождающийся разложением целлюлозы и ее обугливанием. Хлопок и лен относятся к горючим волокнам, они легко загораются в пламени и продолжают быстро гореть после вынесения из него с образованием легко рассыпающегося пепла.

При действии светопогоды активизируется процесс окисления целлюлозы кислородом воздуха, что приводит к снижению механических свойств (прочности, удлинения), повышению жесткости и хрупкости волокон.

Таблица 1.2

Показатели характеристик свойств текстильных волокон

Волокно	Степень полимеризации	Плотность, г/м²	Линейная плотность, текс	Удельная разрывная нагрузка для волокна	
				сухого, сН/текс	мокрого, % нагрузки для сухого
Хлопковое	5000—6000	1,52—1,56	0,12—0,2	19—36	110—120
Льняное:					
элементарное	20 000—30 000	1,5	0,17—0,3	54—72	110—120
техническое	—	—	5—8	40—60	—
Шерстяное	600—700	1,3—1,32	0,3—1	10,8—13,5	65—75
Шелковое	300	1,37	0,11—0,13	27—31,5	80—90
Вискозное	300—350	1,5—1,56	0,33—0,5	14,5—25	40—50
Полинозное	500—550	1,5—1,56	0,13—0,17	35—40	75—85
Ацетатное	300—400	1,32	0,2—0,5	10,8—13,5	55—60
Триацетатное	300—400	1,28—1,3	0,33—0,67	11—12	80—85
Казеиновое	—	—	0,3—0,6	—	—
Полиамидное (капрон, анид)	100—200	1,14	0,17—0,4	35—70	90—95
Полиэфирное (лавсан)	100—150	1,38—1,39	0,13—0,44	40—55	100
Поливинилхлоридное:					
хлорин	800—1000	1,6	0,17—0,3	18—25	100
винитрон	—	1,6—1,75	0,17—0,3	16,2—22,5	100
Полиакрилонитрильное (нитрон)	1000—2000	1,16—1,18	0,12—0,3	32—39	100
Поливинилспиртовое (винол)	1000—2000	1,31—1,32	0,12—0,3	30—40	75—85
Полиэтиленовое	—	0,94—0,96	0,12—0,3	60—70	100
Полипропиленовое	1900—5900	0,91—0,92	0,12—0,3	25—45	100
Полиуретановое (спандекс, лайкра)	—	1,1—1,25	—	6—8	—

Окончание табл. 1.2

Волокно	Удлинение волокна		Кондиционная влажность, %	Устойчивость к истиранию, циклы	Устойчивость к изгибу, циклы	Термостойкость, °С	
	сухого	мокрого				Температура эксплуатации	Температура разрушения
Хлопковое	7—9	8—10	6	900	50 000	140—150	170—180
Льняное:							
элементарное	2—2,5	2,5—3	11—12	—	—	140—150	170—180
техническое	3	4	11—12	—	—	140—150	170—180
Шерстяное	25—35	30—50	15—17	800	300 000	140—160	170—180
Шелковое	18—24	20—28	10—11	—	—	140—160	170—180
Вискозное	20—30	25—35	12—18	450	16 000	130—150	200—220
Полинозное	11—13	12—15	12—13	—	6000	130—150	200—220
Ацетатное	22—30	28—35	6—8	409	10 000	100—110	180
Триацетатное	25	28	3,2	160	17 000	—	—
Казеиновое	До 50	До 60	10—11	—	—	150—160	200
Полиамидное (капрон, анид)	20—25	22—28	3,5—4	2200	500 000	120—130	200
Полиэфирное (лавсан)	20—25	20—25	0,2—0,4	1360	30 000	150	230—250
Поливинилхлоридное:							
хлорин	20—24	20—24	0—0,3	200	3600	До 70	80—90
винитрон	20—30	20—30	0—0,2	—	300	—	—
Полиакрилонитрильное (нитрон)	18—22	18—22	0,1—0,9	135	36 000	—	—
Поливинилспиртовое (винол)	30—35	35—43	3,5—5	7000	800 000	—	220
Полиэтиленовое	10—12	10—12	0	—	—	—	127—132
Полипропиленовое	15—30	15—30	0	—	100 000	До 80	—
Полиуретановое (спандекс, лайкра)	600—800	—	1,0—1,5	—	—	—	150—200

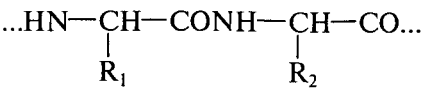
Примечание. Прочерк означает, что сведений нет.

Целлюлозные волокна под действием кислот, особенно минеральных, разрушаются, так как происходят разрушение глюкозидных связей и разрыв макромолекул. Более устойчива целлюлоза к действию щелочей. При обработке 18—20%-ным раствором щелочи целлюлозные волокна набухают, распрямляются, сопутствующие низкомолекулярные соединения частично разрушаются, в результате чего повышается прочность волокон, увеличивается их блеск, улучшается способность к окрашиванию и т.п. Подобная обработка используется при мерсеризации хлопчатобумажных тканей.

Присутствие в составе целлюлозы реакционно-способных групп —ОН позволяет ей вступать в соединения с различными веществами, что дает возможность проводить химическую модификацию волокон в процессе специальных отделок текстильных материалов.

Волокна и нити животного происхождения. Природные волокна животного происхождения (шерстяное и шелковое) состоят из белков — природных высокомолекулярных соединений, к которым относятся кератин (в шерсти), фиброин и серицин (в шелке).

Макромолекулы природных белков состоят из различных аминокислотных остатков (их около 20), соединенных в длинные полипептидные цепи с помощью ковалентных пептидных связей:



Белки различаются типами аминокислотных остатков, их числом и характером расположения в макромолекулах. В кератине шерсти в большом количестве содержатся остатки аспарагиновой, глутаминовой кислот, цистин, серин, лейцин и др. В состав фиброина и серицина шелка в большом количестве входят глицин, серин и тирозин. Число звеньев в макромолекулах кератина 600—700, в макромолекулах фиброина и серицина — около 300. В настоящее время достоверно неизвестно, в какой последовательности располагаются отдельные виды остатков аминокислот в макромолекулах белков, однако предполагают, что цепи образуются путем многократного повторения различных группировок аминокислот. Радикалы аминокислот в белковых цепях образуют боковые ответвления, размеры которых определяются их химическим составом. Поэтому макромолекулы белков относятся к разветвленному типу (см. рис. 1.1).

Макромолекулы белков натуральных волокон имеют сложную форму α-спирали, которая закреплена с помощью внутримолекулярных водородных связей между спиралями (см. рис. 1.2). При внешних воздействиях α-спирали макромолекул могут распрямляться на отдельных участках и переходить в β-спирали.

Взаимодействие между макромолекулами белков осуществляется с помощью межмолекулярных ван-дер-ваальсовых сил, водородных и солевых (ионных) связей. Отличительная особенность кератина шерсти — наличие между макромолекулами ковалентной дисульфидной связи —S—S—, возникновение которой обусловлено присутствием в составе кератина цистина.

Основными видами белковых волокон являются шерстяные и шелковые.

Шерстяное волокно изготавливают из шерсти различных животных, т.е. волосяного покрова животных: овец, коз, верблюдов и др. Наиболее широкое применение в производстве текстильных материалов имеет шерсть овец.

В состав шерсти помимо кератина (90 %) входит некоторое количество минеральных и жировосковых веществ, пигмента и межклеточного вещества (видоизменение кератина).

Надмолекулярная структура кератина сложная и неоднородная. Согласно современным представлениям три α-спирали полипептидной цепи образуют протофибриллу, имеющую диаметр около 1 нм и напоминающую по форме трехжильный трос. Одиннадцать протофибрилл образуют микрофибриллу. Микрофибриллы объединяются в фибриллы, имеющие в своей структуре кристаллические и аморфные участки. Аморфные участки, называемые матрицей, состоят из менее упорядоченно расположенных протофибрилл и пронизаны более организованными кристаллическими образованиями. Матрица, по некоторым данным, составляет более половины вещества волокна.

Волокно шерсти имеет довольно сложное многоклеточное строение. Оно состоит из трех слоев: чешуйчатого, коркового и сердцевинного (рис. 1.5). Чешуйчатый слой, или кутикула, представляет собой наружный слой волокна, играющий защитную роль. Он состоит из чешуек, плотно прилегающих друг к другу и прикрепленных одним концом к стержню волокна. Толщина чешуйки равна примерно 1 мкм. Каждая чешуйка покрыта тонким слоем, состоящим из хитина, воска и других веществ и обладающим большой устойчивостью к кислотам, хлору и другим реактивам.

Корковый слой, или кортекс, является основным слоем волокна, он состоит из веретенообразных клеток длиной 80—90 мкм с поперечником 4—5 мкм. Веретенообразные клетки образованы из фибрилл кератина и соединены между собой межклеточным веществом, обладающим меньшей устойчивостью к химическим воздействиям, чем кератин. Поэтому разрушение волокна всегда начинается с распада на веретенообразные клетки. Корковый слой шерстяного волокна обладает двудольным строением. Одна часть коркового слоя (паракортекс) состоит из клеток, содержащих большое количество цистина и обладающего значительной жесткостью и устойчивостью к действию щелочей. Другая часть коркового

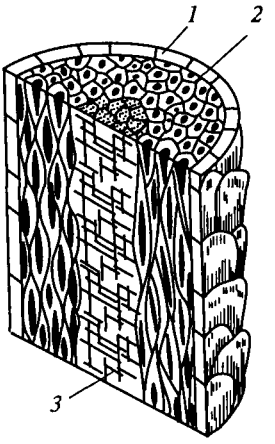


Рис. 1.5. Строение шерстяного волокна:

1 — чешуйчатый слой, или кутикула; *2* — корковый слой, или кортекс; *3* — сердцевина

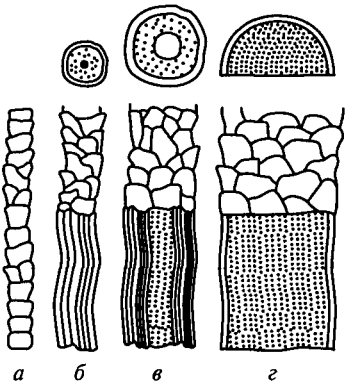


Рис. 1.6. Продольный вид и поперечный срез волокон шерсти:

а — пуха; *б* — переходного волоса; *в* — ости; *г* — мертвого волоса

слоя (ортокортекс) характеризуется меньшей жесткостью и повышенной набухаемостью в щелочах. Такое неоднородное строение основного слоя волокна обусловливает его природную извитость.

В середине волокна имеется сердцевина, высохшие пластинчатые клетки которой расположены перпендикулярно клеткам коркового слоя и заполнены воздухом. Наличие сердцевинного слоя повышает толщину и жесткость волокна.

По характеру строения шерстяные волокна подразделяются на четыре типа: пух, переходный волос, ость, мертвый волос (рис. 1.6).

Пух — тонкое, короткое, сильно извитое волокно, состоящее из чешуйчатого и коркового слоев (в основном из ортокортекса), имеет кольцевидные чешуйки. Диаметр пуховых волокон равен 14—25 мкм. Переходный волос — более толстое (диаметр 25—35 мкм), грубое волокно, имеющее все три слоя, однако сердцевинный слой развит слабо и встречается периодически. Ость — еще более толстое, жесткое волокно со значительным сердцевинным слоем, имеет поперечник 35—50 мкм, чешуйки черепицеобразные.

Мертвый волос — толстое, грубое, малопрочное волокно, весь поперечник которого практически занят сердцевиной, диаметр волокна более 50 мкм.

Овечью шерсть подразделяют на однородную и неоднородную. Однородная шерсть содержит преимущественно волокна одного типа. В зависимости от толщины волокон она бывает: тонкая, состоящая из тонких (с поперечником 14—25 мкм), извитых, равномерных по толщине и длине пуховых волокон; полутонкая, вклю-

чающая более толстые пуховые и переходные волокна со средним поперечником 25—31 мкм; полугрубая, имеющая в своем составе пуховые и переходные волокна с поперечником 31—40 мкм.

Неоднородная шерсть состоит из пуховых, переходных, остевых и мертвых волокон и подразделяется на полугрубую, имеющую пуховые, переходные волокна и некоторое количество остевых волос, и грубую, являющуюся смесью волокон всех типов.

Тонкую и полутонкую шерсть используют в производстве тонких платьевых и костюмных тканей, высококачественного трикотажа, неоднородную грубую шерсть применяют при изготовлении грубосуконных тканей, войлока, валенок и т.п.

Для получения текстильных материалов используют шерсть других видов животных, чаще всего в смеси с овечьей шерстью. *Верблюжья шерсть* — пуховые волокна длиной 60—70 мм и средней тониной 20,6 мкм. *Альпака* — шерсть ламы из семейства верблюдовых — тонкое, прочное, мягкое и блестящее волокно. *Кашемир* — шерсть кашмирских коз, получаемая вычесыванием, — очень тонкое и длинное (до 450 мм) волокно. *Мохер* (могер, тифтик) — шерсть ангорской козы — представляет собой тонкое, длинное (150—200 мм), мало извитое и блестящее волокно. *Ангора* — пух ангорского кролика — мягкое, тонкое, водостойкое и молеустойчивое волокно.

Шелковое волокно — продукт выделения особых шелкоотделительных желез некоторых насекомых. Промышленное значение имеет шелк, получаемый от гусениц тутового шелкопряда.

Тутовых шелкопрядов разводят в специализированных шелководческих хозяйствах. Шелкопряд в своем развитии проходит четыре стадии: яичко (грена), гусеница, куколка и бабочка. В период выкармливания гусениц листьями тутового дерева в их теле совершается белковый обмен. Под действием ферментов пищеварительного сока белки, содержащиеся в листьях тутового дерева, распадаются на отдельные аминокислоты, которые усваиваются клетками организма гусеницы. Помимо этого в организме происходят синтез аминокислот и перестройка их молекул, т.е. превращение одних аминокислот в другие. В результате к моменту окукливания в теле гусеницы накапливается жидкое вещество с полным набором различных аминокислот, необходимых для создания основного высокомолекулярного соединения натурального шелка — фиброина и шелкового клея — серицина.

В момент образования кокона гусеница выделяет через шелкоотделительные протоки две тонкие шелковины, которые при выходе на воздух застывают. Одновременно выделяется серицин, который склеивает шелковины вместе. Во время нитеобразования макромолекулы фиброина агрегируются и образуют надмолекулярную структуру волокна; 20—30 макромолекул объединяются в микрофибриллы, которые, в свою очередь, образуют фибриллы.

Рис. 1.7. Коконная нить тутового шелкопряда:
а — продольный вид; *б* — поперечный срез

В отличие от кератина шерсти макромолекулы фиброина имеют сравнительно небольшую ветвистость: количество боковых цепей от общей массы волокна составляет не более 19 %. В связи с этим надмолекулярная структура фиброина имеет высокую степень упорядоченности и кристалличности по сравнению с кератином шерсти.

В аморфных областях микрофибрилл, между микрофибриллами и фибриллами, имеются неплотности, пустоты, микротрещины, составляющие 10—15 % общего объема волокна. Фибриллы, образующие волокно шелка, располагаются ориентированно вдоль его оси.

Серицин по своему аминокислотному составу аналогичен фиброину, различие между ними заключается, очевидно, в способе упаковки макромолекул. Кристалличность серицина меньше, чем фиброина. Коконная нить шелка длиной 500—1500 м представляет собой две элементарные шелковины, склеенные вместе серицином (рис. 1.7). Поперечное сечение элементарной нити напоминает форму треугольника с закругленными углами или овала и имеет поперечник 10—12 мкм.

Гусеница по мере выделения нити укладывает ее слоями, образуя плотную замкнутую оболочку, склеенную серицином, — кокон. Внутри кокона гусеница окукливается, а через 15—17 дней куколка превращается в бабочку. Поэтому коконы собирают не позже чем через 8—9 дней с начала завивки и передают на первичную обработку.

Цель первичной обработки шелка — размотать коконную нить. Разматывание осуществляется на специальных кокономотальных автоматах, где несколько нитей с 4—9 коконов, сложенных вместе, наматывается на мотовило. Получаемая нить называется шелком-сырцом. Обычно в шелке-сырце содержится 26—33 % серицина, однако при последующих обработках содержание его в готовой ткани снижается до 4—5 %.

Физико-механические и химические свойства белковых волокон (см. табл. 1.2) в значительной степени определяются химическим составом остатков аминокислот, из которых образуются кератин шерсти и фиброин шелка.

Шерстяное волокно обладает сравнительно небольшой прочностью и значительным удлинением, которое связано со спиралеобразной формой макромолекул. Гибкой структурой макромолекул и прочными дисульфидными связями между ними объясняется

наличие в общем удлинении волокон значительной доли упругой и эластической компонент. Прочность шелка несколько выше, чем прочность шерсти, что связано с меньшей разветвленностью и большей упаковкой макромолекул в его структуре. Белковые волокна обладают способностью лучше впитывать влагу, чем целлюлозные; при этом снижается их прочность и значительно повышается растяжимость, особенно шерстяного волокна. Такие волокна выдерживают нагрев без ухудшения свойств до температуры 110 (шелк) и 130 °С (шерсть). Интенсивное ухудшение свойств и разрушение волокон наступают при температуре выше 170 °С.

При действии светопогоды в кератине шерсти и фиброине шелка протекают процессы фотохимической деструкции, что вызывает ухудшение механических свойств волокон. Особенно чувствителен к действию светопогоды шелк. Например, после 200-часовой экспозиции в летнее время волокно шелка теряет 50 % первоначальной прочности, т.е. значительно больше, чем все другие волокна. Шелк становится хрупким, менее эластичным и более гигроскопичным.

В отличие от целлюлозных белковые волокна неустойчивы к действию даже слабых растворов щелочи, но выдерживают действие слабых растворов минеральных кислот и более сильных — органических — без заметных изменений свойств.

1.1.3. Получение, строение и свойства химических волокон и нитей

Основные этапы получения химических волокон и нитей. Прототипом процесса получения химических нитей послужил процесс образования шелкопрядом нити при завивке кокона. Существовавшая в 80-х гг. XIX в. не совсем верная гипотеза о том, что шелкопряд выдавливает волокнообразующую жидкость через шелкоотделительные железы и таким образом прядет нить, легла в основу технологических процессов формования химических нитей. Современные способы формования нитей также заключаются в продавливании исходных растворов или расплавов полимеров через тончайшие отверстия фильер.

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. Сырье для искусственных волокон и нитей, состоящее из природных полимеров, обычно получают на предприятиях химической или пищевой промышленности путем выделения из веществ, образующихся в природе: древесины, семян, молока и т.п. Предварительная обработка сырья состоит в его очистке или химическом превращении в новые полимерные соединения.

Сырье для синтетических волокон и нитей получают путем синтеза полимеров из простых веществ на предприятиях химической промышленности. Предварительно это сырье не обрабатывают.

Приготовление прядильного раствора или расплава. При изготовлении химических волокон и нитей необходимо из твердого исходного полимера получить длинные тонкие текстильные нити с продольной ориентацией макромолекул, т.е. нужно переориентировать макромолекулы полимера. Для этого следует перевести полимер в жидкое (раствор) или размягченное (расплав) состояние, при котором нарушается межмолекулярное взаимодействие, увеличивается расстояние между макромолекулами и появляется возможность их свободного перемещения относительно друг друга. Растворы используются при получении искусственных и некоторых видов синтетических нитей (полиакрилонитрильных, поливинилспиртовых, поливинилхлоридных). Из расплавов образуются гетероцепные (полиамидные, полиэфирные) и некоторые карбоцепные (полиолефиновые) волокна и нити.

Прядильный раствор или расплав приготовляют в несколько стадий. Смешивание полимеров из различных партий выполняют для повышения однородности растворов или расплавов, чтобы получить нити, равномерные по свойствам на всем их протяжении; полимеры смешивают либо в виде раствора, либо в сухом виде до растворения или расплавления. Фильтрация необходима для удаления из раствора или расплава механических примесей, нерастворившихся частиц полимера, чтобы предотвратить засорение фильер и улучшить свойства нитей; она проводится путем многократного прохождения раствора или расплава через фильтры (плотная ткань, слой кварца, керамики). Обезвоздушивание заключается в удалении из раствора пузырьков воздуха, которые, попадая в отверстия фильер, обрывают струйки раствора и препятствуют образованию волокон; осуществляется оно путем выдерживания раствора в течение нескольких часов в вакууме. Расплав обезвоздушиванию не подвергают, так как в расплавленной массе полимера воздуха практически нет.

Формование нитей. Оно состоит в дозированном продавливании прядильного раствора или расплава через отверстия фильер, затвердевании вытекающих струек и наматывании полученных нитей на приемные устройства. Струйки формуются в элементарные нити из расплава или раствора.

При формовании из расплава (рис. 1.8) струйки нитей, вытекающие из фильеры, охлаждаются в обдувочной шахте струей воздуха или инертного газа. При формовании из раствора сухим способом (рис. 1.9) струйки полимера обрабатываются струей горячего воздуха, в результате чего растворитель испаряется, а полимер затвердевает. В случае формования из раствора мокрым способом (рис. 1.10) струйка нитей из фильеры поступают в раствор осади-

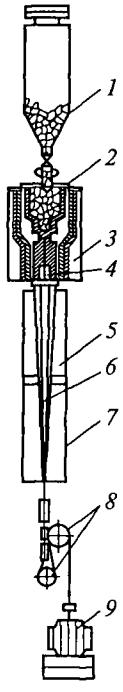


Рис. 1.8. Формование нитей из расплава:

1 — бункер с измельченным полимером; *2* — плавильная камера; *3* — прядильная головка; *4* — фильера; *5* — обдувочная шахта; *6* — нити; *7* — прядильная шахта; *8* — прядильные диски; *9* — приемная бобина

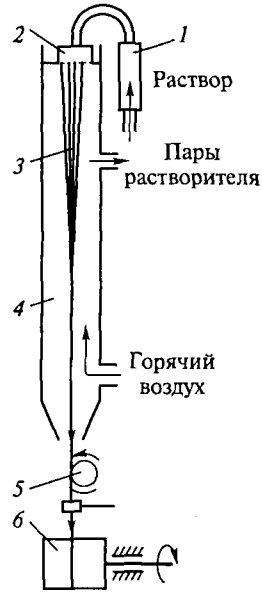


Рис. 1.9. Формование нитей из раствора сухим способом:

1 — фильтр; *2* — фильера; *3* — нити; *4* — обдувочная шахта; *5* — замасливающий ролик; *6* — приемная бобина

тельной ванны, где происходят физико-химические процессы выделения полимера из раствора и иногда химические изменения состава исходного полимера. В последнем случае используются одна или две ванны для формования нити.

Процесс формования — один из важнейших этапов производства текстильных нитей, так как на этом этапе образуются структурные элементы (пачки, фибриллы) макромолекул, создается первичная структура нити. В растворе или расплаве макромолекулы имеют сильно изогнутую форму. Так как при формовании степень вытягивания нити невелика, то образовавшиеся структурные элементы расположены в нити с малой степенью распрямленности и ориентации макромолекул вдоль ее оси. Поэтому возникает необходимость в последующей перестройке первичной структуры нити.

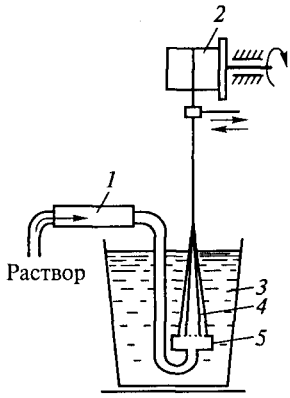


Рис. 1.10. Формование нитей из раствора мокрым способом:

1 — фильтр; *2* — приемная бобина; *3* — осадительная ванна; *4* — нити; *5* — фильера

При формовании получают либо комплексные нити, состоящие из нескольких длинных элементарных нитей, либо штапельные волокна — отрезки нитей определенной длины. Для получения комплексных нитей используют фильеры с небольшим числом отверстий: 12—100. Готовый пучок элементарных нитей сматывается в бобину. При получении химических волокон применяют фильеры с большим числом отверстий: 1200—5000, иногда 12 000—15 000. Последние используются только при мокром способе формования. Собранные вместе с нескольких фильер элементарные нити образуют жгут. В последующем жгуты разрезаются на специальных машинах на отдельные отрезки — волокна размером 50—150 мм в зависимости от назначения.

Отделка. Химические волокна и нити непосредственно после формования не могут быть использованы для производства текстильных материалов. Они требуют дополнительной отделки, которая включает в себя ряд операций.

Удаление примесей и загрязнений необходимо при получении вискозных, белковых и некоторых видов синтетических нитей, формуемых мокрым способом. Эта операция осуществляется путем промывки нитей в воде или различных растворах. Беление нитей или волокон, которые впоследствии окрашиваются в светлые и яркие цвета, проводится путем их обработки оптическими отбеливателями.

Вытягивание и термообработка синтетических нитей необходимы для перестройки их первичной структуры. При вытягивании ослабляются межмолекулярные связи, происходят распрямление и переориентация макромолекул и их агрегатов в осевом направлении нити и образуется более упорядоченная структура. В результате нити становятся более прочными, но менее растяжимыми. Поэтому после вытягивания проводят термообработку для релаксации внутренних напряжений и частичной усадки нитей из-за некоторого ослабления межмолекулярных связей и приобретения макромолекулами изогнутой формы при сохранении их ориентации.

Поверхностная обработка (авиаж, аппретирование, замасливание) необходима для придания нитям способности к последующим текстильным переработкам. При такой обработке повышаются скольжение и мягкость, уменьшаются поверхностное склеива-

ние элементарных нитей и их обрывность, снижается электризуемость и т. п.

Сушка нитей после мокрого формования и обработки различными жидкостями выполняется в специальных сушилках.

Текстильная переработка. Этот процесс предусмотрен для соединения нитей и повышения их прочности (скручивание и фиксация крутки), увеличения объема паковок нитей (перематывание), оценки качества полученных нитей (сортировка).

Модификация текстильных волокон. Одним из основных направлений расширения и улучшения ассортимента химических волокон является модификация существующих для придания им новых заранее заданных свойств. Это достигается за счет введения изменений в технологический процесс получения химических волокон на всех его стадиях. Все разнообразие методов модификации представляет собой два вида модификации — химическую и физическую (структурную).

Химическая модификация. Заключается в частичном направленном изменении химического состава основного волокнообразующего полимера. Благодаря ей получают волокна с новыми свойствами. При химической модификации используются следующие методы.

Синтез волокнообразующих сополимеров проводится на стадии приготовления прядильного раствора и формования нити. В результате синтеза нарушается регулярность строения макромолекул полимера, в их структуру вводится блок-сополимер с новыми реакционноспособными группами.

Синтез привитых сополимеров состоит в прививке к реакционноспособным группам основного полимера боковых звеньев сополимера, обладающего иными свойствами. В результате таких модификаций волокна приобретают свойства, характерные как для основного полимера, так и для дополнительного полимера, например улучшение окрашивания, повышение эластичности, упругости, гигроскопичности, износостойкости, огнестойкости, бактерицидности и т. д.

«*Сшивание*» — образование между макромолекулами или элементами надмолекулярной структуры поперечных химических связей в результате обработки волокон или нитей бифункциональными или полифункциональными соединениями. Этот метод используется при модификации готового волокна или даже готовых текстильных материалов (специальные виды отделки). «Сшивание» позволяет повысить термостойкость, упругость, устойчивость к многократным деформациям, уменьшить набухание и растворимость волокон.

Химическое превращение полимера основано на обработке готового волокна реагентами, способными изменить, заместить реакционноспособные группы основного полимера, что приводит к появлению новых свойств (гидрофобности, термостойкости и т. д.).

Физическая (структурная) модификация волокон. Заключается в направленном изменении надмолекулярного и морфологического строения волокон. Наибольшее распространение получили следующие методы физической модификации.

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

Введение добавок в виде небольшого количества низкомолекулярных реагентов, обладающих специфическими свойствами, в раствор или расплав полимера. Не вступая в химическое взаимодействие с полимером, они располагаются между его макромолекулами. С помощью добавок можно повысить устойчивость к термической, термоокислительной, фотохимической деструкции; увеличить усталостную прочность (введение наполнителей); придать матовость (добавление двуоксида титана); повысить степень белизны (добавление оптического отбеливателя), придать бактерицидные, огнестойкие и другие свойства. Введением в расплав пигмента на основе оксидов алюминия получают люминесцентные волокна, способные не только отражать свет, но и накапливать его и затем светиться после удаления источника света. Получены волокна, способные активно поглощать тепловую энергию за счет плавления введенных в них микрокапсулированных плавких веществ (например, парафина) и отдавать тепло при их затвердевании. Это позволяет регулировать теплообмен и получать материалы повышенной комфортности.

Метод *формования нитей из смеси полимеров* отличается от предыдущего метода тем, что вводимые добавки являются волокнообразующими полимерами, растворимыми в тех же растворителях, что и основной полимер. В результате оба полимера формируют надмолекулярную структуру элементарной нити, которая приобретает ценные свойства каждого из компонентов.

Профилирование волокон достигается применением при их формовании фильер, имеющих отверстия различной формы: треугольника, многолучевой звездочки, трилистника, двойного ромба, щелевидные разной конфигурации и т.д. Этим способом модификации поверхности волокон придается шероховатость, повышенная цепкость. Благодаря этому текстильные нити и материалы из таких волокон приобретают повышенную объемность и пористость.

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

В США и Японии разработаны методы получения *многослойных волокон* (до 100 пленочных слоев). Такие волокна способны изме-

нять блеск и цветовые оттенки и насыщенность при смене освещения или угла зрения и даже обладают голографическим эффектом.

Би- и многокомпонентные волокна получают пропусканием через фильеры специальной конструкции растворов или расплавов двух или более полимеров, которые соединяются между собой по поверхности раздела. В зависимости от расположения полимеров различают два типа структуры волокон: сегментную структуру («бок о бок»), при которой полимеры расположены в сечении волокна рядом друг с другом в виде сегментов, и матрично-фибриллярную структуру, в которой полимеры расположены либо концентрически (ядро — оболочка), либо в виде более или менее длинных фибрилл одного полимера, размещенных внутри другого полимера (матрицы). Компоненты могут быть из одного вида или разных видов полимеров, различающихся физико-механическими свойствами (усадкой при термообработке, вязкостью, степенью полимеризации, набуханием в различных жидкостях и т. д.). Такие волокна обладают свойствами, присущими составляющим компонентам. Бикомпонентные волокна сегментного типа из разноусадочных полимеров после термообработки приобретают устойчивую извитость, достигающую 100 %. Комбинированные волокна можно получить путем осаждения на готовом волокне (подложке) различных полимеров из растворов или расплавов, образуя на его поверхности «рубашку» любой толщины. В частности, на поверхности целлюлозных и химических волокон осаждают легкоплавкие слои связующего полимера, используемого для получения нетканых материалов.

В последнее десятилетие одним из основных направлений совершенствования и улучшения качества химических волокон было *создание сверхтонких волокон.* Для этого произвели существенные изменения на всех этапах производства: уменьшили вязкость растворов и расплавов, разработали и создали более качественные фильеры, изменили условия формования, охлаждения и отделки волокон. Традиционная технология позволяет получать волокна линейной плотностью до 0,01 текс, а по современной технологии — до 0,00001 текс. Другим способом получения сверхтонких волокон является формование бикомпонентной нити, состоящей из растворимой матрицы с расположенными в ней по всей длине тонкими нитями. После удаления матрицы получают сверхтонкие волокна.

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

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

Гидратцеллюлозные волокна (hydrated cellulose tibres). Сырьем для производства гидратцеллюлозных искусственных волокон служит природная целлюлоза с содержанием α-целлюлозы 90—98 %, получаемая из древесины ели, сосны, пихты, бука, хлопкового пуха. Формование нитей осуществляется из щелочного (вискозные волокна) или медно-аммиачного (медно-аммиачные волокна) раствора природной целлюлозы одно- или двухванным способом в осадительной ванне, содержащей серную кислоту и ряд других реагентов. Во время формования волокон раствор целлюлозы разрушается, зарождаются и растут макромолекулы гидратцеллюлозы. По химическому составу гидратцеллюлоза аналогична природной целлюлозе, однако существенно отличается от нее своей физической структурой: степень полимеризации макромолекул гидратцеллюлозы меньше, чем природной целлюлозы (составляет 300—800), несколько иное расположение звеньев в ее макромолекуле, другая форма упаковки, расположения и ориентации макромолекул в надмолекулярной структуре. Степень кристалличности гидратцеллюлозных волокон 40—50 %. Более рыхлой, менее ориентированной структурой гидратцеллюлозных волокон обусловливается отличие их свойств от свойств натуральных целлюлозных волокон (см. табл. 1.2). Выпускаемые гидратцеллюлозные волокна имеют разные строение и свойства.

Вискозные волокна (*viscosa*) получают однованным способом с одновременной вытяжкой, что способствует образованию неоднородной структуры волокна. Процесс формования вискозного волокна протекает во времени: на начальной стадии процесс восстановления целлюлозы происходит преимущественно в наружном слое струйки раствора, где вырастают длинные макромолекулы; во внутреннем слое восстановление целлюлозы идет медленнее, макромолекулы получаются более короткими и менее ориентированными. По мере формования объем волокна уменьшается, что вызывает деформацию его поверхности, и поперечник приобретает сильно изрезанную форму. Наружная оболочка имеет более плотное и ориентированное расположение макромолекул по сравнению с ядром, составляет 35—50 % поверхности поперечного сечения и является наиболее прочной частью волокна. Вискозные волокна обладают высокой гигроскопичностью, светостойкостью, мягкостью и стойкостью к истиранию. Однако им свойствен и ряд

недостатков, связанных главным образом с неоднородной, рыхлой и мало упорядоченной структурой. При увлажнении волокна сильно набухают, что приводит к повышенной усадке текстильных материалов, значительно теряют прочность при растяжении (до 50 %) и устойчивость к истиранию. Для снижения недостатков используют специальные отделки вискозных материалов. Взаимодействие с химическими реагентами вискозных волокон такое же, как и природных целлюлозных волокон, но из-за рыхлой структуры и большей ее доступности вискозные волокна менее стойки. Действие температуры, светопогоды и микроорганизмов на эти волокна аналогично действию на хлопок и лен.

Высокомодульное вискозное волокно (*modal*) получают по модифицированному вискозному способу. Нить формируется при более низкой скорости, чем обычная, с последующей вытяжкой и термофиксацией, что позволяет получить высокоориентированную, равномерную, плотную и равновесную структуру. В нашей стране выпускают высокомодульное вискозное волокно *сиблон*, которое имеет прочность в нормальных условиях в 1,6 раза выше, чем прочность обычного вискозного волокна, а в мокром состоянии — в 2 раза выше. Сиблон в меньшей степени, чем обычное волокно, набухает и усаживается и по своим свойствам приближается к хлопковому волокну, хотя уступает последнему по прочности в мокром состоянии, устойчивости к изгибу и растворимости в щелочи. Сиблон применяется как заменитель средневолокнистого хлопка, в смеси с хлопковыми и синтетическими волокнами и в чистом виде.

Полинозное волокно относится к разряду высокомодульных вискозных волокон. Его получают по двухванному способу с высокой пластификационной вытяжкой, благодаря чему обеспечиваются повышенная степень полимеризации целлюлозы (500—800) и ориентации макромолекул и однородность структуры волокна в поперечном сечении, форма которого почти круглая. Надмолекулярная структура и кристалличность полинозного волокна близки к структуре и кристалличности хлопка. По своим свойствам полинозное волокно является близким аналогом тонковолокнистого хлопка. Оно обладает высокой прочностью при растяжении, малой ее потерей во влажном состоянии, эластичностью, упругостью и низкой усадкой. Однако полинозное волокно характеризуется хрупкостью и низкой прочностью при изгибе, что вызывает трудности в его текстильной переработке.

На основе синтеза привитых полимеров можно получить химически модифицированные вискозные волокна с разнообразными специфическими свойствами: огнестойкие, бактерицидные, кислотостойкие, масло- и водоупорные и т.д. Для химической модификации вискозных волокон применяют и другие методы: «сшивание» структурных элементов, малоусадочную и малосминаемую

отделку, замену реакционноспособных групп (поверхностное ацетилирование).

Медноаммиачное волокно (*cupro*) формуется двухванным способом: в первой ванне оно получает предварительную вытяжку с частичным восстановлением целлюлозы, во второй ванне вытяжка завершается. Медноаммиачное волокно имеет однородную структуру без ориентированной оболочки на поверхности, поэтому окрашивается равномерно. По своим физико-механическим свойствам оно аналогично обычному вискозному волокну, но обладает меньшими прочностью и удлинением. Медноаммиачные волокна выпускаются в ограниченном объеме и применяются главным образом в трикотажном производстве.

Производство вискозных и медноаммиачных волокон связано с экологическими проблемами, так как требует большого расхода воды, выделяет токсичные отходы, для очистки которых необходимы большие затраты.

Альтернативой вискозным волокнам являются целлюлозные волокна группы *лиоцелл* (Lyocell, Tencell). Особенность производства этих волокон состоит в том, что для получения раствора целлюлозы используется органический растворитель, который не вступает в химическую связь с целлюлозой и после фильтрации может использоваться вновь. Таким образом, создается замкнутый экологически чистый цикл производства. Волокна Lyocell полностью состоят из целлюлозы, имеют равномерную структуру из фибрилл равной толщины. По прочности они сопоставимы с полиэфирными волокнами, по гигроскопическим свойствам — с хлопком; способны к набуханию во влажном состоянии, обладают небольшой усадкой, мягким грифом и блеском. Нити Tencell отличаются повышенной объемностью и подвижностью в структуре ткани. Одна из особенностей — способность к фибриллированию во время влажной абразивной обработки. При правильной обработке это способствует формированию мягкой поверхности ткани. Волокно Tencell A 100 не обладает этим свойством, так как подвергается «сшиванию» в сухом состоянии.

Ацетилцеллюлозные волокна (acetate cellulose tibres). Основным сырьем для получения ацетилцеллюлозных волокон служит хлопковая целлюлоза с содержанием α-целлюлозы не менее 98 %. В процессе предварительной подготовки сырья проводят ацетилирование природной целлюлозы, в результате которого в элементарных звеньях целлюлозы частично или полностью гидроксильные группы заменяются на ацетильные:

$$-[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OOCCH_3)_x]_n-,$$

где $2{,}22 \le x < 2{,}76$ — ацетатное волокно (acetate); $2{,}76 \le x \le 3$ — триацетатное волокно (triacetate).

Триацетатные и ацетатные волокна формуют из растворов исходных полимеров сухим способом. Сокращение количества гидроксильных групп в составе целлюлозы обусловливает существенное различие основных свойств ацетилцеллюлозных и гидратцеллюлозных волокон.

Ацетилцеллюлозные волокна прежде всего обладают сравнительно низкими гигроскопическими свойствами, хотя наличие некоторого количества гидроксильных групп в ацетатных нитях обусловливает их бóльшую гигроскопичность, чем триацетатных (см. табл. 1.2). В связи с этим влияние влаги на их свойства небольшое. Триацетатные волокна имеют высокую упругость, устойчиво сохраняют форму в изделии, не усаживаются при влажной и тепловой обработке. Однако прочность при растяжении этих нитей небольшая.

Ацетатные и триацетатные волокна термопластичны. При температуре 140—150 °С (ацетатные) и 180—190 °С (триацетатные) волокна начинают размягчаться, а соответственно при температурах 230 и 290 °С они плавятся с разложением. Ацетилцеллюлозные волокна характеризуются высокой устойчивостью к действию микроорганизмов, светостойкостью и хорошими диэлектрическими свойствами.

Белковые химические волокна (artificial protein tibres). Исходными полимерами для производства искусственных белковых волокон служат казеин (белок молока) и зеин (белок растительного происхождения). Природная форма макромолекул казеина и зеина представляет собой сферически свернутую глобулу. Поэтому при получении из таких полимеров волокон стремятся развернуть глобулярные макромолекулы в нитевидные, линейные и создать условия устойчивого закрепления этой формы. После формования, проводимого из раствора однованным способом, полученную нить подвергают операции дубления, сущность которой заключается в создании между макромолекулами белка химических поперечных связей. По показателям растяжимости и гигроскопичности казеиновые и зеиновые волокна близки к натуральной шерсти (см. табл. 1.2). На ощупь они мягкие, теплые; хорошие теплоизоляторы. Однако их прочность невелика и значительно снижается в мокром состоянии. Термостойкость волокон небольшая, они боятся горячей воды, особенно содержащей щелочь.

По технологии Nature Works (США) сахаристые вещества растений перерабатываются в полипептид, который пригоден для высокоскоростного формования из расплава и для получения сверхтонких белковых нитей.

Новым направлением в производстве химических белковых волокон является получение биосинтезируемых полимеров (Япония). На основе растительного углеводородного сырья (крахмала) методом биотехнологии получают исходный мономер (молочную

кислоту), который полимеризуется с образованием полилактида со степенью кристалличности 70 %. Волокна лактрон (Lactron) формуются из расплава и отличаются легкостью, прочностью (45—54 сН/текс), растяжимостью ($\varepsilon_р$ = 30—40 %) и интенсивностью окраски. Лактрон относится к биологически разлагающимся волокнам. По комплексу физико-механических свойств волокна лактрон напоминают полиэфирные и используются в смеси с хлопком, шерстью и полиэфирными волокнами для производства сорочечных и костюмных тканей.

Полиамидные волокна (polyamide tibres). Полиамиды — синтетические гетероцепные волокнообразующие полимеры. Их получают на химических заводах из продуктов переработки нефти и угля. Макромолекулы полиамидов представляют собой участки повторяющихся метиленовых групп $[—CH_2—]_n$, соединенных амидными группами —CONH—. Для получения волокон используют более 10 видов полиамидов, которые различаются числом метиленовых групп и характером их расположения между амидными группами. В мировой практике используют название полиамид или нейлон с указанием одной или двух цифр, которые означают число атомов углерода в исходном компоненте. С увеличением числа метиленовых групп в элементарном звене полиамида изменяются его свойства: снижается температура плавления, уменьшается гигроскопичность, повышается устойчивость к изгибу, светопогоде, истиранию.

Волокнообразующие полиамиды обладают сравнительно небольшой степенью полимеризации (80—200). Макромолекулы имеют форму плоского зигзага (см. рис. 1.1) и взаимодействуют друг с другом благодаря водородным связям. Степень кристалличности зависит от симметрии звеньев и регулярности их расположения в макромолекулах, для различных полиамидов она может быть 40—60 %.

В нашей стране выпускают полиамидные волокна и нити различных видов: капроновые (поликапролактам, или нейлон-6), анид (полигексаметиленадипамид, или нейлон-6,6) и энант (полиэнантамид, или нейлон-7). Эти волокна и нити получают из расплава полимера с последующим вытягиванием и термофиксацией.

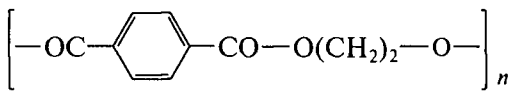
Полиамидные волокна и нити характеризуются очень высокой прочностью, которая уменьшается во влажном состоянии незначительно, примерно на 10—13 %. Удлинение полиамидных волокон и нитей достаточно высокое, и, что особенно важно, значительную часть деформации составляют обратимые компоненты. Высокая упругость волокон обеспечивает их значительную устойчивость к многократным деформациям. Например, устойчивость к многократному изгибу полиамидных нитей в 100 раз превышает устойчивость вискозных и в 10 раз — хлопковых. Особенность полиамидных волокон — их высокая устойчивость к истиранию, по показателям которой они превосходят все существующие волокна (хлопковые — в 10 раз, шерстяные — в 20 раз, вискозные — в 50 раз).

К недостаткам полиамидных волокон (нитей) следует отнести их низкую гигроскопичность (3,5—5 %), что значительно снижает гигиенические свойства материалов, изготовленных из этих волокон. Они обладают невысокой теплостойкостью: уже при нагревании до температуры 160 °С прочность уменьшается на 40—50 %, что объясняется интенсивным процессом термоокислительной деструкции полимера. Этим же можно объяснить и низкую светостойкость полиамидных волокон, их быстрое старение, в результате которого они желтеют, становятся ломкими, жесткими и теряют прочность.

Недостатком можно считать чрезмерную гладкость поверхности полиамидных волокон, их малую сцепляемость, в результате чего они плохо смешиваются с другими волокнами, при эксплуатации изделий «вылезают» на поверхность ткани. Кроме того, из-за гладкости волокон происходит спуск петель в трикотаже. Для снижения гладкости полиамидных волокон и нитей и придания им специфических свойств при их формовании изменяют профиль поперечного сечения. Тонкие сложнопрофильные шелкоподобные полиамидные нити шелон-1 и трилобал придают текстильным материалам мерцающий или глянцевый эффект, мягкость, шелковистость, увеличенную пористость, что повышает воздухопроницаемость и влагопроводность материалов.

В настоящее время разработаны химически модифицированные полиамидные волокна каприлон и мегалон, которые получают путем боковой прививки сополимера, содержащего гидроксильные группы. Такие волокна по гигроскопичности (5—7 %) не уступают хлопку, а по прочности, устойчивости к истиранию превосходят его. Восприимчивость волокон к красителям повышенная.

Полиэфирные волокна (polyester tibres). Полиэфиры представляют собой высокомолекулярные соединения, отдельные звенья макромолекул которых соединены сложноэфирными группами — CO—O—. Из всех известных полиэфиров для получения синтетических волокон и нитей используют полиэтилентерефталат



Макромолекулы полиэтилентерефталата линейны, имеют регулярное расположение функциональных групп, обладают высокой жесткостью, сильно вытянуты. Число элементарных звеньев в макромолекуле 85—120. Из расплава полимера в нашей стране получают полиэфирное волокно лавсан.

Подобно полиамидным волокнам и нитям лавсан обладает большой прочностью, которую при необходимости можно увеличить.

Лавсановые волокна и нити высокоэластичны. При растяжении на 5—7 % их деформация полностью обратима, поэтому материалы из лавсановых нитей малосминаемы и хорошо сохраняют форму.

По устойчивости к истиранию полиэфирные нити уступают только полиамидным, но они несравненно более устойчивы к действию светопогоды, обладают высокой стойкостью к кислотам, окислителям, разрушаются в горячих щелочных растворах. Полиэфирные нити имеют высокую термостойкость, превосходя по этому показателю все природные волокна и большинство химических. Они способны выдерживать длительную эксплуатацию при повышенных температурах.

Полиэфирные волокна и нити имеют очень низкую гигроскопичность, поэтому во влажном состоянии их механические свойства (прочность, растяжимость, сминаемость, устойчивость к многократным деформациям) практически не меняются. С этим же связана высокая формоустойчивость материалов из лавсана во влажном состоянии. Лавсановые волокна обладают шерстоподобным внешним видом, на ощупь они мягкие, теплые, объемные; используются как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами.

В настоящее время разработана структурно модифицированная полиэфирная нить шелон-2 — сложнопрофильная, тонковолокнистая, шелкоподобная. Эта нить может использоваться при изготовлении шелковых тканей для придания им малоусадочности, малосминаемости и хороших гигиенических свойств.

Основным направлением улучшения свойств полиэфирных волокон, особенно штапельных, является химическая модификация полимера. В промышленном масштабе выпускаются волокна на основе политриметилентерефталата и полибутилентерефталата. По сравнению с полиэфирными волокнами они имеют ряд преимуществ по прочности, эластичности, стойкости к истиранию, объемности и мягкости.

Полиуретановые нити (elastane tibres). Полиуретаны — гетероцепные полимеры, макромолекулы которых содержат уретановую группу —Н—СОО—. Наличием дополнительного атома кислорода в уретановой группе обусловливаются повышенная гибкость цепи и более низкая температура плавления полиуретана по сравнению с полиамидом. Полиуретаны, используемые для изготовления волокон, представляют собой блок-сополимер (см. рис. 1.1), макромолекулы которого содержат гибкие и жесткие блоки. В качестве гибких эластических блоков служат низкомолекулярные простые или сложные алифатические полиэфиры, а в качестве жестких кристаллизующихся блоков — полимочевинные и ароматические группы. Подобное строение макромолекул придает полиуретану значительную эластичность. Изменяя характер исходных мономеров, соотношение отдельных компонентов, можно значительно изменять

свойства полимеров и получаемых из них волокон. На основе полиуретанов разработаны синтетические нити, получившие название спандекс, лайкра, дорластан. В процессе получения полиуретановых нитей их формование проводят как из расплавов, так и растворов сухим и мокрым способами.

В нашей стране на основе полиуретанов выпускают полиуретановые нити, формование которых проводят мокрым способом. Отличительная особенность полиуретановых нитей — их высокая эластичность (разрывное удлинение может достигать 800 %). При удлинении на 300 % доля эластического восстановления составляет 92—98 %. Полиуретановые нити придают текстильным материалам высокую эластичность, упругость, формоустойчивость, несминаемость. Они обладают большой устойчивостью к истиранию (в 20 раз больше, чем резиновая нить).

Полиуретановые нити достаточно устойчивы к светопогоде и химическим реагентам, однако прочность их сравнительно невелика. При нагревании до температуры 150 °С начинается термическая деструкция, нити желтеют, повышается их жесткость.

Полиуретановые нити используются для изготовления эластичных тканей и трикотажных спортивных и медицинских изделий. Они играют роль каркасных стержней, вокруг которых навиваются нити из других волокон.

Полиакрилонитрильные волокна (polyacrylonitrile tibres). Исходными полимерами для производства полиакрилонитрильных волокон (нитрона) в нашей стране служат полиакрилонитрил $\left[-CH_2-\underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{CH}}-\right]_n$ и его сополимеры.

Степень полимеризации полиакрилонитрила 750—1000. Его использование затруднено из-за неплавкости и нерастворимости в обычных растворителях. Нитрон получают в основном в виде волокна.

Нитроновые волокна обладают достаточно высокой прочностью и сравнительно большой растяжимостью (22—35 %). Благодаря низкой гигроскопичности эти свойства во влажном состоянии не изменяются. Нитроновые волокна имеют максимальную светостойкость. В условиях комбинированного воздействия солнечного света, дыма, копоти, воды, кислот и т.п., в которых гидратцеллюлозные волокна полностью разрушаются, полиакрилонитрильные волокна теряют прочность всего на 15 %. Эти волокна характеризуются высокой термостойкостью: в процессе длительного нагревания при температуре 120—130 °С они практически не изменяют своих свойств.

К недостаткам полиакрилонитрильных волокон следует отнести их низкую гигроскопичность, сравнительно большую жесткость и малую устойчивость к истиранию.

Нитроновые волокна имеют шерстоподобный вид, низкую теплопроводность, показатели которой близки к теплопроводности шерсти. Они обладают инертностью к загрязнителям, поэтому изделия из них легко очищаются. Нитроновые волокна используются главным образом как заменители шерсти при производстве ковров, искусственного меха, а также как теплоизоляционный материал и добавка к шерстяным волокнам при изготовлении текстильных материалов.

Для изменения свойств волокон применяют различные методы модификации, в частности синтез сополимеров, синтез привитых сополимеров, формование из смеси полимеров. В результате модификации улучшается окрашиваемость, повышается гидрофильность, эластичность волокон, устойчивость их к истиранию и многократным деформациям.

Поливинилспиртовые волокна (polyvinylalcohol tibres). Поливиниловый спирт $\left[-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-\right]_n$ в отличие от других карбоцепных волокнообразующих полимеров получают не путем синтеза из мономера, а омылением сложного эфира винилового спирта (поливинилацетата). Поливиниловый спирт — водорастворимый полимер, поэтому при формовании из него нитей создают условия для снижения его гигроскопичности, в частности производят ацетилирование с образованием поперечных химических связей между макромолекулами. Повышение водостойкости полимера может быть достигнуто путем образования макромолекул с высокой степенью стереорегулярности, с уменьшенным количеством боковых ответвлений. Степень полимеризации волокнообразующего поливинилового спирта обычно составляет 1200—1600, однако он обладает значительной полидисперсностью, что отражается на некоторых физико-механических свойствах получаемых волокон и нитей. Наличие в полимере небольшого количества (10—15 %) низкомолекулярных фракций со степенью полимеризации 270 приводит к снижению прочности волокна при растяжении и многократном изгибе. Формование нитей из раствора проводят мокрым способом. Причем в зависимости от условий формования и последующего ацетилирования получают нити с разной степенью прочности и водостойкости — от водорастворимых до гидрофобных.

Нерастворимые поливинилспиртовые волокна, производимые в нашей стране, носят название винол. Они обладают многими положительными свойствами: прочностью, высокой устойчивостью к истиранию, светопогоде, химическим реагентам, многократным деформациям. Винол достаточно эластичен, характеризуется высокой теплостойкостью. Температура размягчения и начала разложения волокон 220 °С (см. табл. 1.2).

Отличительная особенность поливинилспиртовых волокон, выделяющая их из всех синтетических волокон, — высокая гидрофильность, обусловленная наличием в макромолекулах полимера большого количества гидроксильных групп. По показателям гигроскопичности поливинилспиртовые волокна приближаются к хлопковым. Эти волокна хорошо окрашиваются красителями для целлюлозных волокон. Они применяются в смеси с хлопком, шерстью для производства тканей, трикотажа, ковров и т.д.

Водорастворимая разновидность поливинилспиртовых волокон используется в текстильной промышленности в качестве вспомогательного (удаляемого) волокна при производстве ажурных изделий, тонких тканей, материалов пористых волокнистых структур, а также при изготовлении гипюра (взамен натурального шелка). Поливинилспиртовые нити применяются в медицине для временного скрепления хирургических швов.

Наличие гидроксильных групп позволяет проводить химическую модификацию указанных волокон, особенно методом синтеза привитых сополимеров, благодаря чему можно создавать волокна и нити со специфическими свойствами: огнестойкие, бактерицидные, ионообменные и др.

Полиолефиновые волокна (polyolefin tibres). Из группы полиолефинов для производства волокон используют полипропилен $[—CH_2—CHCH_3—]_n$ и полиэтилен $[—CH_2—CH_2—]_n$ среднего и низкого давления. Волокнообразующий полипропилен обладает стереорегулярной (изотактической) структурой со степенью полимеризации макромолекул 1900—5900. Полиэтилен, полученный при низком и среднем давлении, обладает линейной зигзагообразной структурой макромолекул, практически не имеющих боковых ответвлений. Полипропилен и полиэтилен такой структуры имеют повышенную плотность, низкую растворимость, высокие физико-механические свойства (в частности, большую прочность и высокую температуру плавления или размягчения). Полиолефиновые волокна можно формовать из расплавов или растворов полимера с последующим вытягиванием и термофиксацией.

Полипропиленовые и полиэтиленовые нити обладают достаточно высокими значениями прочности и удлинения при растяжении (см. табл. 1.2). Обратимая часть удлинения при растяжении этих волокон на 5 и 10 % составляет соответственно 98 и 95 % общей деформации. Полиолефиновые волокна и нити характеризуются высокой устойчивостью к действию кислот, щелочей, не уступают по показателям хемостойкости хлорину. Их устойчивость к истиранию ниже, чем полиамидных нитей, особенно полипропиленовых.

Теплостойкость полиолефиновых нитей небольшая. При температуре 80 °С полиэтиленовая нить теряет около 80 % первоначальной прочности. Гигроскопичность нитей почти равна нулю, по-

этому окрашивание их возможно только введением пигмента в полимер перед формованием. С низкой гигроскопичностью связана и значительная электризуемость этих нитей. Плотность полиэтиленовых и полипропиленовых нитей очень низкая, поэтому изделия из них не тонут в воде.

Среди полиолефиновых волокон наибольшую долю (85 %) составляют полипропиленовые волокна. Они выпускаются в виде штапельных волокон, мульти- и микрофиламентов, текстурированных нитей, расщепленных пленок и лент. Полипропиленовые волокна используют главным образом для технических целей, а также в производстве нетканых материалов и в смеси с гидрофильными волокнами (хлопковыми, шерстяными, вискозными и др.) в производстве материалов для верхней и спортивной одежды, обуви, декоративных материалов.

1.2. Строение текстильных материалов

В производстве одежды используют различные виды текстильных материалов: ткани, трикотажные и нетканые полотна, ленты, кружева, тесьму и другие виды материалов, которые вырабатываются из текстильных нитей. Разнообразие этих материалов по внешнему виду, структуре и физико-механическим свойствам во многом зависит от вида нитей, характера их переплетения и плотности расположения в структуре материала.

1.2.1. Виды нитей и их структура

В современном текстильном производстве используется обширный ассортимент разнообразных по строению нитей. Помимо классических видов пряжи, комплексных, комбинированных нитей и мононитей применяют пленочные нити и нитеподобные вязаные, тканые, плетеные текстильные изделия (цепочки, шнуры, ленты, тесьма и т. п.).

Текстильная нить представляет собой текстильный продукт неограниченной длины и относительно малого поперечного сечения, состоящий из текстильных волокон и (или) филаментов (ГОСТ 13784—94). Структурные элементы текстильной нити могут соединяться склеиванием, круткой либо, в случае использования филаментных нитей, без крутки.

Классификация и виды текстильных нитей (схема 1.2). Все текстильные нити можно разделить на следующие группы: мононити, комплексные нити, пряжу, пленочные нити и комбинированные нити. По волокнистому составу они могут быть однородными, состоящими из одного вида волокна или нитей, и неоднородными

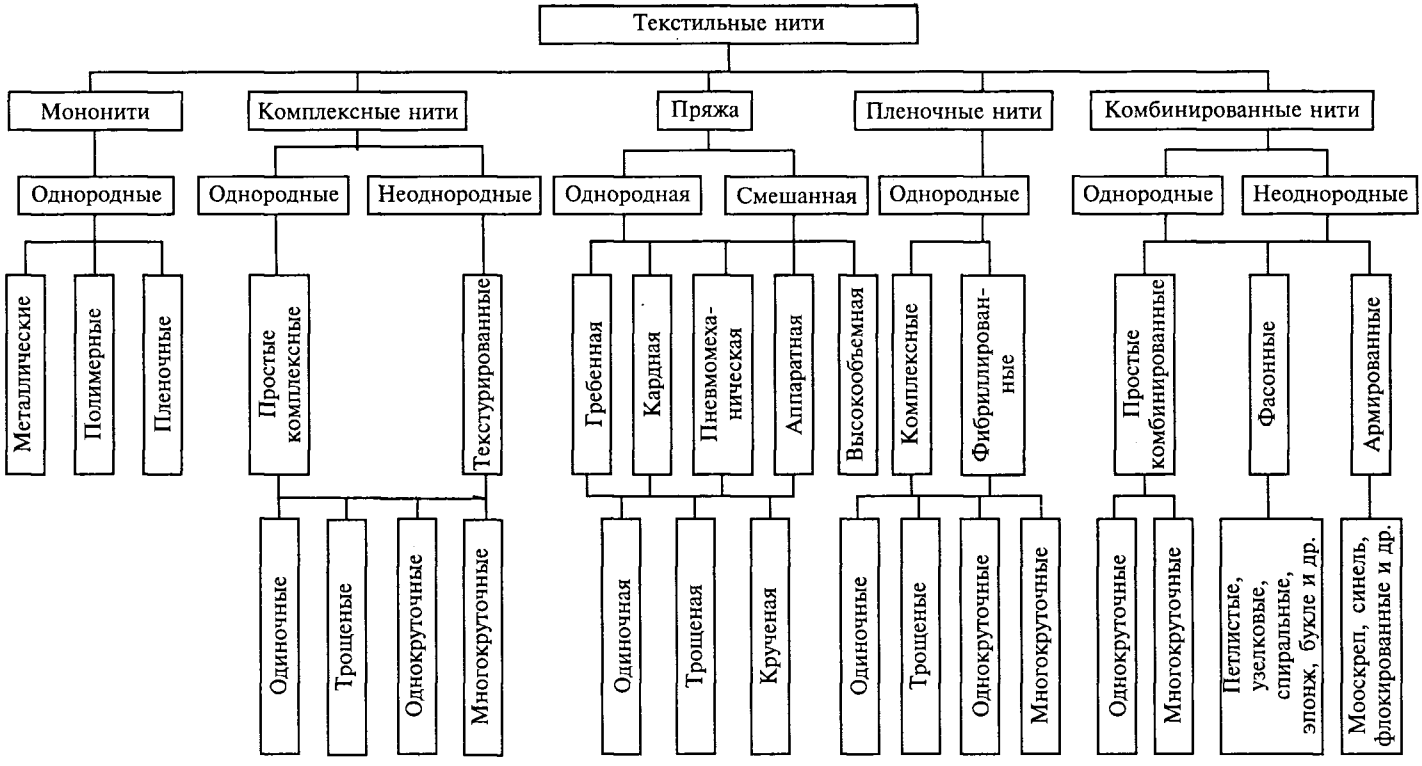


Схема 1.2. Классификация текстильных нитей

(в случае пряжи — смешанными), состоящими из волокон или нитей различного химического состава.

В зависимости от числа сложений и операций кручения различают одиночные, трощеные, однокруточные и многокруточные нити. *Одиночная нить* — это некрученая или крученая нить, полученная за одну операцию формования. *Трощеная нить* состоит из двух или более одиночных нитей, соединенных без скручивания. *Однокруточная нить* состоит из двух или более одиночных нитей, скрученных за одну операцию. *Многокруточную нить* получают в результате одной или более операций кручения двух или более текстильных нитей, одна из которых, по крайней мере, является однокруточной.

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

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

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

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

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

В структуре *простых комплексных нитей* элементарные нити располагаются более или менее параллельно друг другу, поэтому поверхность нитей ровная и гладкая (рис. 1.11, *а*).

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

Крученые комплексные нити бывают однокруточными и многокруточными (рис. 1.11, *б*). В зависимости от степени кручения различают нити: пологой крутки (до 230 кр./м), средней крутки — муслин (230—900 кр./м) и высокой крутки — креп (1500—2500 кр./м). Элементарные нити в структуре крученых нитей располагаются по винтовым линиям, и поэтому на поверхности нитей заметны витки, плотность расположения которых и угол наклона относительно продольной оси повышаются по мере увеличения степени крутки. Крепы отличаются значительной жесткостью, упругостью и неуравновешенностью по крутке, что заставляет их в свободном состоянии извиваться и скручиваться, образуя сукрутины.

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

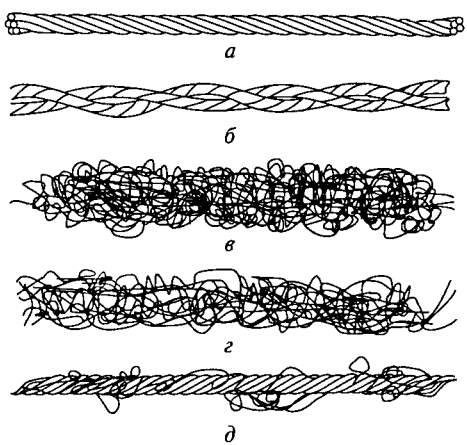


Рис. 1.11. Строение комплексных нитей:

а — одиночная нить; *б* — однокруточная нить; *в* — эластик; *г* — мэлан; *д* — аэрон

логой крутки (шелк-уток), средней крутки (муслин) и высокой крутки (креп). При двукратном кручении получают *шелк-основу.*

Текстурированная нить представляет собой химическую комплексную нить с измененной путем дополнительной обработки структурой (рис. 1.11, *в*, *г*). Элементарные нити имеют устойчивую извитость, благодаря которой текстурированные нити отличаются повышенной объемностью, рыхлостью и пористостью. Материалы из текстурированных нитей обладают хорошими драпируемостью, формоустойчивостью и гигиеническими свойствами. Отличительная особенность текстурированных нитей — повышенная растяжимость (до 400 %) с высокой долей обратимой деформации. Благодаря этому изделия из них хорошо сохраняют форму. Согласно классификации, предложенной Ф. К. Садыковой, текстурированные нити по показателям разрывного удлинения подразделяются на три вида: обычной растяжимости (до 30 %), повышенной или средней растяжимости (30—100 %) и высокой растяжимости (более 100 %).

Большинство существующих способов текстурирования основаны на механическом воздействии на комплексные нити (кручение, гофрирование, прессование и др.) при одновременном нагревании для стабилизации изменений формы элементарных нитей. Поэтому текстурированию подвергаются чаще всего термопластические нити (полиамидные, полиэфирные, триацетатные). Наиболее распространенным способом текстурирования является способ ложной крутки. Первичная комплексная нить подвергается скручиванию до 2000—4000 кр./м с последующей тепловой фиксацией крутки. При раскручивании нити до первоначального состояния элементарные нити под действием внутренних напряжений, стремясь сохранить фиксированную форму, изгибаются и принимают сложную пространственную форму. Комплексная нить приобретает бóльшую пушистость, объемность и высокую растяжимость. По такому способу получают высокоэластичные полиамидные нити типа *эластик* (см. рис. 1.11, *в*). Для получения нитей повышенной растяжимости уменьшают величину крутки до 2000—2500 кр./м и нити подвергают вторичной тепловой обработке после раскручивания. Это снижает внутреннюю напряженность структуры и фиксирует изогнутую форму элементарных нитей, в результате чего уменьшается растяжимость. К нитям повышенной растяжимости относятся: полиамидные — *мэрон*, полиэфирные — *мэлан* (см. рис. 1.11, *г*), *белан.*

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

Трикотажный способ получения извитых нитей заключается в распускании предварительно термофиксированного трикотажного полотна. Одним из преимуществ этого способа является возможность регулировать растяжимость, извитость, пушистость нитей путем изменения параметров структуры полотна.

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

Аэродинамический способ изменения структуры комплексных нитей основан на воздействии на них воздушного потока в специальной камере. Струя воздуха разъединяет и изгибает в петли элементарные нити и перепутывает их между собой. Различают *пневмосоединенные нити*, имеющие компактную структуру, и *пневмотекстурированные нити*, обладающие повышенной объемностью и (или) растяжимостью (ГОСТ 27244—93). Аэродинамический способ позволяет получать текстурированные нити не только из термопластических, но и из других видов химических нитей (вискозных, ацетатных). За рубежом такие нити имеют общее название *таслан*, в России — *аэрон* (рис. 1.11, *д*).

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

Пряжа. Это текстильная нить, изготовленная из штапельных волокон, обычно скручиванием (ГОСТ 13784—94).

Пряжу вырабатывают из натуральных волокон (хлопка, льна, шерсти, шелка) и химических штапельных волокон (вискозных, полиэфирных, полиамидных, полиакрилонитрильных и др.). В зависимости от волокнистого состава пряжа может быть *однородной*, состоящей из волокон одного вида, и *смешанной* — из смеси двух или более видов волокон. Однородную или смешанную пряжу из разноцветных волокон называют *меланжевой*. При создании смешанной пряжи состав смеси и ее пропорции подбирают с таким расчетом, чтобы максимально использовать положительные свойства составляющих волокон и нивелировать отрицательные свойства. При смешивании натуральных и химических волокон учитывают соответствие их размеров (толщины и длины) и формы (извитость, профиль, шероховатость). Например, при смешивании

шерстяных и химических волокон последние должны иметь устойчивую извитость. Поэтому часто в этих смесях используют бикомпонентные волокна.

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

Образование пряжи из волокнистой массы происходит в процессе прядения — самого древнего способа получения текстильных нитей. Классический процесс веретенного прядения складывается из ряда операций: разрыхления и трепания, чесания, выравнивания и вытяжки, предпрядения и прядения. Основная цель этих операций — разделить волокнистую массу на отдельные волокна, очистить их от примесей и пыли, равномерно перемешать, в той или иной степени распрямить и ориентировать в продольном направлении, сформировать нить требуемой толщины и придать ей необходимую крутку. На первом этапе волокнистая масса, которая часто подается в виде спрессованных кип, под ударным воздействием разрыхлителей и трепал разделяется на мелкие клочки и очищается от примесей и пыли. Операции чесания бывают двух видов: кардочесание и гребнечесание. При кардочесании клочки волокон расчесываются игольчатыми (кардными) поверхностями на отдельные волокна, при этом удаляются оставшиеся примеси, спутанные клочки волокон и частично короткие волокна. Из прочесанного волокнистого холста формируется жгут, называемый лентой. В дальнейшем ленты многократно подвергаются сложению и вытяжке, в результате чего происходит выравнивание лент по толщине, распрямление и ориентирование волокон в продольном направлении. Ленты подвергаются операции гребнечесания, при этом помимо распрямления и ориентации волокон происходит вычесывание коротких волокон. В процессе предварительно-

го прядения ленты вытягиваются и слегка подкручиваются, образуя ровницу. Окончательное прядение проводится на кольцепрядильных машинах, на которых ровница утоняется вытяжкой до требуемой толщины и приобретает окончательную крутку. В зависимости от набора операций и числа их повторов различают три основных способа прядения: аппаратное, кардное и гребенное.

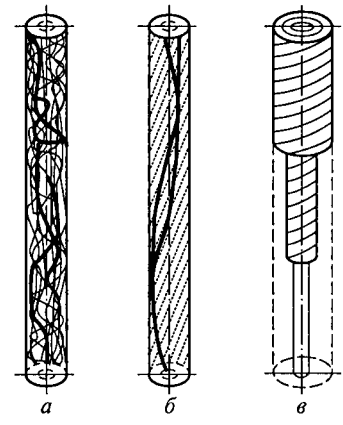


Рис. 1.12. Строение пряжи:
а — аппаратной; *б* — кардной; *в* — пневмомеханической

Процесс аппаратного прядения наиболее короткий. После разрыхления и трепания волокнистая масса подвергается двух- или трехкратному кардочесанию, после чего волокнистый холст разделяется на полосы и скатывается (ссучивается) в ровницу и далее на прядильной машине преобразуется в пряжу. *Аппаратная пряжа* вырабатывается из коротковолокнистого хлопка, шерсти и смеси их с химическими волокнами. Кроме того, к ним добавляют волокна из отходов прядильного производства и регенерированные волокна (из лоскута). Структура аппаратной пряжи рыхлая. Она состоит из мало распрямленных и мало ориентированных волокон (рис. 1.12, *а*). Пряжа обладает повышенной пористостью и, следовательно, хорошими теплозащитными свойствами, которые являются важными для зимней одежды. Хлопчатобумажная аппаратная пряжа выпускается линейной плотностью 85—250 текс и используется для изготовления байки и хлопчатобумажных сукон. Шерстяная и полушерстяная аппаратная пряжа имеет линейную плотность 50—300 текс; из нее изготовляют драпы, сукна, пальтовые ткани, реже костюмные и плательные ткани.

Кардная система прядения включает в себя все операции, кроме гребнечесания. *Кардная пряжа* вырабатывается из средневолокнистого хлопка и химических волокон, из смеси хлопка или вискозы с котонизированными льняными и синтетическими волокнами. Кардная пряжа состоит из относительно распрямленных и ориентированных волокон, которые располагаются по винтовым линиям, переходя от центра к периферии и обратно (рис. 1.12, *б*). Структура пряжи отличается некоторой неуравновешенностью, так как напряженность волокон, находящихся в наружных слоях, больше, чем в центральных. Кардная пряжа не всегда равномерна по толщине, что, в свою очередь, может вызвать неравномерность распределения крутки и появление сукрутин и петель. Хлопчатобумажная кардная пряжа имеет несколько ворсистую поверхность

из-за выступающих кончиков волокон. Пряжа из равномерных по длине и толщине химических волокон имеет более гладкую поверхность и отличается большей равномерностью по толщине и крутке. Кардную пряжу выпускают линейной плотностью 15—85 текс и используют для изготовления тканей, трикотажных и некоторых видов нетканых полотен.

Гребенная система прядения наиболее продолжительная; в нее включены все виды операций: разрыхление, кардочесание, многократное сложение и вытяжка лент, гребнечесание, при котором вычесываются короткие волокна, предпрядение и прядение. *Гребенная пряжа* вырабатывается из длинноволокнистого хлопка, льна, длинных волокон тонкой, полугрубой и грубой шерсти, шелковых волокон. Структура гребенной пряжи наиболее упорядоченная; распрямленные и ориентированные в долевом направлении волокна равномерно распределены по длине и поперечному сечению пряжи. При прядении волокна располагаются по спиралям и плотно обвивают друг друга. Поверхность гребенной пряжи ровная и менее ворсистая, чем у кардной пряжи.

Гребенная пряжа из хлопковых, химических и смешанных волокон вырабатывается линейной плотностью 6—20 текс и применяется в производстве блузочных, сорочечных, плательных, плащевых, костюмных тканей и трикотажных полотен. Шерстяная и полушерстяная гребенная пряжа из тонкой шерсти имеет линейную плотность 19—42 текс и используется для изготовления камвольных плательных, костюмных и пальтовых тканей и верхних трикотажных изделий. Из полугрубой и грубой шерсти, смешанной с химическими волокнами, получают гребенную пряжу поверхностной плотностью 28—84 текс. Льняная гребенная пряжа чаще всего вырабатывается линейной плотностью 30—170 текс и применяется в производстве столового и постельного белья.

Помимо классических видов прядения в производстве пряжи получили распространение безверетенные системы прядения (пневмомеханическое, электростатическое и др.). Чаще всего используют пневмомеханическое прядение, в основе которого лежит принцип механического и аэродинамического воздействия на волокна. Волокна из ленты воздушным потоком подаются в прядильную камеру, которая вращается с частотой 30 000 мин$^{-1}$. Центробежной силой волокна прижимаются к стенкам камеры, группируются в желобе в виде волокнистой ленты, скручиваются и выходят из камеры в виде пряжи.

В связи с особенностями формования *пневмомеханическая пряжа* имеет слоистую структуру с различной плотностью расположения волокон в поперечном сечении (рис. 1.12, *в*). Наибольшая плотность центрального слоя снижается в направлении наружных слоев. Это приводит к снижению прочности пряжи. По сравнению с кардной пряжей пневмомеханическая пряжа имеет более высо-

кие крутку (на 10—15 %) и объемность (на 10 %) и меньшую ворсистость поверхности. Материалы из пневмомеханической пряжи более устойчивы к истиранию, имеют большую упругость и несминаемость по сравнению с материалами из пряжи кольцевого прядения. Пряжа пневмомеханического прядения вырабатывается из хлопковых, котонизированных льняных, химических и смешанных волокон.

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

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

Фибриллированная пленочная нить представляет собой пленочную текстильную нить с продольным расслоением на фибриллы, имеющие между собой связи. Структура таких нитей отличается объемностью и пушистостью.

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

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

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

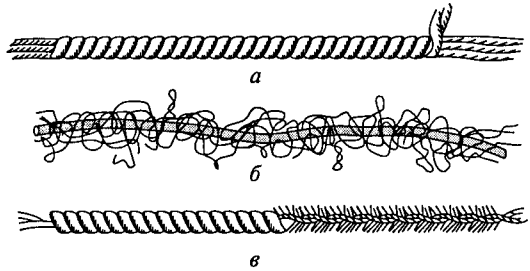


Рис. 1.13. Армированные нити:
а — с внешней обмоткой; *б* — с эластичным стержнем; *в* — синель

Армированные нити имеют несколько вариантов получения и строения.

Классическим видом армированной нити является стержневая нить любого вида, обкрученная в один или два слоя покровной нитью другого состава (рис. 1.13, *а*). Это позволяет сочетать в одной нити свойства, присущие составляющим нитям. Например, используя в качестве стержневой нити химическую комплексную нить, а в качестве покровной нить из натуральных волокон, получают прочную упругую нить с хорошими гигиеническими свойствами. Если в качестве сердечника используют высокоэластичные нити (лайкра, спандекс, резиновая жилка), которые во время обкручивания находятся в растянутом состоянии, то после снятия нагрузки получают высокообъемную, пушистую эластичную нить (рис. 1.13, *б*). Разновидностью армированных нитей является мооскреп, который представляет собой нить креповой крутки, обвитую нитью пологой крутки. Усадка сердечника придает поверхности нити объемность и пушистость.

Другой вид армированной нити имеет сердечник в виде пряжи или комплексной нити, равномерно покрытый волокнами. Такие нити получают аэродинамическим способом путем подачи воздушным потоком волокон в зону кручения нитей, где они захватываются стержневой нитью и прочно закрепляются в ее структуре. Вариантом таких нитей является стержневая нить, покрытая пневмоперепутанными элементарными нитями.

Велюровые нити, или *синель*, состоят из сердцевинной одноручной нити, в которой перпендикулярно продольной оси закреплено множество коротких волокон, создающих бархатистую поверхность нити (рис. 1.13, *в*).

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

Фасонные нити — текстильные нити, имеющие периодически повторяющиеся местные изменения структуры или окраски (рис. 1.14). В фасонных нитях сердцевинная нить обвивается нагонной или эффектной нитью (иногда несколькими) большей длины, чем основная. Местные эффекты, встречающиеся в фасонных нитях и определяющие их название, весьма многочисленны и разнообразны. Это могут быть круглые или продолговатые узелки (узелковая нить); небольшие петли в виде колечек (петлистая); большие пушистые петли (букле); чередование заметных утолщенных и тонких участков (переслежистая); периодическое изменение плотности и наклона витков нагонной нити вокруг сердцевинной (спиральная); впряденные комочки цветных волокон (непс); чередование спиралей и рыхлых многоцветных узелков (эпонж) и т.д. Встречаются фасонные нити с вплетенными в структуру отрезками пленочных нитей. Флокированные фасонные нити имеют на поверхности ворс, отличающийся длиной, толщиной, цветом, плотностью расположения. Благодаря фасонным нитям получают текстильные материалы с разнообразной фактурой поверхности. Фасонные нити можно получать способом пневмоперепутывания комплексных нитей с периодическим образованием петель на поверхности нити.

В последнее время иногда при создании текстильных материалов в качестве нитей используют нитеподобные текстильные изделия в виде ленточек, тесьмы, шнуров и т.п., полученных вязанием, ткачеством или плетением. Наибольшее разнообразие встречается среди «трикотажных» нитей (рис. 1.15), простейшие из которых вырабатываются в виде ластичной цепочки или ленточки основовязаного переплетения. В армированных вязаных нитях роль сердечника играет цепочка, в которую могут вплетаться перпендикулярно расположенные отрезки волокон (плоский односторон-

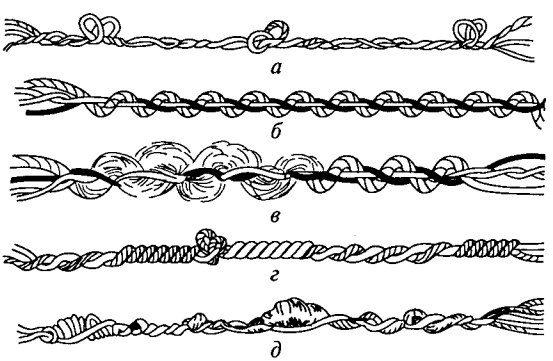


Рис. 1.14. Фасонные нити:

а — петлистая; *б* — спиральная; *в* — с ровничным эффектом; *г* — эпонж; *д* — узелковая

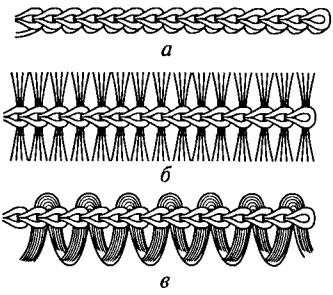


Рис. 1.15. Трикотажные нити:
а — ластичная цепочка; *б* — плоский «ершик»; *в* — с флизелиновой лентой

ний и двухсторонний «ершик», синель), нагонные нити, пневмосоединенные волокна. На основе вязаных нитей создаются разнообразные фасонные нити: петлистые, узелковые, букле, с эффектом непса, с фасонным вплетением пленочных мононитей, ленточек из нетканых клеевых или термоскрепленных полотен и т. п.

Основные характеристики структуры и свойств текстильных нитей. К основным структурным характеристикам текстильных нитей относятся линейная плотность, направление крутки, крутка, коэффициент крутки и величина укрутки.

Толщину текстильных нитей можно определять линейными размерами и площадью поперечного сечения, измеряемыми под микроскопом. Однако зачастую сложная форма сечения, наличие каналов, пустот и различная плотность расположения элементарных волокон затрудняют правильную оценку толщины нитей. Поэтому в качестве стандартной характеристики толщины принята линейная плотность, имеющая условное название текс (от слова текстильный).

Линейная плотность представляет собой отношение массы нити m, мг, к ее длине L, м:

$$T = m/L.$$

Различают номинальную, номинально-расчетную, фактическую линейную плотности.

Номинальной $T_н$ называют линейную плотность нити, запроектированную к выпуску. Ее используют при расчетах структурных параметров текстильных материалов. *Номинально-расчетную* плотность $T_р$ трощеных и крученых нитей рассчитывают, суммируя линейную плотность составляющих нитей, используя следующие формулы:

если соединяются нити одинаковой линейной плотности,

$$T_р = T_н n,$$

где n — число составляющих нитей;

если соединяются нити разных линейных плотностей,

$$T_р = T_1 + T_2 + \ldots + T_n,$$

где T_1, T_2, ..., T_n — линейные плотности составляющих нитей;

для многокруточной нити

$$T_р = T_1 n + T_2, \text{ или } T_р = (T_1 + T_2) + (T_3 + T_4).$$

При скручивании нитей происходит укорочение длины составляющих нитей, величина которого называется укруткой U, %. Расчетная линейная плотность крученых нитей с учетом укрутки определяется по формуле

$$T_{р.к} = 100T_р/(100 - U).$$

Фактическую линейную плотность $T_ф$ определяют опытным путем, взвешивая отрезки нитей и рассчитывая по формуле

$$T_ф = \sum m/\sum L,$$

где $\sum m$ — суммарная масса отрезков нити, мг; $\sum L$ — суммарная длина отрезков, м.

При определении линейной плотности текстурированных нитей их длину измеряют при натяжении (5 ± 1) мН/текс (ГОСТ 28447.1—90).

В стандартах на все виды текстильных нитей регламентированы допустимое отклонение фактической линейной плотности от номинальной или номинально-расчетной плотности, а также коэффициенты вариации линейной плотности по длине нити.

В нормативно-технической документации сохранилось косвенное обозначение тонины нити — *номер метрический* $N_м$, м/г:

$$N_м = L/m.$$

Номер метрический является характеристикой, обратной линейной плотности: $TN_м = 1000$.

Если известна плотность вещества волокна γ, мг/мм^3, можно определить площадь поперечного сечения нити S, мм^2, исходя из зависимости

$$S = 0{,}001T/\gamma,$$

и *условный диаметр нити* $d_{усл}$, мм,

$$d_{усл} = 0{,}0357\sqrt{T/\gamma}.$$

Значения площади поперечного сечения S и условного диаметра нитей $d_{усл}$, рассчитанные с учетом плотности вещества волокна γ, характеризуют условное поперечное сечение нити, в которой волокна плотно прилегают друг к другу и внутри самих волокон и между ними отсутствуют поры и пустоты. В реальных текстильных нитях имеются пустоты из-за неплотного расположения волокон в пряже и элементарных нитей в комплексных нитях в зависимости от степени их извитости и ориентации, а также из-за наличия в самих элементарных волокнах и нитях продольных каналов, микропор. Поэтому фактические размеры поперечного сечения текстильных нитей характеризуют расчетным диаметром нити $d_р$, мм, при определении которого используют среднюю плотность, т. е. массу единицы объема нитей, измеренного по внешнему контуру, δ, мг/мм^3:

$$d_p = 0{,}0357\sqrt{T/\delta}.$$

Ориентировочные значения линейной плотности T, плотности γ и средней плотности δ основных видов нитей приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Характеристики пряжи и нитей

Вид нити	Линейная плотность T, текс	Плотность вещества волокна γ, мг/мм^3	Средняя плотность основных видов нитей δ, мг/мм
Пряжа			
Хлопчатобумажная	5—100	1,52	0,8—0,9
Льняная	16,7—677	1,50	0,9—1,0
Шерстяная аппаратная	41,7—166	1,32	0,7
Шерстяная гребенная	15,6—41,7	1,32	0,8
Шелковая	5×2—20×3	1,34	—
Вискозная	12,5—41,7	1,52	0,8
Комплексная нить			
Шелк-сырец	1—3,2	1,34	1,1
Вискозная	6,6—28	1,52	1,0—1,2
Ацетатная	11—22	1,32	0,6—1,0
Капроновая	1,7—7	1,14	0,6—1,0
Лавсановая	11	1,38	0,6—0,9
Нитроновая	28	1,18	—

Кручение является основным способом получения пряжи из коротких волокон, комплексных и комбинированных нитей. Степень скрученности нитей оценивается следующими характеристиками.

Направление крутки характеризует расположение витков периферийного слоя нити: при *правой крутке* (Z) составляющие нити направлены слева вверх направо, при *левой крутке* (S) — справа вверх налево (рис. 1.16). Для получения равновесных и прочных нитей направления крутки при первом и последующих процессах кручения должны быть противоположными.

При скручивании волокна периферийного слоя нити располагаются по винтовым линиям с заданным углом кручения β, определяемым между направлением расположения витка и продоль-

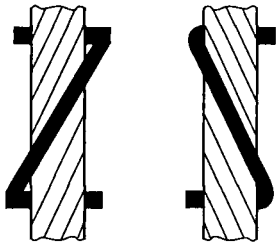


Рис. 1.16. Расположение витков в пряжи:
а — правая крутка; *б* — левая крутка

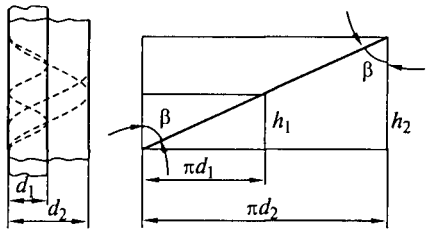


Рис. 1.17. Схема развертывания периферийного слоя нити

ной осью нити. Чем больше угол кручения, тем сильнее скручена нить.

Стандартными характеристиками степени скручивания являются крутка нити и коэффициент крутки.

Крутка K, кр./м, определяется числом кручений (витков) периферийного слоя нити, приходящихся на 1 м длины нити. Величина крутки зависит от угла кручения, линейной плотности нити и ее средней плотности δ и может быть определена по формуле

$$K = 8911 \operatorname{tg}\beta\sqrt{\delta T}.$$

На величину крутки оказывает влияние толщина нитей. При одинаковом угле β число кручений на единицу длины толстой нити меньше, чем тонкой. Это видно из рис. 1.17, где показаны развернутые витки периферийного слоя нитей с диаметрами d_1 и d_2. Чем больше высота шага h_1 и h_2, тем меньше число кручений на 1 м длины нити.

Коэффициент крутки α, характеризующий интенсивность скручивания нитей различной линейной плотности, рассчитывается по формуле

$$\alpha = 0{,}01K\sqrt{T}.$$

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

$$U = 100(L_1 - L_0)/L_1,$$

где L_1 — длина раскрученной нити, мм; L_0 — длина крученой нити, мм.

Величина крутки оказывает существенное влияние на строение и физико-механические свойства нитей. С повышением крутки во-

локна сжимаются плотнее, трение между волокнами возрастает, диаметр нити уменьшается. Поэтому при пологой крутке нить получается менее прочной и более мягкой, а при высокой крутке — более прочной и жесткой. Увеличение прочности нити с повышением ее крутки происходит до определенного предела (критическая крутка), после чего происходит снижение прочности. Это связано с перенапряжением растянутых круткой наружных волокон или нитей. Однако на практике для получения малосминаемых тканей с красивой мелкозернистой поверхностью иногда используют нити с креповой круткой, превышающей критическую крутку.

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

При растяжении текстильной нити до разрыва определяют основные характеристики механических свойств нитей: *разрывное усилие* (*нагрузку*) $P_р$ — наибольшее усилие, сН (гс), и *разрывное удлинение* $l_р$, мм, — увеличение длины волокна. Для сравнения прочности нитей различной толщины используется *показатель относительного разрывного усилия* (*нагрузки*) $P_о$, сН/текс, приходящегося на единицу линейной плотности нити:

$$P_о = P_р/T.$$

Относительное разрывное удлинение $\varepsilon_р$, %, — это отношение абсолютного разрывного удлинения к начальной (зажимной) длине нити L_0, мм:

$$\varepsilon_р = 100l_р/L_0.$$

Прочность и удлинение пряжи зависят прежде всего от механических свойств составляющих их волокон, а также от степени их ориентации, распрямленности и закрепления в структуре. При разрыве пряжи разрывается только часть волокон, остальные растаскиваются. Например, степень использования прочности волокон в кардной пряже составляет около 40—50 %, в аппаратной — 20—30 %. При растяжении комплексных нитей в разрыве участвуют все элементарные нити, поэтому прочность этих нитей больше по срав-

нию с пряжей. Однако, если элементарные нити неравномерно спрямлены и ориентированы, перепутаны и обладают разной прочностью и удлинением, происходит ступенчатый разрыв нитей, что значительно снижает прочность комплексных нитей. При растяжении текстурированных нитей вначале при нагрузках, составляющих 2,5—3 % разрывных, происходят распрямление и ориентация элементарных нитей, затем их деформация и, наконец, разрыв. Поэтому текстурированные нити обладают значительным разрывным удлинением (до 400 %). Кроме того, так как большие величины удлинения достигаются при малых нагрузках, они имеют значительную долю упругой и эластической деформации, что обеспечивает высокую формоустойчивость материалов из этих нитей.

1.2.2. Ткани

Ткань — один из древнейших и наиболее распространенных видов текстильных материалов. Ткань представляет собой пространственную сетку, образованную переплетением в определенной последовательности двух взаимно перпендикулярных систем нитей. Нити, идущие вдоль полотна, называются *основой*; нити, расположенные поперек полотна, называются *утком*.

Получение тканей. Ткань образуется на ткацком станке в процессе ткачества, который состоит из подготовительного этапа и собственно ткачества. При подготовке к ткачеству нити основы подвергаются перематыванию, снованию, шлихтованию и проборке. При *перематывании нитей* с початков на конические бобины увеличивается объем паковки и одновременно нити очищают от сора, пуха, крупных узлов и утолщений.

Снование заключается в создании основы, т.е. ряда параллельных нитей равной длины, намотанных с одинаковым натяжением на ткацкий навой. Наиболее распространены два способа снования: ленточное и партионное. При ленточном сновании нити основы последовательно наматывают в виде узких лент на сновальный барабан; затем с барабана все нити одновременно перематывают на ткацкий навой. Применяется при шелкоткачестве и подготовке сложных цветных основ. При партионном сновании часть нитей основы (400—600 нитей) наматывают на сновальный вал; затем нити с нескольких сновальных валов, пропустив, если это необходимо, через шлихтовальную машину, перематывают на ткацкий навой.

Шлихтование заключается в пропитывании нитей основы специальным клеящим составом (шлихтой) для повышения прочности нитей и придания их поверхности гладкости. Шлихтованию чаще всего подвергается пряжа.

Проборка (или привязывание) состоит в проведении каждой нити основы через съемные рабочие органы ткацкого станка: ла-

мели, глазки галев ремизок и зубья берда. Проборку проводят при заправке ткацкого станка для производства новой ткани. При заправке станка для получения ткани, аналогичной предыдущей, проводят привязывания нитей новой основы к концам нитей предыдущего куска ткани.

Подготовка нитей утка состоит в перематывании нитей с початков или бобин на челночные шпули. Если используются бесчелночные ткацкие станки, то нити наматываются на конические бобины.

Операция *ткачества* заключается в образовании ткани на ткацком станке, упрощенная схема которого представлена на рис. 1.18. Нити основы, сматываясь с ткацкого навоя, огибают скало и переходят в горизонтальное положение. На каждой нити подвешена ламель — тонкая металлическая пластинка, которая служит для автоматического останова станка при обрыве нити. Ремизка состоит из двух планок, между которыми расположены галева, тонкие пластинки или витые проволочки с отверстием посередине для продевания нитей. Количество ремиз может быть от двух и более в зависимости от степени сложности переплетения нитей. С помощью ремизок нити основы разделяются на группы и при каждом цикле работы станка часть их поднимается, а другая часть опускается, образуя зев, в который прокладывается нить утка с помощью челнока. Бердо представляет собой две планки, в которых закреплены металлические пластинки, называемые зубьями берда, между ними проходят нити основы. После прокладывания нити утка бердо отклоняется и прибивает ее к опушке ткани, обеспечивая равномерное и параллельное расположение нитей в структуре ткани. Затем бердо отходит в обратном направлении, ремизки ме-

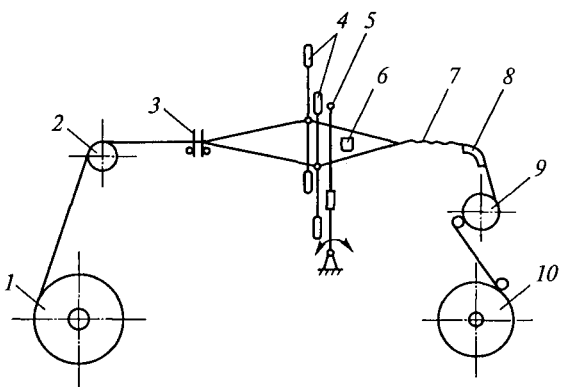


Рис. 1.18. Схема челночного ткацкого станка:

1 — ткацкий навой; *2* — скало; *3* — ламель; *4* — ремизки; *5* — бердо; *6* — челнок; *7* — ткань; *8* — грудница; *9* — вальян; *10* — товарный валик

няют свое положение, образуя новый зев, и цикл повторяется. Полученная ткань огибает грудницу и вальян, перемещающий ткань, и наматывается на товарный валик. От скорости подачи основы и наматывания ткани на товарный валик зависит плотность расположения нитей утка в ткани.

Подъем и опускание ремизок после каждой прокладки уточной нити осуществляется ремизоподъемными механизмами различной конструкции. Эксцентриковые механизмы способны управлять перемещением двух ремизок и применяются для получения простейших видов переплетений (полотняного, репса, рогожки). Для получения более сложных переплетений используются ремизоподъемные каретки, которые позволяют управлять движением 2—32 ремизок в соответствии с рисунком переплетения с помощью перфорированных картонных карт. Ткани с крупным узором переплетения, для образования которого требуется несколько десятков и даже сотен различно переплетающихся нитей основы и утка, вырабатываются на ткацких станках с жаккардовой машиной. Отличительной особенностью жаккардовой машины является возможность управлять перемещением каждой нити основы в отдельности. Это позволяет вырабатывать ткани любых рисунков переплетений — от простейших до гобеленовых.

В зависимости от способа прокладывания нити утка в зев различают челночные и бесчелночные ткацкие станки. На челночных станках уточная нить, намотанная на шпули, помещается внутрь массивного челнока, пролет которого через зев осуществляется с помощью ударного механизма. Таким же способом челнок возвращается через следующий зев. Основными недостатками такого способа являются высокий уровень шума и большие энергетические затраты при сравнительно малой производительности.

На бесчелночных станках уточные нити, сматываясь с конической бобины, пробрасываются через зев в одном направлении и отрезаются у первой кромки. Способов прокладывания уточных нитей несколько.

На *рапирных* станках нить утка прокладывается через зев с помощью двух жестких или гибких рапир, движущихся навстречу друг другу. Одна рапира, несущая нить, передает ее другой в центре зева.

На *гидравлических* станках кончик нити с бобины помещается в устье сопла, через которое периодически выбрасывается струя воды. Так как ткань при этом намокает, то этот способ применим только при использовании гидрофобных нитей (полиамидных, полиэфирных, полипропиленовых).

На *пневматических* станках уточная нить прокладывается потоком сжатого воздуха.

На *пневморапирных* станках используют две трубчатые рапиры, внутри которых потоком сжатого воздуха прокладывается уточная

нитей, на которое смещается основное перекрытие относительно предыдущего по вертикали (сдвиг); b — параметр, указывающий величину смещения второй прямой относительно первой (применяется при построении мелкоузорчатых и сложных переплетений).

Уравнение переплетения имеет несколько частных вариантов:

$y_R = ax$ — для переплетений главного класса;

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

$[y_R] = ax \pm b$ — построение диагонали проводится по уточным одиночным перекрытиям.

Современные ткани выпускаются с различными видами переплетений, которые создают разнообразие внешнего вида тканей и оказывают существенное влияние на их физико-механические свойства. Все многообразие тканей различных переплетений классифицируют по классам, подклассам и видам (схема 1.3).

Отличительные особенности *тканей главных* (*простых*) *переплетений* следующие: раппорты по основе и утку равны; в пределах раппорта каждая нить основы переплетается с нитью утка 1 раз; каждая нить имеет 2 поля связи, а общее число связей переплетения равно удвоенному числу нитей раппорта, т.е. $2R$. К классу главных переплетений относятся полотняное, саржевое и атласное (сатиновое) переплетения.

Ткани полотняного переплетения (уравнение $y_2 = x$) имеют самый маленький раппорт: $R_o = R_y$ (рис. 1.20, *а*). Так как нити образуют только поля связи и контакта, структура ткани полотняного переплетения обладает наибольшей слитностью и при прочих равных условиях большей прочностью и жесткостью. Ткани двухсторонние, с ровной однообразной поверхностью. При значительной разнице в толщине нитей основы и утка на поверхности образуются продольные или поперечные рубчики, создающие репсовый эффект.

Ткани саржевого переплетения, или саржа (уравнение $y_R = x$), имеют раппорт рисунка $R_o = R_y \geq 3$ (рис. 1.20, *б*) и обозначаются дробью, в которой числитель — число перекрытий основы, а знаменатель — число перекрытий утка, расположенных на лицевой стороне ткани в пределах раппорта при каждом уточном прокладывании. Саржа $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ называется уточной, так как на лицевой стороне преобладают уточные перекрытия, а саржа $^2/_1$, $^3/_1$, $^4/_1$ — основной, так как на лицевой стороне преобладает основа. Характерной особенностью тканей саржевых переплетений является наличие на поверхности заметно выраженных диагоналевых полосок, образованных более длинными перекрытиями. Наиболее часто направление диагонали бывает положительным — вправо, реже отрицательным — влево. Угол наклона диагоналевых рубчиков зависит от соотношения толщины нитей основы и утка и плотности их расположения.

Схема 1.3. Классификация тканей

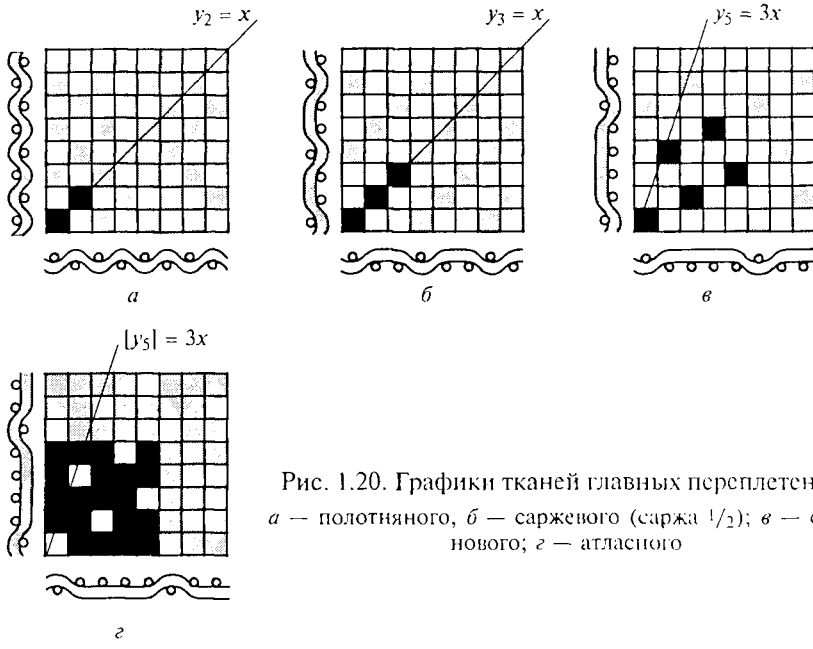


Рис. 1.20. Графики тканей главных переплетений:
а — полотняного, *б* — саржевого (саржа $^1/_2$); *в* — сатинового; *г* — атласного

Ткани сатиновых и атласных переплетений (рис. 1.20, *в*, *г*) имеют раппорт $R_o = R_y \geq 5$ и угловой коэффициент, или сдвиг, одиночных перекрытий в пределах $1 < a < (R - 1)$. При этом величина сдвига не должна быть кратной числу нитей раппорта. Лицевая сторона ткани атласного переплетения образована длинными основными перекрытиями (уравнение $[y_R] = ax$). Лицевая сторона ткани сатинового переплетения состоит из длинных уточных перекрытий (уравнение $y_R = ax$). Наибольшее распространение получили ткани атлас и сатин с раппортами 5, 8 и 10 нитей. Благодаря редким полям связи ткани этих переплетений вырабатываются с большим числом нитей той системы, которая образует лицевую поверхность. Ткани имеют большую толщину, гладкую блестящую поверхность. Однако слабое закрепление нитей в структуре приводит к снижению прочности и повышению осыпаемости нитей по срезанному краю. Атласным переплетением чаще всего вырабатываются шелковые ткани (атласы), сатиновым — хлопчатобумажные сатины.

Ткани мелкоузорчатых переплетений подразделяются на два подкласса: производных и комбинированных переплетений.

Производные переплетения получают на базе главных переплетений путем усиления одиночных основных или уточных перекрытий. В большинстве случаев производные переплетения сохраняют признаки исходных переплетений.

Ткани репсовых переплетений, или репс, являются производными от полотняного и получаются путем усиления или удлинения основного перекрытия (основной репс) или уточного перекрытия (уточный репс). Отличительной особенностью тканей репсового переплетения является наличие заметного продольного или поперечного рубчика (рис. 1.21, *а*).

Ткани переплетения рогожка получают за счет увеличения основных и уточных перекрытий одновременно. В тканях этого переплетения более заметен шахматный рисунок (рис. 1.21, *б*).

Усиленная саржа (рис. 1.21, *в*) образуется при увеличении одиночного перекрытия простой саржи. Усиленная саржа может быть уточной $^{2}/_{3}$, $^{2}/_{4}$, основной $^{3}/_{2}$, $^{4}/_{2}$ и двухсторонней $^{2}/_{2}$, $^{3}/_{3}$. Наибольшее распространение получили ткани с переплетением двухсторонней саржи. По сравнению с простой саржей ткани с переплетением усиленной саржи имеют более отчетливые и широкие диагональные полосы.

Сложная саржа (рис. 1.21, *г*) получается за счет сочетания различных видов переплетений простой и усиленной саржи. В результате ткани с переплетением сложной саржи имеют на поверхности рубчики различной ширины.

Ломаная саржа (рис. 1.21, *д*) строится на базе простой, усиленной или сложной саржи с изменением направления диагоналей

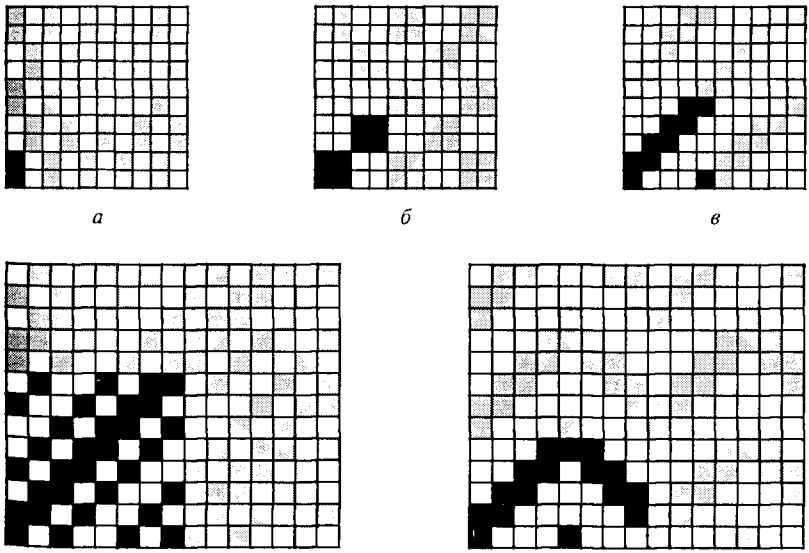


Рис. 1.21. Графики тканей производных переплетений:

а — репс основной; *б* — рогожка; *в* — усиленная саржа ($^{2}/_{3}$); *г* — сложная саржа; *д* — ломаная саржа

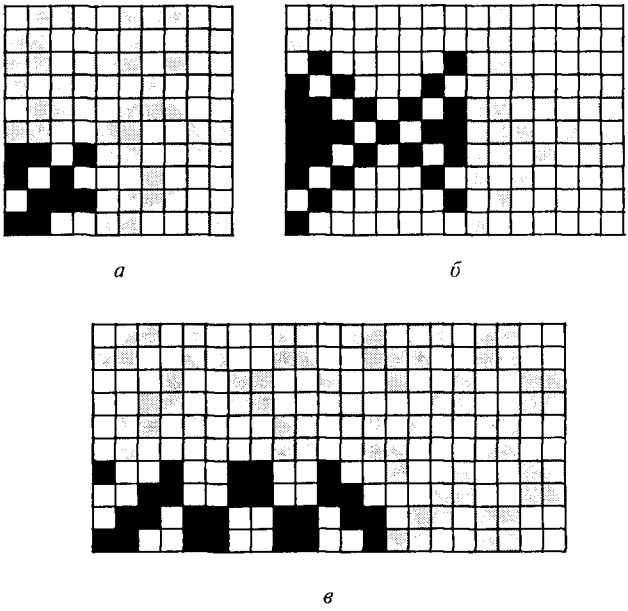


Рис. 1.22. Графики тканей комбинированных переплетений:
а — крепового; *б* — вафельного; *в* — продольнополосатого

через произвольное число нитей. Ткани с переплетением ломаной саржи имеют на поверхности рисунок в виде зубцов или «елочки».

Ткани с переплетением усиленного сатина образуются на базе сатинового переплетения, в котором для усиления связи к каждому одиночному основному перекрытию добавляется еще одно или несколько дополнительных перекрытий.

Ткани комбинированных переплетений получают путем наложения или сочетания простых и производных переплетений. К ним относятся креповые, рельефные, просвечивающиеся и так называемые продольно- и (или) поперечнополосатые переплетения.

Ткани креповых переплетений состоят из основных и уточных перекрытий, как бы хаотически разбросанных в различных сочетаниях (рис. 1.22, *а*). Они имеют мелкозернистую поверхность, подобную креповому эффекту, создаваемому в шелковых тканях нитями креповой крутки.

Рельефные переплетения создают на поверхности ткани рельефно выступающий рисунок: клеток (вафельное переплетение, рис. 1.22, *б*), продольных рубчиков (ложное пике) и наклонных рубчиков (диагоналевые переплетения).

Ткани просвечивающих переплетений имеют заметные просветы, образующие ажурный рисунок полос и клеток. Сквозные отверстия получаются за счет сочетания длинных перекрытий, стя-

гивающих группы нитей, с полотняным переплетением, разъединяющим эти группы.

Ткани продольно- и поперечнополосатые получаются сочетанием раппортов нескольких переплетений (рис. 1.22, *в*). Благодаря различной степени отражения света от участков поверхности с разными переплетениями на ткани образуются заметно выраженные полосы. В зависимости от последовательности чередования переплетений получают продольные или поперечные полосы. Сочетанием поперечных и продольных полос получают рисунки клетки.

Ткани сложных переплетений вырабатываются из нескольких систем нитей основы и утка. К ним относятся двойные, ворсовые и ажурные переплетения. Ткани двойных переплетений могут быть полутораслойными, двухслойными, пике и мешковыми.

Полутораслойные ткани образуются из трех систем нитей: из двух систем основы и одной системы утка или из двух систем утка и одной системы основы. Если используются две системы утка, то применяют переплетения, образующие на лицевой поверхности застил из верхнего утка, а на изнаночной — из нижнего утка (рис. 1.23, *а*). Это позволяет вырабатывать двухлицевые ткани, имеющие на лицевой и изнаночной стороне разные рисунки, фактуру поверхности и цвет. Полутораслойным переплетением вырабатываются, в частности, камвольно-суконные ткани, лицевая сторона которых образована высококачественной гребенной пряжей, а

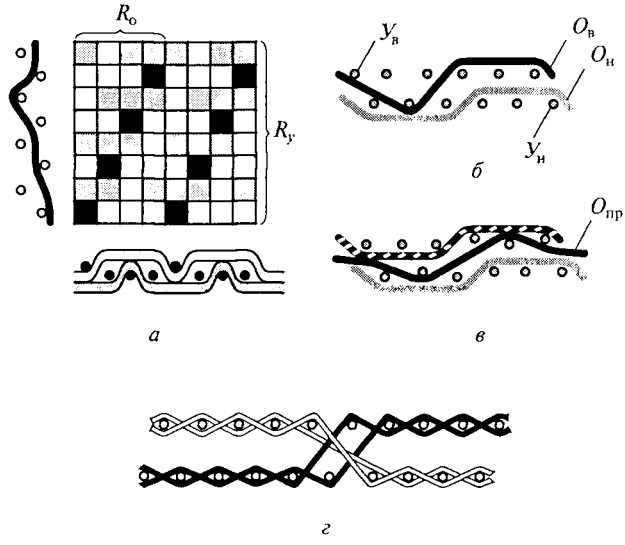


Рис. 1.23. Графики тканей сложных переплетений:

а — полутораслойного; *б* — двухслойного, связанного с помощью верхней основы; *в* — двухслойного, связанного с помощью прижимной основы; *г* — мешкового

изнаночная — длинными перекрытиями второй уточной системы из аппаратной пряжи. Для повышения теплозащитных свойств изнаночную сторону при отделке подвергают ворсованию. Полутораслойные ткани имеют повышенную толщину и массу.

Двухслойные ткани вырабатывают из двух систем основы (верхней $О_в$ и нижней $О_н$) и двух систем утка (верхнего $У_в$ и нижнего $У_н$), которые образуют два полотна: лицевое и изнаночное. Связь между полотнами по всей площади ткани осуществляется либо за счет верхней основы (рис. 1.23, *б*), либо за счет нижней основы. Полотна может связывать пятая, дополнительная, промежуточная система основы $О_{пр}$ (рис. 1.23, *в*). Двухслойные ткани очень толстые и тяжелые, могут иметь различный рисунок и цвет на лицевой и изнаночной сторонах. Часто лицевая сторона вырабатывается из высококачественной пряжи, изнаночная — из менее качественной, дешевой, за счет которой повышаются теплозащитные свойства ткани.

Ткань пике — разновидность двухслойной ткани. Лицевая сторона ткани вырабатывается полотняным переплетением. Рельефный рисунок создается благодаря тому, что нити нижней основы, располагаясь по контуру рисунка над нитями верхнего утка, оттягивают их вниз, образуя углубления, как у стеганого одеяла.

Ткани мешкового переплетения образуются четырьмя системами нитей: двумя основами и двумя утками. Получаются два самостоятельных полотна, которые соединяются по контуру рисунка путем смены слоев (рис. 1.23, *г*). В результате по контуру рисунка возникают полые мешочки. Если нити разных слоев имеют различные цвета, то получается двухсторонний разноцветный рисунок. Такие ткани можно использовать в изделии как ткани-компаньоны. На базе мешкового переплетения получают трехслойные ткани. Между полотнами располагают дополнительную систему основных или уточных высокообъемных нитей, которые играют роль утепляющей прокладки.

Ткани ворсовых переплетений имеют грунтовое полотно, образованное двумя системами нитей, и ворс, образованный из ворсовой системы нитей (основы или утка) и закрепленный переплетением в грунте. Ворс может состоять из разрезанных волокон (разрезной ворс) и из нитяных петель (петельный ворс).

В уточноворсовых тканях ворсовой уток $У_в$ переплетается с основой *О* и утком *У* грунта с образованием на лицевой поверхности длинных перекрытий, которые затем разрезаются в процессе отделки (рис. 1.24, *а*). Таким образом получают хлопчатобумажные ворсовые ткани, называемые полубархат, вельвет-корд и вельвет-рубчик.

В основоворсовых тканях ворс создается из ворсовой основы. Для получения этих тканей используются два способа: двухполотный и прутковый. При двухполотном способе на ткацком станке

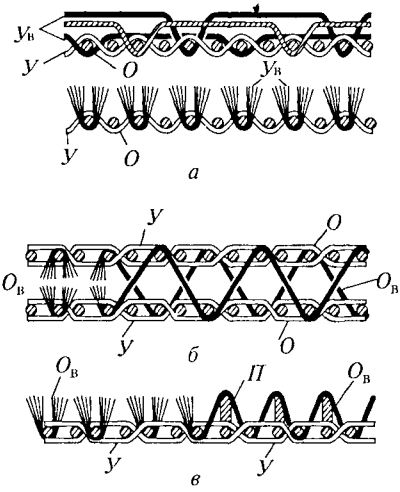


Рис. 1.24. Графики тканей ворсовых переплетений:

а — уточноворсового до и после разрезания; *б* — основоворсового, полученного двухполотным способом; *в* — основоворсового, полученного прутковым способом (до и после разрезания ворса)

одновременно вырабатываются два самостоятельных грунтовых полотна (рис. 1.24, *б*). Ворсовая основа $О_в$ переходит из верхнего полотна в нижнее полотно и обратно, связывая полотна между собой. Специальный нож, двигаясь между полотнами, разрезает нити ворсовой основы и разделяет полотна на две ткани.

Прутковым способом получают однополотные ворсовые ткани с разрезным или петельным ворсом (рис. 1.24, *в*). При подъеме ворсовой системы $О_в$ под нее закладывается металлический прутик *П*, который затем после закрепления ворсовой нити в грунте вытаскивают. Для получения разрезного ворса на конце прутика установлен нож, который разрезает петли при вытягивании прутика.

С разрезным ворсом из основы вырабатываются такие ткани, как бархат и плюш, а также искусственный мех. С односторонним или двухсторонним петельным ворсом получают махровые ткани.

Для получения ажурных тканей используют системы грунтовых нитей основы и утка, образующих полотно ткани, и систему перевивочной основы, нити которой обвивают нити грунта (рис. 1.25). При ткачестве грунтовые системы нитей более натянуты, чем перевивочные, которые располагаются в ткани волнообразно, создавая ажурный эффект.

Ткани крупноузорчатых переплетений вырабатываются на ткацких станках с жаккардовыми машинами, поэтому их называют также *жаккардовыми*. Раппорт жаккардовых тканей очень большой (свыше 32 нитей) и может достигать нескольких сотен и даже тысяч нитей.

Ткани простых крупноузорчатых переплетений образуются из одной системы основы и одной системы утка. Крупные узоры создаются за счет расположения на отдельных участках переплетений различных видов (рис. 1.26).

Ткани сложных крупноузорчатых переплетений вырабатываются из нескольких систем нитей основы и утка. Для этого применяют полутораслойные, двухслойные и ворсовые переплетения.

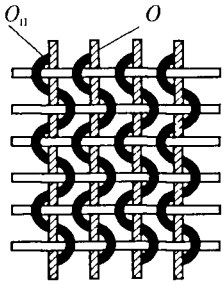


Рис. 1.25. Структура ажурной ткани

Рис. 1.26. Ткань крупноузорчатого переплетения

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

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

Линейное заполнение ткани по основе $E_о$ и утку $E_у$, %, показывает, какую часть длины ткани L занимают поперечники параллельно лежащих нитей основы или утка (без учета их переплетения с нитями перпендикулярной системы). При длине $L = 100$ мм (рис. 1.27) линейное заполнение составит

$$\text{по основе } E_о = \frac{d_о П_о}{100} 100 = d_о П_о;$$

$$\text{по утку } E_у = \frac{d_у П_у}{100} 100 = d_у П_у,$$

где $d_о$ и $d_у$ — расчетные диаметры нитей основы и утка.

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

$$E_о = 0{,}0357 П_о \sqrt{T_о \delta_о}; \quad E_у = 0{,}0357 П_у \sqrt{T_у \delta_у},$$

где $T_о$ и $T_у$ — линейная плотность нитей основы и утка, текс; $\delta_о$ и $\delta_у$ — средняя плотность нитей основы и утка, мг/мм^3.

В зависимости от вида ткани линейное заполнение может изменяться от 25 до 150 %. Ниже приведены ориентировочные показатели линейного заполнения тканей различного назначения:

Ткань	E_o, %	E_y, %
Бельевая	40—60	40—50
Платьевая	40—70	35—60
Костюмная	65—125	50—90
Пальтовая	50—150	40—130

Если линейное заполнение больше 100 %, то нити либо сплющиваются, принимая эллиптическую форму, либо располагаются со сдвигом по высоте. По линейному заполнению можно рассчитать размеры полей просвета (сквозных пор) ткани, мм (см. рис. 1.27):

$$a = 100/П_o - d_o = d_o(100/E_o - 1);$$
$$b = 100/П_y - d_y = d_y(100/E_y - 1).$$

Поверхностное заполнение E_s, %, ткани показывает, какую часть площади ткани занимает площадь проекций нитей основы и утка. Так как, переплетаясь между собой, нити основы и утка накладываются одна на другую, площадь их проекций меньше площади, занимаемой каждой в отдельности. Допустим, площадь одной ячейки ткани — *ABCD* (см. рис. 1.27), площадь проекции нити основы — *ABMK* и нити утка — *AFID*. Тогда поверхностное заполнение составит:

$$E_s = \frac{ABMK + AFID - AFGK}{ABCD} =$$

$$= \frac{(d_o \cdot 100 / П_y + d_y \cdot 100 / П_o - d_o d_y)100}{(100 / П_o)(100 / П_y)} =$$

$$= d_o П_o + d_y П_y - 0{,}01 d_o П_o d_y П_y =$$
$$= E_o + E_y - 0{,}01 E_o E_y.$$

Объемное заполнение E_V, %, показывает какую часть объема ткани $V_т$ составляет суммарный объем нитей $V_н$ основы и утка. Объем нитей $V_н = m_н/\delta_н$, объем ткани $V_т = m_т/\delta_т$, где $m_н$ и $m_т$ — масса нитей и ткани; $\delta_н$ и $\delta_т$ — средняя плотность нитей и ткани.

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

$$E_V = 100V_н/V_т = 100m_н\delta_н/(m_т\delta_г) =$$
$$= 100\delta_т/\delta_н.$$

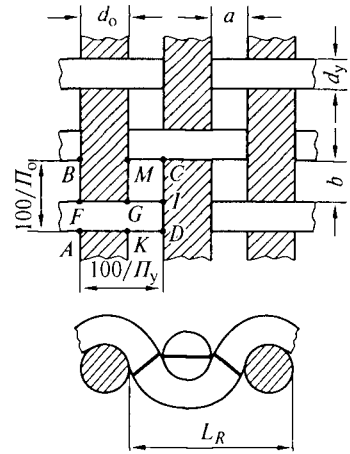


Рис. 1.27. Схема ячейки ткани

Ориентировочно показатели средней плотности хлопчатобумажных тка-

ней составляют 0,25—0,5; льняных — 0,4—0,7; шерстяных — 0,15—0,4 г/см^3.

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

$$E_m = 100\delta_т/\gamma,$$

где γ — плотность вещества волокна, мг/мм^3.

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

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

$$R_s = 100 - E_s.$$

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

$$R_V = 100 - E_V.$$

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

$$R_{общ} = 100 - E_m.$$

Общая пористость тканей колеблется от 50 до 80 %.

При расчете показателей заполнения ткани не учитываются переплетение нитей, их поля связи. Образование каждого поля связи, т.е. переход нити с лицевой стороны на изнаночную и с изнаночной стороны на лицевую, вызывает раздвижку нитей противоположной системы. Чем больше полей связи имеет переплетение в пределах раппорта, тем меньше может быть максимальная плотность расположения нитей. Таким образом, с учетом числа полей связи в раппорте наполнение характеризует степень уплотненности (напряженности) ткани.

Линейное наполнение H, %, показывает, какую часть длины ткани вдоль нитей основы или утка занимают поперечники нитей обеих систем с учетом их переплетения (см. рис. 1.27). Расчет показателей наполнения проводится на основе раппорта. Длину раппорта по направлению нитей основы $L_{R_о}$ или утка $L_{R_у}$ рассчитывают, исходя из числа нитей основы $n_о$ и утка $n_у$ в раппорте и числа нитей $П_о$ и $П_у$ на длине 100 мм соответственно:

$$L_{R_о} = 100n_о/П_о;\ L_{R_у} = 100n_у/П_у.$$

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

$$H_о = (d_о n_о + d_у c_у)\,100/L_{R_о} = (d_о n_о + d_у c_у)\,100П_о/100n_о = \\ = (d_о n_о + d_у c_у)П_о/n_о;$$

$$H_у = (d_у n_у + d_о c_о)\,100/L_{R_у} = (d_у n_у + d_о c_о)100\Pi_у/100n_у =$$
$$= (d_у n_у + d_о c_о)\Pi_у/n_у,$$

где $c_о$ и $c_у$ — число полей связи в пределах раппорта.

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

$$K_о = H_о/E_о;\ K_у = H_у/E_у.$$

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

$$H_т = S_{min}/S_{факт}.$$

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

$$S_{min} = S_с n_с + S_к n_к + S_{пр} n_{пр},$$

где $S_с$ и $n_с$ — площадь и число полей связи; $S_к$ и $n_к$ — площадь и число полей контакта; $S_{пр}$ и $n_{пр}$ — площадь и число полей просвета.

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

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

Показатели заполнения и наполнения ткани оказывают существенное влияние на многие физико-механические свойства тканей. При малом заполнении и наполнении ткани отличаются легкостью, мягкостью, высокой проницаемостью и теплопроводностью. При увеличении уплотненности тканей возрастает связь эле-

ментов структуры, что повышает прочность, жесткость и износостойкость и уменьшает проницаемость и теплопроводность.

Фазы строения ткани. При переплетении нити основы и утка изгибаются и приобретают волнообразную форму. Для характеристики степени изогнутости нитей проф. Н. Г. Новиков, приняв нити за правильные цилиндры, предложил все возможные варианты их изгиба условно разделить на девять фаз строения (с первой по девятую) и одну дополнительную (нулевую) фазу (рис. 1.28).

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

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

$$\Phi_o = \frac{8h_o}{b_o + b_y} + 1; \quad \Phi_y = 9 - \frac{8h_y}{b_o + b_y},$$

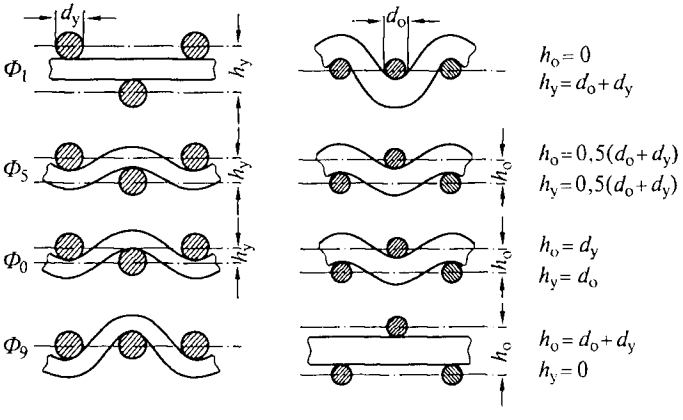


Рис. 1.28. Фазы строения ткани:

Φ_1 — первая; Φ_5 — пятая; Φ_0 — нулевая; Φ_9 — девятая

где $Ф_о$ и $Ф_у$ — порядки фаз строения вдоль основы и утка; $b_о$ и $b_у$ — толщина нитей основы и утка в середине поля контакта.

На фазы строения тканей существенное влияние оказывает соотношение числа нитей основы и утка на длине 100 мм. При равенстве толщины нитей основы и утка, если $П_о > П_у$, ткань имеет фазы строения $Ф_6$— $Ф_8$; если $П_о = П_у$ — пятую фазу; если $П_о < П_у$ — фазы $Ф_2$— $Ф_4$. Крайние фазы строения встречаются редко и не имеют практического значения.

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

Поверхность ткани. Структура поверхности ткани образуется за счет сочетания ряда факторов: волокнистого состава, структуры нитей, вида переплетений, плотности расположения нитей, фазы строения и отделочных операций. В зависимости от этого поверхность может быть гладкой, ровной, рельефной, ворсовой. Гладкая поверхность образуется длинными, плотно расположенными основными или уточными перекрытиями, она характерна для сатиновых и атласных переплетений. Ровную поверхность образуют выступающие гребни нитей, равномерно распределенных по площади ткани, она характерна для большинства мелкоузорчатых переплетений. Для рельефной поверхности характерны заметно выступающие нити (рельефные переплетения, фасонные нити), отдельные участки поверхности ткани (переплетение пике, эффекты мятости, сжатости, гофре, клоке и т. п.). Ворсовая поверхность состоит из выступающих на поверхности отдельных волокон, она может образовываться за счет ворсовых переплетений, использования фасонных нитей, в результате отделочных операций валки и ворсования.

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

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

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

$$\Delta T_о = [(Ф - 1)(b_о + b_у) - 8b_у]/8;$$

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

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

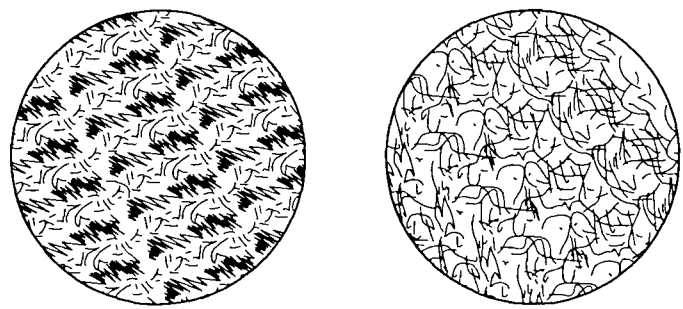
Опорная поверхность образуется полями контакта и свободными полями, поэтому ее можно ориентировочно рассчитать как отношение суммы площадей этих полей, выступающих на поверхность ткани, к общей площади:

$$O_п = (\sum S_к + \sum S_{с.п})100/S_т,$$

где $S_к$ — площадь поля контакта; $S_{с.п}$ — площадь свободного поля; $S_т$ — площадь части ткани, на которой рассчитывается опорная поверхность.

Расчет опорной поверхности проводится по выступающей системе нитей, в случае равноопорной поверхности — по обеим системам.

Экспериментальное определение опорной поверхности проводится на приборах, большинство которых представляет собой разновидность контактной призмы, действующей по принципу полного внутреннего отражения и поглощения света. В точках контакта материала с призмой световой поток поглощается и опорные участки ткани выделяются как более темные в отраженном потоке лучей. Полученное изображение позволяет не только подсчитать



а *б*

Рис. 1.29. Опорная поверхность ткани:
а — саржевого переплетения; *б* — сукна

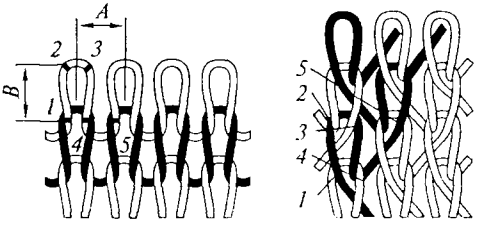
площадь контакта материала с поверхностью, но и дает представление о характере опорной поверхности (рис. 1.29). На ином принципе работает прибор М. И. Сухарева: опорная поверхность определяется с помощью щупов — стержней, соединенных с электроизмерительным устройством.

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

1.2.3. Трикотажные полотна

Трикотажное полотно представляет собой гибкий прочный материал, в котором текстильные нити, изогнутые в процессе вязания, имеют сложное пространственное расположение. Основным элементарным звеном структуры трикотажного полотна является петля, состоящая из остова и соединительной протяжки. Петли, расположенные по горизонтали, образуют *петельные ряды*, а петли, расположенные по вертикали, — *петельные столбики*. Помимо петель структура трикотажа может содержать элементарные звенья прямолинейной или изогнутой формы, которые служат для соединения других элементарных звеньев, образования начеса, снижения растяжимости полотна и т. п.

По способу получения трикотаж подразделяют на поперечновязаный, или кулирный, и основовязаный. В поперечновязаном трикотаже (рис. 1.30, *а*) все петли одного петельного ряда образованы из одной нити. В основовязаном трикотаже (рис. 1.30, *б*) каждая петля петельного ряда образована из отдельной нити, поэтому для получения петельного ряда требуется столько нитей, сколько петель в ряду.



а *б*

Рис. 1.30. Строение поперечновязаного (*а*) и основовязаного трикотажа (*б*): *1—2—3—4* — остов петли; *4—5* — соединительная протяжка; *A* — петельный шаг; *B* — высота петельного ряда

Получение трикотажных полотен. Для производства трикотажа используются текстильные нити различных видов: пряжа однородная и смешанная из натуральных (хлопковых, шерстяных, льняных) и химических (вискозных, лавсановых, нитроновых, капроновых и др.) волокон; искусственные и синтетические комплексные нити. Широко применяются высокообъемная пряжа и текстурированные нити.

Нити, используемые для изготовления трикотажа, должны быть равномерными по крутке и толщине, прочности и удлинению при растяжении, не иметь таких дефектов, как узлы, соринки, утолщения и т.п., иначе может произойти поломка игл вязальных машин, возникнуть дефекты на полотне.

Подготовка текстильных нитей к вязанию заключается в перематывании их на мотальных машинах, парафинировании или эмульсировании.

Цель перематывания — увеличить объем паковки нитей и одновременно проверить их качество. Парафинируют хлопчатобумажную и шерстяную пряжу для придания ей гладкости, ровноты, снижения тангенциального сопротивления. Эмульсируют смешанную пряжу и комплексные нити, чтобы предотвратить накопление на их поверхности статического электричества, придать им гладкость.

Нити, предназначенные для производства основовязаного трикотажа, проходят дополнительную операцию снования (секционного или ленточного). При секционном сновании нити наматываются на широкие катушки, вмещающие до 400 нитей; эти катушки затем надевают на один вал вязальной машины. При ленточном сновании все нити наматываются на навой, который затем крепится на вязальной машине.

Трикотажные полотна вырабатываются на кулирных (поперечновязальных) и основовязальных машинах. Основными рабочими органами вязальных машин являются иглы, платины, нитеводы и прессы.

Наиболее распространены крючковые и язычковые иглы. Крючковая игла (рис. 1.31) представляет собой стержень с пяткой и крючком. Мысик крючка при нажиме на крючок погружается в чашу, закрывая вход нити под крючок. Язычковая игла (рис. 1.32) имеет стержень с крючком, язычок с чашей и пятку. При повороте язычка мысик крючка входит в чашу и закрывает вход нити под крючок. Пятка у игл служит либо для закрепления, либо для перемещения их в игольнице машины.

Платины предназначены для выполнения различных операций в процессе петлеобразования: изгибания нитей, перемещения их вдоль стержней игл, сбрасывания петель с игл и т.д. Они представляют собой стальные тонкие детали разнообразной формы в зависимости от их назначения.

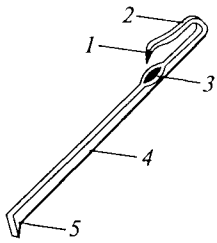


Рис. 1.31. Крючковая игла:
1 — мысик; *2* — крючок; *3* — чаша; *4* — стержень; *5* — пятка

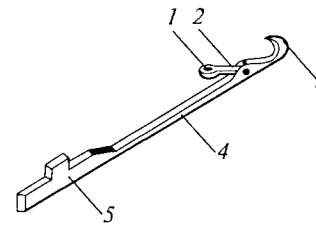


Рис. 1.32. Язычковая игла:
1 — чаша; *2* — язычок; *3* — крючок; *4* — стержень; *5* — пятка

Нитеводы служат для прокладывания нитей на иглы вязальных машин. Конструкции нитеводов на машинах разных видов различны. На основовязальных машинах роль нитеводов выполняют ушковины. Они ставятся у каждой иглы и в процессе вязания совершают относительно игл сложное движение.

Прессы устанавливаются на машинах с крючковыми иглами. Пресс предназначен для погружения мысика крючка в чашу иглы. Пресс выполняется в виде диска или пластин различной формы.

Независимо от способа производства трикотажа процесс петлеобразования включает в себя следующие операции: заключение, прокладывание нити, кулирование (изгибание), вынесение, прессование, нанесение, соединение, сбрасывание, формирование и оттягивание. В качестве примеров рассмотрим процесс петлеобразования поперечновязаного трикотажа на машинах с язычковыми иглами и основовязаного трикотажа на машинах с крючковыми иглами.

Заключение состоит в перемещении ранее образованных петель из-под крючков (рис. 1.33, *а* и 1.34, *а*) на стержни игл (рис. 1.33, *б* и 1.34, *б*); оно осуществляется путем перемещения игл в верхнее положение.

Прокладывание нити на иглы необходимо для образования новых петель. Оно выполняется в первом примере с помощью нитевода в момент, когда после операции заключения иглы начинают перемещаться вниз (рис. 1.33, *в*). При получении основовязаного трикотажа (рис. 1.34, *в*) нить прокладывается на крючки игл путем сложного перемещения ушковин. Сначала ушковины перемещаются между иглами в направлении к крючкам (движение *А*), затем вдоль игольницы на один игольный шаг (движение *Б*) и далее между иглами в направлении от крючков игл (движение *В*). После прокладывания нитей на иглы ушковины сдвигаются на тыльной стороне игольницы на один или несколько игольных шагов в зависимости от вида переплетения, чтобы встать в исходное положение для нового прокладывания нитей (движение *Г*). При даль-

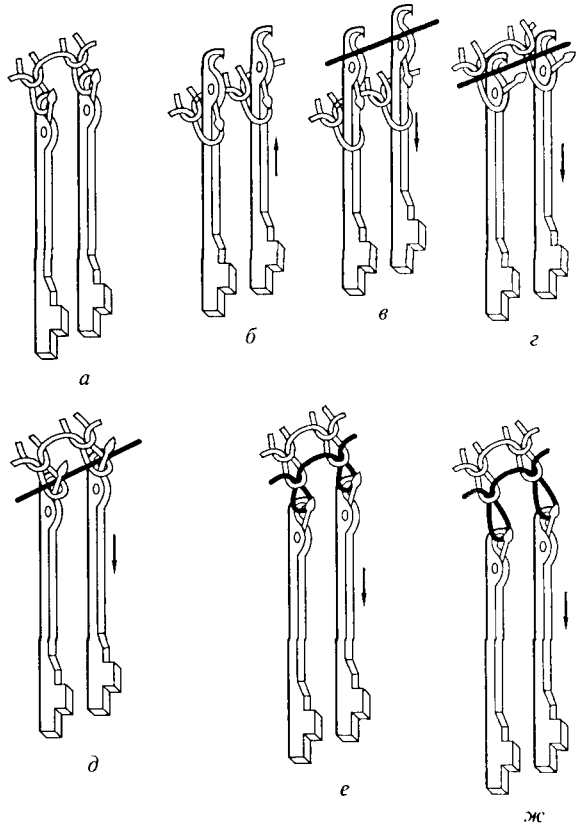


Рис. 1.33. Процесс петлеобразования поперечновязаного трикотажа:
а, *б* — заключение; *в* — прокладывание; *г* — вынесение; *д* — прессование и нанесение; *е* — сбрасывание и изгибание; *ж* — формирование

нейшем перемещении игл вверх проложенные на крючки игл нити соскальзывают на стержни (см. рис. 1.34, *в*).

Вынесение заключается в перемещении проложенных на стержни нитей под крючки игл. В рассматриваемых примерах вынесение осуществляется при движении игл вниз (рис. 1.33, *г* и 1.34, *г*).

Прессование состоит в закрытии входа под крючки игл. На язычковых иглах прессование осуществляется старыми (уже образованными) петлями, которые, перемещаясь по стержням игл вверх, надавливают на язычки, поворачивают их и тем самым закрывают вход под крючки (рис. 1.33, *д*). На крючковых иглах вход под крючки закрывается с помощью пресса. Пресс налавливает на крючок, в результате чего мысик крючка утапливается в чашу иглы (рис. 1.34, *д*).

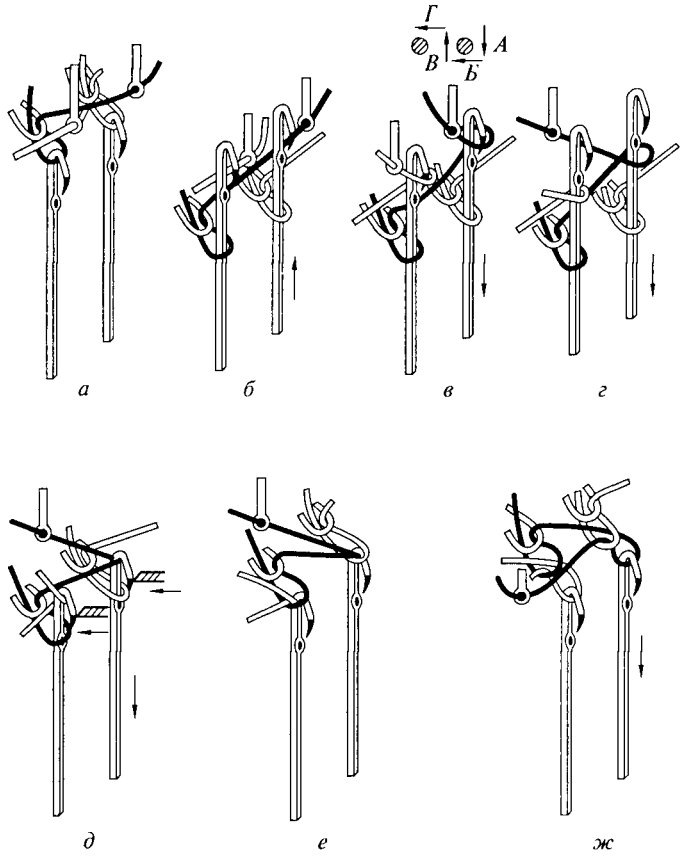


Рис. 1.34. Процесс петлеобразования основовязаного трикотажа:

а, б — заключение; *в* — прокладывание; *г* — вынесение; *д* — прессование и нанесение; *е* — сбрасывание и изгибание; *ж* — формирование

Нанесение — операция перемещения старых петель на закрытые крючки игл. В обоих примерах эта операция выполняется при перемещении игл вниз (см. рис. 1.33, *д* и рис. 1.34, *д*).

Соединение — соприкосновение старых петель с нитями, расположенными под крючками; осуществляется при опускании игл.

Кулирование, или изгибание, нитей, находящихся под крючками игл, происходит под действием старых петель, сбрасываемых с крючков.

Сбрасывание состоит в соскальзывании старых петель с крючков игл (рис. 1.33, *е* и 1.34, *е*).

Формирование новых петель из нитей, расположенных под крючками игл, осуществляется путем протягивания их через старые петли (рис. 1.33, *ж* и 1.34, *ж*).

Оттягивание заключается в повороте новых петель перпендикулярно стержням игл; оно необходимо для того, чтобы петли не мешали дальнейшему процессу петлеобразования.

Последовательность операций петлеобразования может быть различной: операция кулирования нити может выполняться после прокладывания нити (трикотажный способ петлеобразования) либо перед сбрасыванием (вязальный способ петлеобразования).

Иглы закреплены в игольнице вязальной машины. По числу игольниц различают однофонтурные вязальные машины, т.е. машины с одной игольницей, на которых вырабатывается одинарный трикотаж, и двухфонтурные вязальные машины, т.е. машины с двумя игольницами (они расположены под углом друг к другу), на которых получают двойной трикотаж. По конструкции игольниц различают кругловязальные и плосковязальные машины. На кругловязальных машинах игольница расположена по окружности, что позволяет вырабатывать трикотаж в виде трубки. На плосковязальных машинах установлена прямолинейная игольница, поэтому трикотаж получают в виде плоского полотна. Класс вязальных машин определяется числом игл, приходящихся на условную единицу длины игольницы. Чем тоньше иглы и чаще их расположение, тем выше класс машины и тем более тонкое и плотное полотно можно вырабатывать на ней. Некоторые вязальные машины снабжены специальными механизмами для создания разнообразных рисунчатых переплетений.

Кулирное трикотажное полотно получают на кругловязальных однофонтурных и двухфонтурных машинах. Так как процесс образования петель одного ряда в поперечновязаном полотне последовательный, то по окружности игольницы устанавливается несколько петлеобразующих систем. На современных высокопроизводительных кругловязальных машинах их число достигает 80—100. Это позволяет за один оборот игольницы провязать такое же число петельных рядов. Поперечновязаный трикотаж можно вырабатывать и на плосковязальных машинах, производительность которых по сравнению с кругловязальными машинами меньше, а технологические возможности больше. На плосковязальных машинах можно вывязывать детали изделий и изделия целиком, что обеспечивает значительную экономию сырья и снижение затрат на пошив по сравнению с изготовлением кроеных изделий.

Основовязаный трикотаж получают на плоских основовязальных машинах рашель и вертелка. Основовязальные машины обладают высокой скоростью вязания (до 2000 рядов в минуту), что в сочетании с большой рабочей шириной машины (190—530 см) обусловливает их высокую производительность.

Структура трикотажных полотен и ее характеристики. Структура трикотажного полотна определяется формой и размерами элементарных звеньев, их взаимным расположением и связями. Поэтому

одной из основных структурных характеристик трикотажных полотен является *вид переплетения*, определяющий число и виды элементарных звеньев и их взаимосвязь. От вида переплетения во многом зависят внешний вид и физико-механические свойства трикотажного полотна.

Трикотажные полотна вырабатываются разнообразными переплетениями, которые могут быть подразделены на главные, производные, рисунчатые (узорные) и комбинированные (схема 1.4). Главные переплетения имеют элементарные звенья одинаковой формы в виде петель. К ним относятся гладь, ластик, цепочка, трико, атлас, ластичное трико, ластичный атлас и др.

В полотнах переплетения *гладь* петли расположены так, что лицевая сторона образуется петельными палочками, перекрывающими игольные дуги и протяжки (рис. 1.35). Поэтому лицевая сторона трикотажа гладкая, ровная, с четко выраженными петельными столбиками, идущими вдоль полотна. Изнаночную сторону образуют игольные дуги и протяжки, что создает на ее поверхности поперечные полосы. Трикотажное полотно переплетения гладь легко распускается в направлении вязания и в направлении, обратном вязанию; оно закручивается по краям, причем по линии петельного столбика — на изнаночную сторону, а по линии петельного ряда — на лицевую. Это связано с неуравновешенностью внутренних напряжений в петлях, расположенных вблизи краев полотна. Закручиваемость трикотажа приводит к ряду трудностей при его отделке, раскрое и пошиве изделий. Переплетение гладь широко используется при вязании полотен для спортивных, бельевых и верхних изделий.

Для полотен, выработанных переплетением *ластик*, характерно чередование в ряду лицевых и изнаночных петель (рис. 1.36). В связи с перекручиванием соединительных протяжек изнаночные петельные столбики заходят за лицевые, в результате чего лицевая и изнаночная стороны полотна кажутся образованными лицевыми столбиками. Порядок чередования лицевых и изнаночных петельных столбиков в полотнах может быть различным: один лицевой и один изнаночный (ластик 1 + 1), два лицевых и два изнаночных (ластик 2 + 2), два лицевых и один изнаночный (ластик 2 + 1) и т. д. Распускаемость полотна переплетения ластик по сравнению с полотном переплетения гладь меньше; такое полотно распускается только в направлении, обратном вязанию; по краям полотно не закручивается. Трикотаж переплетения ластик используется для изготовления бельевых, спортивных и верхних изделий.

В переплетении *изнаночная гладь* ряды лицевых петель чередуются с рядами изнаночных петель, в результате чего ряды игольных дуг и протяжек выходят попеременно то на лицевую, то на изнаночную сторону полотна. Поэтому обе стороны имеют одинаковый внешний вид, похожий на изнаночную сторону полотна

Схема 1.4. Классификация трикотажных полотен

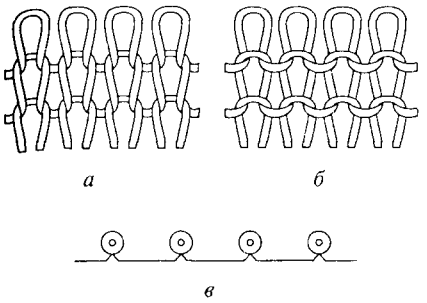


Рис. 1.35. Переплетение гладь:

а — строение лицевой стороны; *б* — строение изнаночной стороны; *в* — графическая запись

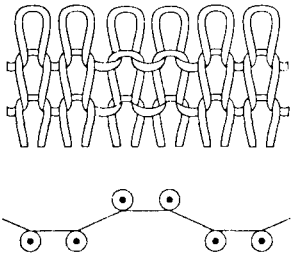


Рис. 1.36. Строение и графическая запись переплетения ластик

переплетения гладь. Трикотаж переплетения изнаночная гладь не закручивается по краям и легко распускается в направлении, обратном вязанию. Он используется для изготовления верхних изделий и головных платков.

В переплетении *цепочка* петельный столбик образуется одной нитью; этот столбик не соединяется с соседними столбиками (рис. 1.37). При вязании полотен цепочка используется только в комбинации с другими видами переплетений.

Основовязаные полотна переплетения *трико* состоят из петель с односторонними, но разнонаправленными протяжками (рис. 1.38). Из-за наличия односторонних протяжек петли в полотне располагаются зигзагообразно. Полотна переплетения трико легко деформируются и распускаются вдоль петельных столбиков при обрыве нитей. Трико используют чаще всего в сочетании с другими видами переплетений для получения полотен комбинированных переплетений.

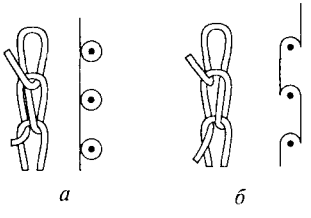


Рис. 1.37. Строение и графическая запись переплетения цепочка:

а — с закрытыми петлями; *б* — с открытыми петлями

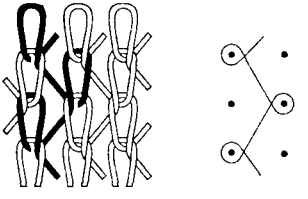


Рис. 1.38. Строение и графическая запись переплетения трико

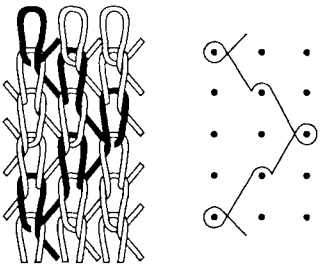


Рис. 1.39. Строение и графическая запись переплетения атлас

Основовязаные полотна переплетения *атлас* образуются путем прокладывания каждой нити последовательно на ряд игл (не менее трех) сначала в одну сторону, затем в обратную со сдвигом на один петельный шаг (рис. 1.39). Поворотные петли имеют односторонние протяжки, промежуточные петли — двухсторонние протяжки. Если поворотные петли располагаются через одинаковое число петельных столбиков, то получается трикотаж переплетения простой атлас; если же они размещаются через разное число петельных столбиков, то образуется трикотаж переплетения сложный атлас. Полотно переплетения атлас распускается вдоль петельных столбиков *при обрыве нитей*; *закручивается по краям*. Оно используется для изготовления бельевых изделий, блузок, детских и женских платьев и т. п.

Полотна переплетений *ластичное трико* и *ластичный атлас* отличаются соответственно от полотен переплетений трико и атлас порядком чередования лицевых и изнаночных столбиков. Они используются при изготовлении верхней одежды, перчаток и варежек.

Полотна производных переплетений образуются на базе главных переплетений путем соединения элементарных звеньев в виде петель с удлиненными протяжками через 1, 2 и более петельных столбиков. Петельные столбики в трикотажных полотнах производных переплетений располагаются с большей плотностью, чем в полотнах главных переплетений, без заметных промежутков между ними, вследствие чего полотна обладают большей прочностью, меньшей растяжимостью в поперечном направлении, повышенной сопротивляемостью к распусканию петель при обрыве нитей. Наибольшее распространение в производстве трикотажа получили переплетения, 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) (рис. 1.40 и 1.41).

В полотнах переплетения *двугладь* петельные столбики двух переплетений гладь чередуются и вплотную, без промежутков, прилегают друг к другу. Такие полотна обладают большей плотностью, меньшей растяжимостью и распускаемостью, повышенной закручиваемостью по сравнению с полотнами переплетения гладь. Они используются для изготовления верхних изделий.

В трикотаже переплетения *интерлок*, или двуластик, сочетаются два сложенных друг с другом ластика (см. рис. 1.40). Петельные

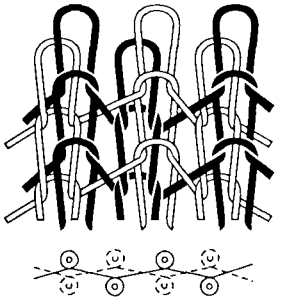


Рис. 1.40. Строение и графическая запись переплетения двуластик (интерлок)

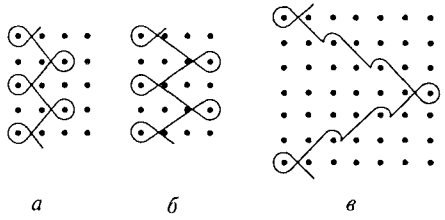


Рис. 1.41. Графическая запись производных переплетений основовязаного трикотажа: *а* — сукна; *б* — шарме; *в* — атласа-сукна

столбики одного из ластиков располагаются против петельных столбиков другого ластика, причем изнаночной стороной внутрь, в результате чего лицевая и изнаночная стороны трикотажа одинаковы и образованы лицевыми столбиками. Полотно переплетения интерлок обладает повышенной упругостью, хорошими теплозащитными свойствами, малой растяжимостью по сравнению с полотном переплетения ластик. Оно имеет красивый внешний вид и широко используется для изготовления бельевых и верхних изделий.

В полотнах переплетений *сукно*, *шарме* (производные трико) и *атлас-сукно*, *атлас-шарме* (производные атласа) каждая нить образует петли не в соседнем петельном столбике, а через 1 или 2 столбика. В связи с этим на изнаночной стороне таких полотен расположены длинные протяжки, образующие так называемые ложные поперечные столбики. Чем длиннее протяжки и заметнее их наклон, тем больше поверхностная плотность полотна, меньше его растяжимость в поперечном направлении, больше блеск. Основовязаные полотна производных переплетений используются для получения таких изделий, как блузки, женские платья, костюмы и т. п.

К классу рисунчатых относятся полотна, при образовании которых на базе главных и производных переплетений используются дополнительные элементы структуры (наброски, протяжки, нити) или изменения формы, размеров и взаимного расположения петель, позволяющие получить трикотаж с новыми свойствами.

Рисунчатые полотна *футерованных* переплетений (рис. 1.42, *а*) получают путем ввязывания в грунт с изнаночной стороны прокладочных (футерных) нитей высокой линейной плотности. На изнаночной стороне такого трикотажа образуется плотный начес. Прокладочные нити не формируют петли, а прикрепляются к грунту протяжками. Трикотаж футерованных переплетений широко

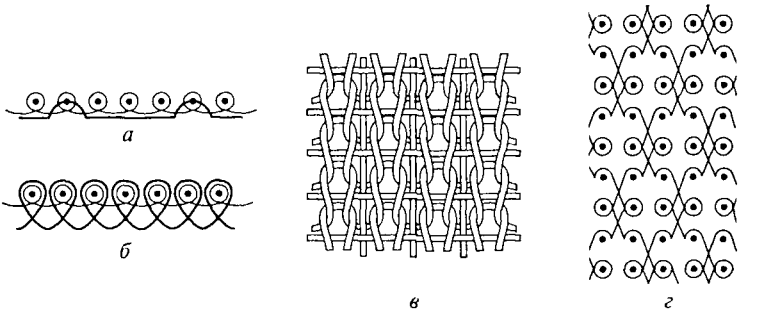


Рис. 1.42. Рисунчатые переплетения:

а — графическая запись футерованного переплетения; *б* — то же, плюшевого переплетения; *в* — строение уточного переплетения; *г* — графическая запись филейного переплетения

используется для изготовления бельевых, спортивных и детских изделий.

Полотна *плюшевых* переплетений (рис. 1.42, *б*) получают вязыванием в грунт ворсовых нитей с сильно вытянутыми протяжками, из которых на полотне создается ворс. Ворс может быть разрезным и неразрезным, он может располагаться на одной или обеих сторонах полотна. Трикотаж плюшевого переплетения обладает повышенными теплозащитными свойствами.

В полотнах *уточных* и *основоуточных* переплетений между остовами и протяжками петель прокладываются дополнительные продольные (основные) или поперечные (уточные) нити, не образующие собственных петель. Прокладывание и закрепление нитей в грунте может быть различным: свободным, с обвивкой протяжек грунтовых петель, с обвивкой остовов петель. Прокладываемая нить может служить в качестве связующей, она может применяться для создания рисунка на поверхности полотна, для снижения растяжимости тканеподобного полотна (рис. 1.42, *в*).

Полотна *неполных* переплетений имеют участки, в которых пропущены петельные столбики или отдельные петли. Получение этих участков достигается путем выключения отдельных игл из работы в процессе вязания. Благодаря этому на полотне создается ажурный эффект.

Трикотаж *ажурных* переплетений получают путем переноса отдельных петель на петли соседних петельных столбиков, в результате чего на полотне в определенном заданном порядке образуются отверстия, создающие разнообразные ажурные рисунки.

В трикотажных полотнах *филейных* переплетений (рис. 1.42, *г*) отсутствуют связи между некоторыми соседними петельными столбиками, вследствие чего на полотне образуются отверстия различных размеров и формы, создающие разнообразные рисунки, подобные ажурным.

Полотна *прессовых* переплетений 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 полотна носит название *фанг*; если петельные столбики прессовых петель чередуются с обычными петельными столбиками, то переплетение называют *полуфанг*. С помощью прессовых переплетений можно получать полотна с разнообразными цветными, ажурными, оттеночными и рельефными эффектами. Прессовые переплетения широко используются при выработке полотна для верхних изделий.

При вязании полотен *жаккардовых* переплетений иглы включаются в работу выборочно согласно заданному рисунку (узору). В отличие от полотен прессовых переплетений при образовании трикотажа жаккардового переплетения нить прокладывается только на те иглы, с которых сбрасываются старые петли. Поэтому в местах пропущенных петель сзади старых петель располагаются протяжки. Трикотажные полотна жаккардовых переплетений вырабатываются как гладкими, так и пестровязаными с мелким и крупным рисунком. Большое распространение получил трикотаж двойного жаккардового переплетения, особенностью которого является то, что на отдельных участках его вывязываются параллельно два слоя, соединенных между собой по контуру рисунка. В результате на полотне образуется рельефный рисунок, а благодаря воздушным прослойкам между слоями эти полотна обладают высокими теплозащитными свойствами.

К классу комбинированных относятся трикотажные полотна, переплетения которых состоят из совокупности нескольких видов переплетений различных классов. Количество различных вариантов комбинированных полотен неограниченно велико. Используются сочетания двух или более переплетений главного, производного и рисунчатого классов по рядам или столбиками, поперечновязаных (кулирных) переплетений с основовязаными переплетениями.

Из поперечновязаных комбинированных переплетений наиболее распространены различные виды переплетений типа *пике*. Примером может служить четырехкомпонентный комбинированный трикотаж (рис. 1.43, *а*), состоящий из чередующихся рядов: неполной глади, ластика 1 + 1, неполной глади и ластика 2 + 1. При этом ластики образуют лицевую и изнаночную стороны, неполная гладь — только изнаночную сторону. Такие переплетения используются при выработке полотен для изготовления женских платьев и костюмов.

Трикотажные полотна можно вязать переплетениями, представляющими собой соединение двух, трех видов основовязаных пере-

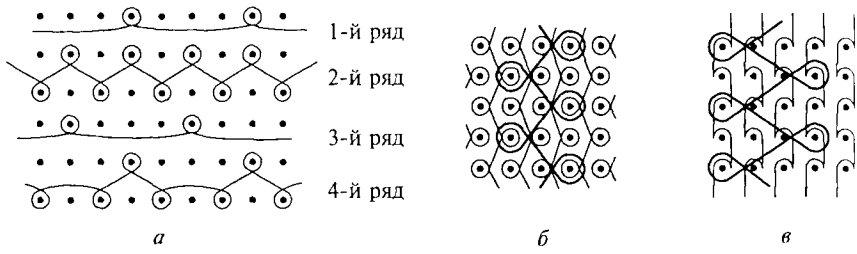


Рис. 1.43. Графическая запись комбинированных переплетений:
а — пике; *б* — трико-сукно; *в* — цепочка-шарме

плетений, например *трико-трико*, *трико-сукно* (рис. 1.43, *б*), *цепочка-шарме* (рис. 1.43, *в*) и др. Такие полотна обладают повышенным заполнением поверхности, продольной ориентацией петель в столбиках, большей формоустойчивостью и меньшей растяжимостью.

Переплетения трикотажа характеризуются *раппортом* — наименьшим числом рядов (раппорт по длине) или петельных столбиков (раппорт по ширине), после которых порядок чередования элементарных звеньев повторяется.

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 $П_г$ или по вертикали $П_в$ определяется как

$$П_г = 100/A;\ П_в = 100/B.$$

Длина нити в петле $l_п$, 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 $E_г$ или вертикального $E_в$ участка трикотажа занята диаметрами нитей $d_н$:

$$E_г = 100 \cdot 2d_н/A = 2d_н П_г;\ E_в = 100 \cdot d_н/B = d_н П_в.$$

Поверхностное заполнение $E_п$, %, показывает, какую часть от площади, занимаемой петлей, составляет площадь проекции нити в петле:

$$E_п = 100(d_н l_п - 4d_н^2)/(AB).$$

Объемное заполнение E_V, %, и заполнение по массе E_m, %, трикотажа подсчитывают по формулам, аналогичным для ткани:

$$E_V = 100\delta_т/\delta_н;\ E_m = 100\delta_т/\gamma.$$

В качестве характеристик заполнения трикотажа проф. А. С. Далидович предлагает использовать различные модули петли.

Линейный модуль m показывает, какое число диаметров нити укладывается в длине нити петли, т. е.

$$m = l_п/d_н,$$

где $d_н$ — диаметр нити.

Поверхностный модуль $m_п$ — отношение площади одной петли в трикотаже к площади, занимаемой нитью петли:

$$m_п = AB/(l_п d_н).$$

Из приведенных формул видно, что чем меньше модуль петли трикотажа, тем выше степень его заполнения, меньше пористость и больше объемная масса.

1.2.4. Вязанотканые полотна

Своеобразное сочетание ткачества и трикотажного вязания положено в основу нового способа производства текстильного материала, называемого вязанотканым.

Для изготовления вязанотканого полотна разработана машина «Метап» (Чехия) на базе классического ткацкого станка, на котором подача нитей основы и образование зева нитями основы выполняются обычными способами. Особенность машины «Метап» состоит в прокладывании нитей утка. Между группами нитей основы (рис. 1.44, *а*) установлены вязальные язычковые иглы, против которых расположены ушковые нитепрокладчики. Одновременно прокладывается столько нитей утка, сколько игл установлено по ширине машины. При образовании зева язычковые иглы выдвигаются вперед и выполняется операция заключения (рис. 1.44, *б*). Ушковые нитепрокладчики отклоняются в зеве вправо и прокладывают нити утка на соседние иглы (рис. 1.44, *в*), затем возвращаются в исходное положение. Язычковые иглы отходят назад, при этом выполняются все последующие операции петлеобразования, а зев закрывается (рис. 1.44, *г*). При повторении операций нитепрокладчики отклоняются влево и после прокладывания нитей на

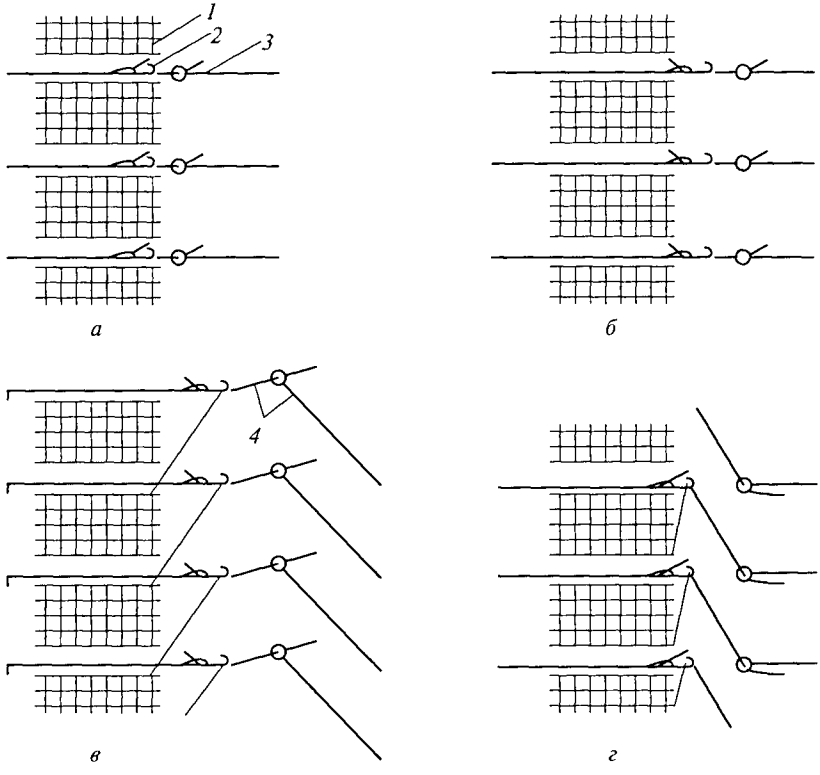


Рис. 1. 44. Схема образования вязанотканого полотна:

а — исходная позиция; *б* — заключение; *в* — прокладывание нитей утка; *г* — возвращение ушкового нитепрокладчика в исходное положение; *1* — нити основы; *2* — язычковая игла; *3* — ушковый нитепрокладчик; *4* — нить утка

соседние слева иглы опять возвращаются в исходное положение. Далее цикл прокладывания и провязывания нитей утка повторяется.

Вязанотканое полотно (рис. 1.45) состоит из полосок ткани, между которыми располагаются петельные столбики, образованные нитями утка и соединяющие полоски ткани в единое полотно.

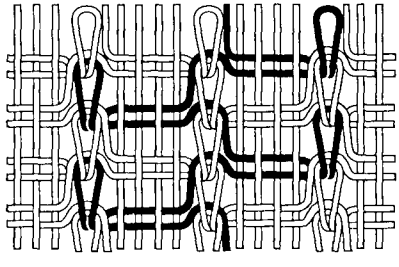


Рис. 1.45. Схема переплетения вязанотканого полотна

В связи с особенностями прокладывания нитей утка их расположение в структуре тканых полосок попарное. Так как значительную часть (76—85 %) вырабатываемого вязанотканого полотна составляет ткань, то оно обладает в основном свойствами тканей. Однако наличие петельных столбиков в структуре полотна повышает его растяжимость в поперечном направлении, улучшает проницаемость, придает мягкость и драпируемость.

Рассмотренным способом могут вырабатываться шерстяные, шелковые, хлопчатобумажные и льняные полотна различного назначения. Характерная особенность их внешнего вида — продольный рубчик; эта особенность несколько ограничивает ассортимент получаемых материалов. Способ получения вязанотканых полотен весьма перспективный. Производительность машины «Метап» в 1,6—2,3 раза выше производительности бесчелночных ткацких станков.

1.2.5. Нетканые полотна

Нетканными называют текстильные полотна, изготовленные из одного или нескольких слоев текстильных материалов (иногда в сочетании их с нетекстильными материалами), элементы структуры которых скреплены различными способами.

Основой нетканых полотен могут служить волокнистый холст, система нитей, ткань или трикотажное полотно и разнообразные их комбинации. В качестве элементов структуры могут быть использованы и нетекстильные материалы, в частности полимерные пленки или сетки. Скрепление структурных элементов нетканых полотен осуществляют различными способами: провязыванием нитями и волокнами, иглопробиванием, склеиванием, сваркой, свойлачиванием и др.

Разнообразие способов производства нетканых полотен положено в основу их классификации (схема 1.5). По способам скрепления различают нетканые полотна трех классов: скрепленные механическим, физико-химическим и комбинированным способами. Классы полотен, в свою очередь, подразделяются на подклассы. Далее деление полотен ведется на группы в зависимости от вида основы материала: холст, система нитей, каркас и их различные сочетания.

Строение нетканых полотен. Структура нетканых полотен в значительной степени определяется способом производства. Технологический процесс изготовления нетканых полотен складывается из двух этапов: подготовки основы (холста, системы нитей, ткани и т.п.) и ее скрепления.

Подготовка волокнистого холста заключается в подборе смеси волокон и нитей, разрыхлении, смешивании, очистке и прочесывании волокнистой массы и формировании холста. Для производ-

Схема 1.5. Классификация нетканых полотен

ства нетканых полотен широко используются волокна и нити натуральные (хлопковые, шерстяные, льняные) и химические (вискозные, капроновые, лавсановые, нитроновые и др.) в различных сочетаниях, что позволяет получать материалы с разнообразными свойствами. В производстве нетканых полотен некоторых видов применяют волокна как стандартной длины, так и короткие (не менее 3 мм), отходы прядильного производства, утильные волокна, что дает возможность с большим экономическим эффектом использовать волокнистое сырье. Для образования волокнистой массы в зависимости от вида перерабатываемого сырья используют машины разрыхлительного, трепального и чесального отделений прядильного производства.

Формирование холста может быть осуществлено несколькими способами: механическим, аэродинамическим, гидродинамическим и электростатическим. При механическом способе прочесы с чесальных машин укладываются друг на друга с помощью транспортирующих лент.

В зависимости от направления укладывания прочесов различают холсты с разной ориентацией в них волокон: продольной, продольно-поперечной, диагональной. Все холсты с ориентированным расположением волокон имеют слоистую структуру.

При аэродинамическом способе волокнистый холст формируется воздушным потоком из отдельных волокон на поверхности сетчатого барабана (конденсера) или транспортирующей ленты. Гидродинамический способ формирования основан на диспергировании волокон в жидкости и последующем осаждении и укладывании их на сетчатых транспортирующих лентах. При электростатическом способе формирование волокнистого холста происходит путем перемещения и осаждения электростатически заряженных волокон в электрическом поле. При аэродинамическом, гидродинамическом и электростатическом способах формирования получают бесслойные холсты с неориентированным, хаотическим расположением волокон.

Характер расположения волокон в холсте в значительной степени определяет многие физико-механические свойства нетканых полотен, в частности их прочность в продольном и поперечном направлениях. Часто для повышения прочности волокнистого холста на его поверхности или между слоями располагают каркас в виде поперечной системы нитей, сетки из нитей основы и утка, уложенных друг на друга, редкой ткани или трикотажа. При подготовке систем нитей, ткани, трикотажа используют различные виды пряжи и комплексных нитей. Эти виды основы нетканых полотен изготавливают соответственно на прядильных, ткацких и трикотажных предприятиях. Структурные элементы основы нетканых полотен скрепляют по механической, физико-химической или комбинированной технологии.

Механическая технология скрепления основана на воздействии рабочих органов оборудования на обрабатываемый волокнистый материал. При этом используются вязально-прошивной, иглопробивной, струйный и валяльный способы соединения, из которых наибольшее распространение имеет вязально-прошивной способ.

Вязально-прошивной способ заключается в провязывании основы в виде холста, системы нитей, ткани и т.п. нитями. Основа провязывается нитями на вязально-прошивной машине, которая является разновидностью трикотажной основовязальной машины, с помощью пазовых игл. Крючки игл для облегчения прокалывания заострены. Для провязывания основы нетканых полотен применяются переплетения цепочка, трико, сукно, шарме, филейные, плюшевые, комбинированные и др. В зависимости от вида провязываемой основы различают холстопрошивные, нитепрошивные и каркасопрошивные полотна. Холстопрошивные нетканые полотна получают на вязально-прошивных машинах. Волокнистый холст (рис. 1.46) с помощью транспортирующей ленты подается в зону вязания. Пазовые иглы прокалывают снизу вверх волокнистый холст и захватывают провязывающие нити, которые подают ушковины. Нити сматываются с навоя. При обратном ходе пазовые иглы протягивают нити через холст, образуя основовязаное переплетение. Готовое полотно наматывается на товарный валик. Холстопрошивное полотно представляет собой холст, заключенный внутри редкого трикотажного переплетения, на лицевой стороне которого располагаются петельные столбики, а на изнаночной — зигзагообразные протяжки (рис. 1.47). Его разновидность — полотно, представляющее собой волокнистый холст, провязанный волокнами этого же холста. Для получения такого полотна достаточной прочности необходимо, чтобы длина волокон в холсте была 60—120 мм, а ориентация волокон — преимущественно поперечная.

Получение нитепрошивных нетканых полотен аналогично получению холстопрошивных полотен, только в зону вязания пода-

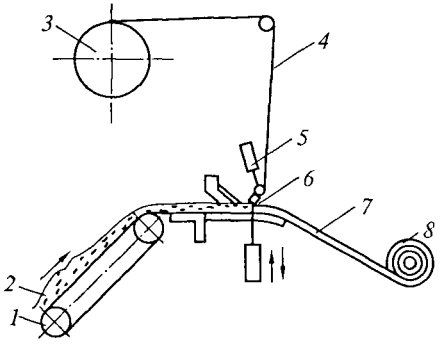


Рис. 1.46. Схема получения нетканого полотна вязально-прошивным способом:

1 — транспортирующая лента; *2* — холст; *3* — навой; *4* — провязывающая нить; *5* — ушковина; *6* — пазовая игла; *7* — холстопрошивное полотно; *8* — товарный валик

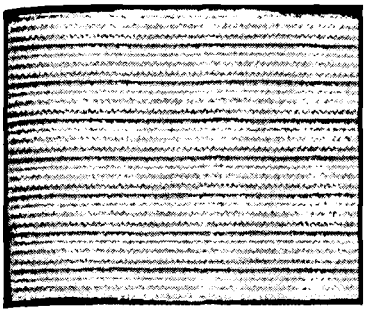


Рис. 1.47. Холстопрошивное нетканое полотно, провязанное переплетением цепочка-трико

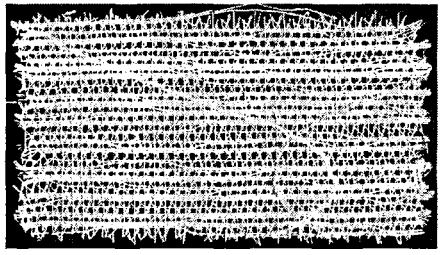


Рис. 1.48. Нитепрошивное нетканое полотно

ются одна (уток) или две (уток и основа) системы нитей, которые провязываются третьей системой (рис. 1.48).

Нетканые нитепрошивные полотна можно вырабатывать плюшевым переплетением, что позволяет получать махровые и ворсовые полотна.

Каркасопрошивные нетканые полотна получают аналогичным образом, провязывая на каркасной основе петли с удлиненными протяжками. В этом случае при использовании нитей различных видов можно изготовлять материалы типа махровых, плюшевых, искусственный мех и т. п. В качестве каркасной основы используют ткань (тканепрошивные полотна), трикотаж, нетканый материал. Разновидностью каркасопрошивных полотен являются полотна, в которых каркасный материал провязывается волокнами холста, укладываемого на каркас. В результате на изнаночной стороне полотна располагаются волокнистые петли, а на лицевой стороне образуется сплошной волокнистый застил. Таким способом можно получать прокладочные материалы для одежды и искусственный мех.

Иглопробивной способ получения нетканых полотен состоит в том, что волокнистый холст прокалывается (пробивается) специальными иглами, имеющими трехгранную, квадратную или ромбовидную форму лезвия, на ребрах которого расположены зазубрины (рис. 1.49). Волокнистый холст (рис. 1.50) подается с помощью транспортирующей ленты в зону иглопрокалывания между прокладочным и очистительным столами. Столы имеют отверстия для прохождения игл и фиксирования положения холста при прокалывании. Иглы закреплены на игольной доске, совершающей движение вверх и вниз по вертикали.

Проходя через холст, иглы захватывают зазубринами пучки волокон и протаскивают их через толщину холста. В результате в структуре холста (рис. 1.51) изменяются расположение волокон, их ориентация. В местах проколов образуются пучки волокон, расположенные перпендикулярно плоскости холста; с помощью этих пуч-

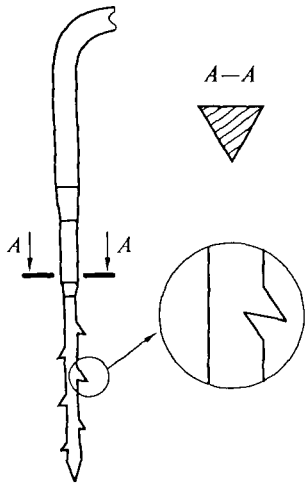


Рис. 1.49. Игла, применяемая для получения нетканых полотен иглопробивным способом

ков происходит связывание структурных элементов полотна. Волокна располагаются в пучке в виде воронки, расширяющейся в месте входа иглы в холст. Прочность связывания холста зависит от его толщины и частоты проколов: чем больше толщина полотна и частота проколов (а следовательно, частота расположения пучков волокон), тем выше прочность связывания.

Струйный способ скрепления волокнистого холста основан на воздействии на него тонкими струями жидкости или газа, которые выбрасываются из сопел под давлением 1,4—32,4 МПа со скоростью 15—30 м/с. Наиболее распространено применение струй воды. Холст располагается на сетчатом транспортере и подвергается одностороннему или двухстороннему воздействию струй воды, в результате чего происходит перепутывание волокон в холсте с образованием достаточно прочного материала. Подача струй воды может быть непрерывной и пульсирующей. Прочность скрепления холстов зависит от давления, числа сопел на единице площади холста, скорости его подачи к струйному устройству. Большое влияние на структуру и внешний вид нетканого материала оказывает структура подложки — сетки, на которой помещается холст. Если подложка имеет рельефную структуру, то струи воды, ударяясь о рельефы, отклоняются и вторично воздействуют на холст. В результате связующие уплотненные пучки волокон располагаются не только вертикально к поверхности холста, но и горизонтально или наклонно. При этом волокна, попавшие в углубление подложки, перепутываются интенсивнее и образуют на поверхности полотна рисунчатые эффекты.

Иглопробивной и струйный способы можно рассматривать как способы предварительного скрепления холстов, так как получаемые полотна обладают значительным удлинением и большой долей необратимой деформации.

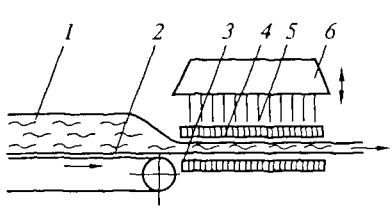


Рис. 1.50. Схема получения нетканого полотна иглопробивным способом:
1 — холст; *2* — транспортирующая лента; *3* — прокладочный стол; *4* — очистительный стол; *5* — иглы; *6* — игольная доска

Рис. 1.51. Ориентация волокон в иглопробивном нетканом полотне

Валяльный способ производства нетканых полотен — один из древнейших способов получения текстильных материалов. Он заключается в уплотнении волокнистой массы при совместном действии влаги, тепла и механической нагрузки. Наиболее прочные и плотные полотна получают из шерстяных волокон — единственного вида волокон, обладающего необходимыми для этого способа свойствами: эластичностью, извитостью и разницей в тангенциальном сопротивлении вдоль и против чешуек поверхности волокна. Применение других видов волокон неэффективно: получаемые полотна легко расслаиваются. В производстве нетканых полотен валяльным способом обычно обрабатывают холст с проложенным внутри каркасом из системы нитей.

Физико-химическая технология получения нетканых полотен основана на адгезионном или аутогезионном скреплении волокон холста, системы нитей и текстильных материалов. Адгезионное соединение (склеивание) волокон и нитей обеспечивается полимерными связующими веществами (клеями). Аутогезионное соединение волокон и нитей в местах контактов происходит в условиях, обеспечивающих размягчение поверхностного слоя волокон и их слипание (сварку).

Для производства нетканых полотен используют полимерные связующие, доля которых в полотне составляет около 0,3. Они являются такой же важной составной частью нетканого полотна, как волокна и нити, и обеспечивают прочное соединение структурных элементов. В качестве связующих веществ используют полимеры трех типов: термопластичные, термореактивные и на основе каучуков (резины).

Термопластичные связующие представляют собой полимеры, способные при нагревании или растворении размягчаться и склеивать структурные элементы основы. К ним относятся полиэтилен, поливинилацетат, поливиниловый спирт, полипропилен, полиуретаны, производные целлюлозы и др. Термопластичные связующие применяют в различных видах: растворы полимеров, водные дисперсии, порошки, фибриды, волокна, пленки, сетки. Их наносят предварительно на волокна из расплава или растворов (комбинированные волокна) или вводят в состав волокон при их формовании (бикомпонентные волокна).

Термореактивные связующие затвердевают в результате химических реакций с образованием необратимой трехмерной структуры. Основой для них служат фенолформальдегидные, эпоксидные,

полиэфирные и другие синтетические и природные смолы. В производстве бытовых нетканых полотен термореактивные связующие используются редко, так как придают полотнам повышенную жесткость.

Связующие на основе каучуков затвердевают в результате вулканизации. Они широко применяются в виде водных дисперсий синтетических каучуков (латексы) с добавлением термореактивных связующих.

Склеивание жидкими связующими — один из самых распространенных способов получения клееных нетканых полотен. Он состоит из операций пропитывания основы (холста, системы нитей и т. п.), сушки и термообработки. Введение связующего в основу нетканого полотна может осуществляться различными способами. При полном погружении холста в раствор с последующим отжимом связующее равномерно распределяется по всей основе с образованием максимального количества склеек между волокнами, что придает материалам повышенную жесткость. При плюсовании холст пропускается между двумя валами машины, куда подается жидкое связующее. При этом способе часто используют вспененное связующее, что придает готовому полотну повышенную упругость, пористость, воздухопроницаемость и уменьшает его поверхностную плотность. Пропитывание связующим, распыленным над движущимся холстом, с использованием вакуумного отсоса для более глубокого проникания его в структуру обусловливает уменьшение количества склеек и получение более мягкого полотна.

Подобного эффекта можно достичь путем пропитывания холста методом печати — локального нанесения загущенного связующего на холст по определенному рисунку в виде точек, колец, петель, ромбов и т. п. Последующая термообработка способствует прочному склеиванию структурных элементов нетканого полотна в результате вулканизации каучука или размягчения термопластичного связующего. Однако при сушке и термообработке возможна миграция частиц связующего к поверхностным слоям, что может вызвать расслаивание волокнистого холста.

Склеивание твердыми связующими основано на скреплении волокон и нитей основы нетканого полотна термопластичными связующими при нагревании, которые вводятся в структуру основы на этапе подготовки волокнистой массы в виде порошка, легкоплавких волокон, фибридов, комбинированных и бикомпонентных волокон; при формовании холста — в виде каркасных элементов: пленок, сеток, систем легкоплавких нитей; в готовый холст — в виде порошка. Нагревание осуществляется путем термопрессования или термоконтактной сварки по всей площади; если же в отдельных местах, то используют гравированные валы или электроды различной формы. При нагревании частицы порошка, легко-

плавкие волокна и нити, фибриды, пленки расплавляются и образуют склейки между волокнами и нитями, причем часть связующего остается вне склеек. В отличие от них комбинированные и бикомпонентные волокна при нагревании не теряют форму, а только оплавляются по поверхности и образуют склейки только в местах контактов волокон, создавая идеальную точечную структуру склеенного холста. Изменяя толщину легкоплавкой оболочки комбинированных волокон, их соотношение с обычными волокнами в холсте и режимы прессования, можно получать материалы различной структуры: от объемных пористых до материалов, состоящих из сплошной пленки связующего, армированного волокнами.

Бумагоделательный способ получения нетканых полотен основан на формовании волокнистого холста гидродинамическим способом из суспензии волокон, содержащей связующее. Технологический процесс состоит из операций подготовки суспензии волокон, отливки полотна на бумагоделательной машине, обезвоживания, сушки и термообработки. Этот способ весьма перспективный, так как позволяет использовать любое сырье, короткие волокна (2—6 мм) и высокопроизводительное оборудование. В настоящее время таким способом получают полотна медицинского назначения (для белья, халатов, салфеток и т.п.).

Фильерный способ производства нетканых полотен заключается в аэродинамическом формовании волокнистого холста непосредственно из расплава или раствора полимера (рис. 1.52). Тонкие струйки полимера поступают из отверстий фильеры в обдувочную шахту, где при воздействии потока воздуха происходят вытягивание и затвердевание нитей. Из шахты нити подаются на транспортирующую ленту, где формуется волокнистый холст. Возможны два варианта формования холста: горячий и холодный. При горячем режиме нити в момент укладывания размягчены настолько, что в местах контактов возможно образование склеек вследствие аутогезии без введения связующего. Однако в этом случае механические свойства нитей весьма низкие, так как из-за слабой вытяжки и происходящей релаксации при укладывании структура волокон слабо ориентирована. Подобным способом получают клеевую паутинку для склеивания деталей одежды. При холодном формова-

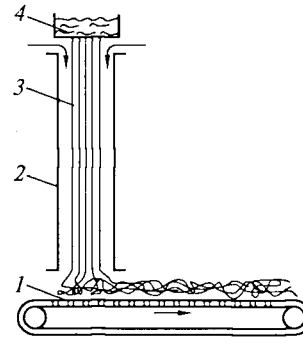


Рис. 1.52. Схема получения нетканого полотна фильерным способом:

1 — транспортирующая лента; *2* — обдувочная шахта; *3* — струйки полимера; *4* — фильера

нии холста нити к моменту укладывания полностью затвердевают, поэтому для их скрепления вводят связующее, а затем проводят термофиксацию.

Фильерный способ получения нетканых клееных полотен относится к наиболее перспективным. По прогнозам специалистов в ближайшие годы объем производства нетканых полотен фильерным способом достигнет 30 % общего объема и в дальнейшем будет увеличиваться. Это связано с высокой производительностью установок, упрощением процесса формования холста, применением химических нитей и возможностью выработки широкого ассортимента полотен.

Комбинированная технология получения нетканых полотен основана на сочетании механических и физико-химических способов скрепления. Варианты сочетаний способов могут быть различными: например, предварительное иглопробивное или струйное скрепление холста и последующее соединение его связующим; прошивание каркаса ворсовыми нитями и закрепление их с помощью связующих реагентов и т.п. К комбинированному способу можно отнести струйную обработку холста, содержащего легкоплавкие волокна, фибриды или бикомпонентные волокна, горячим воздухом или водой. При этом происходит не только перепутывание волокон холста, но и их термоскрепление.

Основные характеристики структуры. До сих пор нет устоявшейся классификации характеристик структуры нетканых полотен, что связано с постоянным совершенствованием технологии их изготовления и появлением все новых разновидностей структур. Поэтому в настоящее время 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 $L_в$ волокна к расстоянию a между точками скрепления волокна или его концами:

$$C = L_в/a.$$

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 $П_д$ и ширине $П_ш$ полотна на условной длине 50 мм, длина нити в петле $l_п$. Кроме них определяют длину прошивной нити L, мм, на 1 м^2 полотна:

$$L = 0{,}4П_дП_шl_п$$

и уработку $У$, %, нити:

$$У = 100(L_1 - L_2)/L,$$

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 см^2.

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.

Контактные склейки (рис. 1.53, *а*) образуются прослойкой связующего между волокнами в местах их контакта. Они характеризуются минимальными размерами и небольшой прочностью; возникают преимущественно при использовании в качестве связующего комбинированных и бикомпонентных волокон, фибридов и при горячем формовании фильерного холста.

Склейки-муфты (рис. 1.53, *б*) образуют более прочное соединение, но менее подвижное, чем контактные, так как пленка свя-

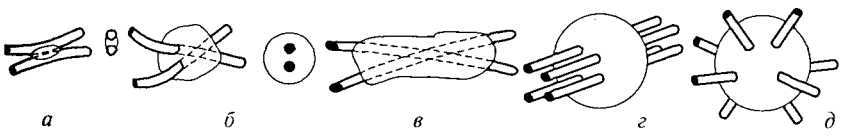


Рис. 1.53. Основные типы склеек:

а — контактная склейка; *б* — склейка-муфта; *в* — ламельная склейка; *г*, *д* — агрегатные склейки

зующего обволакивает волокна в местах пересечения. Эти склейки возникают при скреплении холстов жидкими и твердыми связующими.

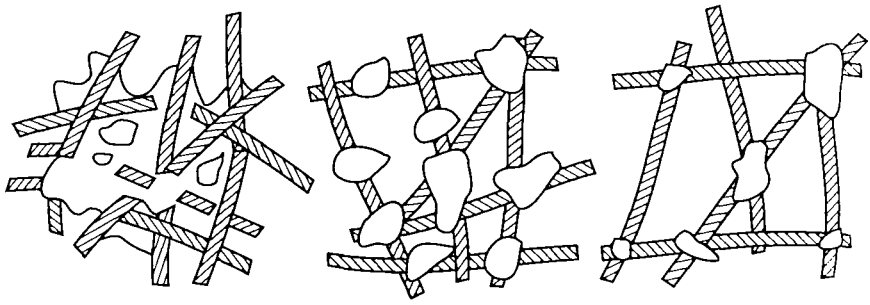
Ламельные склейки в виде пластин (рис. 1.53, *в*) являются как бы увеличенными по длине волокон муфтами, они резко ограничивают подвижность волокон в соединении. Ламельные склейки возникают преимущественно при использовании в качестве связующего латексов.

Агрегатные склейки скрепляют более двух волокон, расположенных параллельно (рис. 1.53, *г*) или хаотически (рис. 1.53, *д*). При параллельном расположении волокон конструкция склейки сочетает в себе контактную склейку и муфту, такая склейка обладает максимальной прочностью и минимальной подвижностью. При хаотическом расположении волокон прочность склейки немного ниже.

В нетканых полотнах могут встречаться одновременно склейки различных типов, долевое соотношение которых зависит от вида волокон, структуры холста, вида связующего и условий изготовления полотна. Различают три основных типа структуры нетканых клееных материалов: сегментную, агломератную и точечную.

В сегментной структуре (рис. 1.54, *а*) основную долю составляют агрегатные и ламельные склейки, которые имеют тенденцию к образованию непрерывной трехмерной сетчатой структуры внутри материала. В материалах сегментной структуры свойства определяются в большей степени свойствами связующего, чем свойствами волокон, подвижность которых крайне мала. Материалы отличаются жесткостью и малой проницаемостью.

Агломератная структура (рис. 1.54, *б*) характеризуется наличием преимущественно склеек-муфт, а также случайными скоплениями связующего различной формы. По сравнению с сегментной структурой она более подвижная и менее жесткая.



а *б* *в*

Рис. 1.54. Типы структуры нетканого материала:
а — сегментная; *б* — агломератная; *в* — точечная

В точечной структуре (рис. 1.54, *в*) присутствуют контактные склейки и склейки-муфты. В ней наиболее рационально распределяется связующее. Свойства нетканого полотна точечной структуры определяются свойствами составляющих волокон, характером их расположения и прочностью склеек. Такие полотна отличаются мягкостью, подвижностью, хорошей проницаемостью.

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:

$$K_{св} = M_{скл}/M_{св} = V_{скл}/V_{св}.$$

1.3. Отделка текстильных материалов

Текстильные материалы непосредственно после изготовления (ткань, снятая с ткацкого станка, трикотажное полотно, снятое с вязальной машины) содержат различные примеси и загрязнения, их структура и внешний вид не соответствуют предъявляемым к ним требованиям. Они имеют ворсистую поверхность, плохо смачиваются водой. Такие материалы называют суровыми, они непригодны для изготовления одежды и нуждаются в отделке.

При отделке текстильный материал приобретает требуемую структуру и внешний вид, соответствующий его назначению. Выравнивая по ширине и устраняя перекосы, материал подготавливают к раскрою в швейном производстве. В отдельных случаях путем специальной обработки материалу придают особые свойства (несминаемость, безусадочность, водонепроницаемость, огнестойкость и др.).

Технология отделки суровых текстильных материалов слагается из многочисленных химических и физико-механических обработок. В зависимости от природы волокнистого сырья, вида материала и его назначения характер и условия обработки при отделке могут меняться. Однако общая схема технологического процесса отделки различных текстильных материалов в основном одинакова и состоит из четырех переходов: подготовка материала к крашению и печатанию, крашение, печатание, заключительная отделка.

1.3.1. Подготовка материалов к крашению и печатанию

Для всех тканей подготовка начинается с приема и разбраковки суровья, выявления и устранения различных дефектов ткачества.

Хлопчатобумажные ткани. Эти ткани при подготовке проходят следующие операции.

Опаливание — обработка суровой ткани на опаливающих машинах. Они бывают двух типов: на машинах первого типа ткань опаливается нагретыми до красного каления поверхностями плит, цилиндров, желобов; на машинах второго типа — в открытом пламени газа (газоопаливающие машины ГО-240М, ГОФ-220). При опаливании одиночные волокна, выступающие на поверхности ткани, обгорают и удаляются. В результате поверхность ткани очищается. Суровье, предназначенное для получения начесных и ворсовых тканей, а также марля не опаливаются.

Расшлихтовка — удаление шлихты и части других естественных примесей для облегчения в дальнейшем отваривания и беления. Для расшлихтовки ткань замачивается в воде при температуре 30—40 °С с добавлением кислот, щелочей, окислителей (1—5 г/л) или ферментов. При этом во влажной ткани происходит гидролиз крахмала. Расшлихтованная ткань становится мягче и лучше смачивается.

Отваривание применяется для удаления из ткани остатков крахмала и содержащихся в волокнах азотистых, жировосковых и пектиновых веществ. Оно выполняется в специальных варочных котлах, где ткань обрабатывается раствором, состоящим из едкого натра, бисульфита натрия (для предохранения целлюлозы от окисления кислородом воздуха), силиката натрия (для уменьшения адсорбции загрязнений из варочного раствора на ткань). Отваривание продолжается 3—4 ч при температуре 120—130 °С. После отваривания ткань становится мягкой и лучше смачивается водой, но имеет серо-бурую окраску (более яркую, чем до отваривания).

Беление разрушает и обесцвечивает вещества, придающие волокнам серо-бурую окраску. В качестве отбеливателей применяют хлор- или кислородсодержащие окислители: гипохлорит натрия $NaClO$, хлорит натрия $NaClO_2$, пероксид водорода H_2O_2.

Мерсеризация — обработка натянутой ткани 25%-ным раствором едкого натра при температуре 15—18 °С в течение 30—50 с (суровые неотбеленные ткани обрабатываются в течение 2—3 мин). После мерсеризации ткань становится шелковистой, блестящей, повышаются ее гигроскопичность и прочность. Мерсеризованные ткани хорошо окрашиваются, приобретая устойчивую и сочную окраску. Мерсеризовать ткани целесообразно после отваривания перед белением. В этом случае эффекты мерсеризации и беления наиболее устойчивы.

Ворсование необходимо для получения нагеса на ткани (байка, фланель, бумазея, замша, сукно, вельветон и др.). Основным рабочим органом ворсовальной машины является барабан, на поверхности которого расположено от 24 до 40 валиков. Во время работы ворсовальной машины барабан вместе с валиками совершает вращательное движение; кроме того, валики вращаются вокруг своей оси. Ткань, продвигаясь по барабану, касается игольчатой поверхности валиков. Иглы выдергивают кончики воло-

кон из утка и расчесывают их в одну (четные валики), а затем в другую (нечетные валики) сторону. Для получения хорошего начеса ткань через ворсовальную машину пропускают несколько раз.

Льняные ткани. Подготовку к их отделке обычно ведут по схеме хлопчатобумажного производства, но более осторожно, повторяя операции несколько раз. Это связано с тем, что льняное волокно в отличие от хлопка содержит больше сопутствующих веществ, в том числе лигнина, который плохо удаляется. Вследствие этого льняные ткани труднее поддаются отвариванию, белению и другим видам обработок. Кроме того, приходится следить за тем, чтобы не разрушить технические волокна до элементарных и таким образом не ухудшить свойства ткани.

Льняные ткани часто вырабатывают из пряжи уже частично отбеленной. С учетом этого разрабатывается и технология отделки. Схема технологического процесса очистки и подготовки к дальнейшей обработке льняных тканей следующая: опаливание; расшлихтовка путем замачивания в теплой воде и вылеживания после этого в течение 10—12 ч; отваривание, повторяемое обычно два раза и выполняемое при более низкой концентрации щелочи, чем концентрация для хлопчатобумажных тканей; беление, производимое комбинированным гипохлоритно-пероксидным способом.

Шерстяные ткани. Подготовка суконных тканей несколько отличается от подготовки гребенных (камвольных) тканей. Ниже приводятся особенности технологического процесса отделки гребенных и суконных тканей.

Опаливанию подвергают только гребенные ткани. Оно выполняется обычно на газоопаливающей машине.

Промывка применяется для суконных и гребенных тканей в целях удаления из ткани жира, шлихты и разных загрязнений. Ткани промывают водным раствором, содержащим поверхностно-активные вещества, соду.

Заваривание — обработка расправленной ткани кипящей водой в течение 20—30 мин с последующим охлаждением. В результате заваривания снимается напряжение волокон, возникшее при прядении, фиксируется положение волокон в пряже и на поверхности ткани. Заваривание предотвращает также появление на ткани заломов (неустранимых заминов или полос на ткани). Эта обработка применяется в основном для гребенных тканей; многие из них проходят первое заваривание при промывке.

Валка используется для суконных и частично для гребенных тканей в целях уплотнения (усадки) их по основе и утку и образования на поверхности войлокообразного застила. Валку тканей выполняют на валяльной машине при температуре 38—42 °С. Суконные ткани уваливают 2—18 ч, некоторые гребенные костюмные — от 20 до 40 мин (фулеровка).

Карбонизация — обработка чистошерстяных тканей 3—6%-ным раствором серной кислоты с последующим высушиванием (при температуре 70—95 °С). При карбонизации происходит химическое разрушение растительных примесей (остатков репья, соломы и т.п.), оставшихся в ткани; шерстяные волокна при этом почти не повреждаются. Карбонизацию можно проводить перед валкой, после валки или после крашения.

Ворсование применяется для тканей, вырабатываемых с ворсом (бобрик, байка, велюр и т.п.). Его выполняют на барабанных шишечных или игольчатых ворсовальных машинах.

Шелковые ткани. Ткани из натурального шелка при подготовке подвергают *отвариванию* (*обесклеиванию*) — обработке в мыльном растворе (при температуре 92—95 °С) в течение 1—2 ч. Ткани, выработанные из одной шелковой пряжи или из шелковой пряжи в сочетании с хлопчатобумажной пряжей, перед отариванием опаливают на газоопаливающей машине.

При отваривании волокна освобождаются от серицина и различных примесей. После отваривания ткань становится значительно мягче, приобретает ровный белый с кремоватым оттенком цвет и в дальнейшем легко и равномерно окрашивается в различные цвета.

Ткани из искусственных и синтетических волокон не имеют естественных примесей и содержат в основном легкосмываемые вещества: шлихту, мыло, минеральное масло и т.п. Подготовка к отделке и очистка тканей из искусственных волокон заключаются в отваривании этих тканей в специальных аппаратах без натяжения. Для придания тканям белизны в процессе отваривания применяют пероксидную обработку.

Ткани из синтетических волокон *промывают* (при температуре 70—80 °С) в мыльном растворе, а затем *стабилизируют*. В процессе стабилизации ткань в расправленном состоянии при натяжении и фиксированной ширине подвергается кратковременному (30—50 с) действию высокой температуры (в водной, воздушной или паровой среде), а затем охлаждается холодным воздухом. Температура стабилизации устанавливается в зависимости от вида волокнообразующего полимера (190—215 °С), причем она обязательно должна быть выше температуры технологической обработки или эксплуатации материала из этого полимера, но ниже температуры его размягчения.

Стабилизация — важная технологическая операция, обеспечивающая формирование структуры и свойств материала. При стабилизации создаются условия, благоприятные для развития релаксационных процессов и снятия внутренних напряжений в материале. Ткань после стабилизации хорошо сохраняет линейные размеры и форму как при технологической обработке, так и при носке швейных изделий.

1.3.2. Крашение

Крашение — процесс нанесения красителя на текстильный материал. В результате крашения материал изменяет свой цвет, а волокна прочно удерживают окрашивающее вещество.

Согласно современной теории процесс крашения состоит из следующих стадий:

1) перемещение красителя в красильном растворе к поверхности волокна;

2) сорбция красителя поверхностью волокон;

3) диффузия красителя в структуру волокна;

4) фиксация красителя на волокне.

В период погружения текстильного материала в раствор красителя отдельные молекулы или ионы красителя адсорбируются на внешней поверхности волокон. Затем одновременно с адсорбцией происходят медленная диффузия красителя внутрь волокон и его фиксация на их внутренней поверхности. Чем меньше размер частиц красителя и больше набухает волокно, тем скорее частицы красителя проникают внутрь волокна.

Крашение текстильных материалов — сложный процесс, зависящий от ряда факторов: структуры материала, вида волокна, диффузионной способности красителя, добавок электролита, температуры красильной ванны и др. Текстильные материалы окрашиваются главным образом синтетическими красителями, которые обеспечивают сочную, глубокую и прочную окраску, безвредны для человека, не ухудшают свойств волокон.

Применяют следующие группы и классы красителей. Группа растворимых в воде красителей: классы — прямые, кислотные, активные, катионные. Группа нерастворимых в воде красителей: классы — кубовые, сернистые, дисперсные. Группа красителей, образующихся на волокне: классы — азоидные, черный анилин.

Названия красителей имеют определенную систему: первое слово в названии обозначает класс красителя, второе указывает его цвет, третье уточняет качество окраски, буквы и цифры (марка) характеризуют оттенок окраски и другие свойства, например прямой желтый светопрочный К.

Прямые красители. Окрашивают целлюлозные, полиамидные и белковые волокна. Обеспечивают яркую, сочную, но неустойчивую к мокрым обработкам и свету окраску. Для повышения устойчивости окраски применяется обработка закрепителями (ДЦУ, ДЦМ и др.).

Кислотные красители. Окрашивают белковые и полиамидные волокна. Обеспечивают яркую, сочную, но неустойчивую к свету, стирке и трению окраску. Кислотно-протравные (хромовые) красители окрашивают белковые и полиамидные волокна. Устойчивость получаемой окраски значительно выше, чем при кислотном крашении, однако прочность волокон немного снижается.

Активные красители. Содержат активные группы, обладающие способностью вступать в химическое взаимодействие с волокнообразующим полимером и образовывать прочные химические (ковалентные) связи. Окрашивают целлюлозные, белковые, полиамидные волокна. Окраска яркая и устойчивая к мокрым обработкам, трению и свету.

Катионные красители. Применяют для крашения полиакрилонитрильных волокон. Получаемая окраска прочная, яркой широкой гаммы цветов.

Кубовые красители. Путем восстановления переводят в водорастворимые натриевые соли лейкосоединений, которые легко усваиваются волокнистым материалом. Далее лейкосоединение под действием кислорода воздуха или другого окислителя непосредственно на волокне переходит в исходный краситель. Кубовыми красителями окрашивают целлюлозные волокна, получая широкую гамму цветов и оттенков. Окраска устойчивая, яркая.

Сернистые красители. Как и кубовые, восстанавливают в натриевую соль лейкосоединения. Натриевая соль хорошо выбирается волокном, после окисления на волокне она переходит в нерастворимое исходное состояние. Сернистыми красителями окрашивают целлюлозные волокна. Цвет окраски тусклый, устойчивость невысокая. При длительном хранении ткани, окрашенные сернистыми красителями, немного теряют прочность вследствие распада красителя и образования серной кислоты.

Дисперсные красители. Применяют в виде суспензий или дисперсий. Частицы красителя диффундируют в структуру волокон, где удерживаются силами межмолекулярного взаимодействия. Дисперсными красителями окрашивают полиамидные, полиэфирные и ацетатные волокна. Окраска устойчивая к мокрым обработкам, но недостаточно устойчивая к свету.

Азокрасители. Окрашивание выполняется синтезом красителя непосредственно на волокне — сочетанием азо- и диазосоставляющих (азотола и диазосоли). Азокрасителями окрашивают целлюлозные волокна. Окраска устойчивая к мокрым обработкам.

Черный анилин. Окрашивает хлопчатобумажные ткани в черный цвет. Применяется редко, так как процесс получения красителя трудоемкий, а при крашении выделяются токсичные вещества.

1.3.3. Печатание текстильных материалов

Печатание — нанесение и закрепление красителя на отдельных участках материала. Для печатания используют рассмотренные выше красители, приготовленные особым способом и имеющие густую, вязкую консистенцию. При печатании получают одноцветные и многоцветные рисунки. Различают четыре вида печати: прямую, накладную, вытравную и резервную. В зависимости от площади

занимаемой рисунком, различают материалы: белоземельные, в которых цветной рисунок занимает до 40 % площади материала; полугрунтовые — 40—60 % площади и грунтовые — более 60 % площади материала.

При прямой печати краску наносят непосредственно на материал. При накладной печати краску наносят на предварительно окрашенный в светлые тона материал.

Вытравная печать позволяет получать рисунки путем нанесения на гладкокрашеную ткань (или другой текстильный материал) вытравки — вещества, разрушающего краситель и таким образом обесцвечивающего ткань на заданном участке. Применяют также цветные вытравки — вещества, в состав которых кроме вытравки входит краситель, устойчивый к действию вытравки.

Резервная печать состоит в том, что на ткань перед гладким крашением наносят вещество — резерв, предохраняющий ее на определенных участках от окраски при крашении.

Ткани печатают различными способами. При ручном способе печати рисунок на ткани получают с помощью клише — деревянной доски с рельефным узором. В настоящее время этот способ применяют только для печатания платков и скатертей.

Печатание на цилиндрических печатных машинах — наиболее распространенный способ печати; он применяется для получения одноцветных и многоцветных рисунков на ткани. Печатающим органом такой машины служит полый медный цилиндр (печатный вал), на поверхности которого выгравирован рисунок (узор). Печатные машины бывают одновальные — для печатания на ткани одноцветных рисунков и многовальные (до 16 валов) — для получения многоцветных рисунков (число цветов в рисунке всегда соответствует числу печатных валов машины, так как каждый вал печатает только одним цветом определенную часть рисунка).

При печатании аэрографным способом на ткань (материал) накладывают картонный шаблон с вырезами в виде определенного рисунка. С помощью пульверизатора через вырезы в шаблоне на ткань наносят краситель. Меняя положение пульверизатора и время обработки, получают окраску любой интенсивности. Аэрографным способом печатания можно создавать рисунки с плавными переходами от одного тона к другому.

При способе фотофильмпечати основным рабочим инструментом является шаблон, представляющий собой раму с натянутой на нее тонкой сеткой (капроновой или медной). При изготовлении шаблона на сетку фотохимическим способом наносят пленку, непроницаемую для краски, с таким расчетом, чтобы не закрытые пленкой участки образовывали определенный, заранее заданный, рисунок. При печатании на ткань накладывают шаблон и с помощью резиновой пластины (ракли) протирают краску. Для получения многоцветных рисунков требуется применять столько шабло-

нов, сколько цветов в рисунке. Этот способ печатания довольно трудоемкий и малопроизводительный. Однако благодаря тому что этим способом можно воспроизводить на ткани самые сложные рисунки с фотографической точностью, его широко применяют для печатания креповых шелковых тканей.

В последнее время широкое распространение получили высокопроизводительные печатные машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами. Каждый шаблон представляет собой перфорированный никелевый цилиндр, на котором фотохимическим способом, как и на плоских сетчатых шаблонах, получен определенный рисунок. На машинах с цилиндрическими сетчатыми шаблонами печатают большой ассортимент тканей, трикотажных полотен и других материалов.

Печатание способом переводной термопечати включает в себя два основных процесса: печатание рисунка на бумаге и перенос рисунка с бумаги на ткань. Для переноса краски с бумаги на ткань используют эффект сублимации: краситель при определенной температуре (150—220 °С) переходит из твердого состояния непосредственно в газообразное. При этом вначале происходит адсорбция молекул красителя на поверхности, а затем диффузия их внутрь волокон и взаимодействие с активными центрами волокон.

1.3.4. Заключительная отделка

Заключительная отделка — завершающий этап обработки текстильных материалов. Ее цель — придать материалу красивый внешний вид, некоторые специфические свойства, разгладить его и тем самым облегчить в дальнейшем проведение операций раскроя и пошива в швейном производстве.

Хлопчатобумажные и льняные ткани. При заключительной отделке их подвергают аппретированию, ширению, каландрированию и некоторым другим операциям.

При заключительной отделке хлопчатобумажных и смешанных одежных тканей применяют комплекс физико-механических и химических процессов, улучшающих внешний вид ткани и придающих ей необходимые потребительские свойства (противоусадочная химическая, малосминаемая отделка, малосмываемый аппрет на основе термореактивных смол, малосмываемый аппрет на основе термопластичных смол улучшенного качества, малосмываемый аппрет на основе термореактивных смол улучшенного качества, улучшенная противоусадочная химическая, водоотталкивающая отделка, аппрет джинсовых тканей).

Для тканей хлопчатобумажных и смешанных с отделками синтетическими смолами стандарт (ГОСТ 17504—80) предусматривает следующие виды заключительных отделок: малосминаемую (МС), легкое глажение (ЛГ), легкую в уходе (ЛУ), противоусадоч-

ную (ПУХО), тиснение (Т), лощение (Л), серебристо-шелковистую (СШО), несмываемую глянцевую (НГО), малосмываемый аппрет на основе термопластичных смол (МАПС), малосмываемый аппрет на основе термореактивных смол (МАРС), малосмываемый аппрет на основе других различных полимеров (МА).

Аппретирование — нанесение на ткань аппрета, содержащего в своем составе клеящее вещество (крахмал, клей), мягчитель (стеариновое мыло, хлопковое масло), антисептик (фенол, салициловая кислота). После нанесения аппрета ткань становится гладкой, плотной, приобретает в зависимости от состава аппрета жесткость или, наоборот, мягкость.

Ширение — выравнивание ткани по ширине, устранение ее перекосов, распрямление изогнутых нитей утка. Наибольший эффект получается при ширении ткани во влажном состоянии, поэтому перед ширением ткань, как правило, увлажняют на брызгальных машинах. В промышленности широко применяют аппретно-отделочные линии ЛАО, на которых осуществляются пропитка тканей аппретами, устранение перекоса утка, ширение и сушка тканей. На линиях ЛАО-120Б-1 и ЛАО-120-2 ткань дополнительно отделывается (гладится) на каландрах.

Каландрирование — заключительная операция отделки. Она необходима для разглаживания поверхности материала, а также придания ему матового или глянцевого блеска, нанесения на него муарового и других эффектов. Отделочные каландры состоят из массивного стального и наборных (имеющих упругую поверхность) валов. Стальной вал полый, с внутренним обогревом. При каландрировании ткань проходит между стальным и наборными валами, прижатыми друг к другу. При слабом прижатии валов получается эффект разглаживания, с увеличением степени прижатия валов на ткани появляется блеск, который значительно усиливается, если стальной вал нагрет и один вал проскальзывает относительно другого.

Некоторые ткани (например, сатин) подвергают глажению на серебристых каландрах. В отличие от вала обычного каландра стальной вал серебристого каландра имеет на поверхности гравировку в виде тонких мелких штрихов. В результате глажения на серебристом каландре ткань приобретает повышенный шелковистый блеск. Однако этот блеск неустойчив и пропадает после стирки.

Некоторые хлопчатобумажные и льняные ткани подвергают специальным видам отделки. Так, для получения устойчивого эффекта аппретирования ткани обрабатывают несмываемыми аппретами. В качестве таких аппретов используют простые эфиры целлюлозы, производные крахмала, термопластичные полимеры в виде латексов, синтетические смолы и др. Обработка несмываемыми аппретами способствует не только сохранению хорошего внешнего вида ткани после стирки, но и повышению ее носкости.

В целях получения устойчивого к стирке блеска некоторые ткани перед каландрированием пропитывают раствором метилолмеламина, в результате чего они приобретают устойчивый эффект лощения (блеск), не изменяющийся после стирки.

Готовые хлопчатобумажные ткани при увлажнении значительно усаживаются. Малоусадочную ткань можно получить, подвергая ее специальной отделке. Для этого ткань обрабатывают в отделочном производстве без натяжения (что весьма сложно) либо отделывают ее на усадочной машине, куда увлажненная ткань поступает с некоторой слабиной (напуском), благодаря чему и происходит ее усадка.

Другой способ получения малоусадочной ткани, имеющий широкое применение, состоит в химической обработке ткани, после которой резко снижается набухаемость волокон и, следовательно, их усадка.

Уменьшить сминаемость тканей можно, подвергая их несминаемой отделке — обработке препаратами карбамол ЦЭМ, метазин, карбазон Э, карбазон О, этамон ДС и др.

Для получения малосминаемой и малоусадочной ткани при отделке в нее вводят до 4 % смол. Для получения ткани с эффектом «стирай — носи» (не требует глажения) содержание в ткани смолы доводят до 7 — 8 %.

Разработан способ противосминаемой отделки, придающей изделиям устойчивую форму непосредственно в швейном производстве. Для этого в условиях текстильного производства ткань обрабатывается отделочным препаратом (карбамолом ГМ, ЦЭМ и метазином), после чего разбраковывается и отправляется на швейное предприятие. На швейном предприятии по существующей технологии ткань раскраивается и изготовляются изделия, которые подвергаются необходимой влажно-тепловой обработке для придания им формы. Заданная форма фиксируется при обработке готовых швейных изделий в термокамерах.

Гидрофобная отделка — придание ткани водоотталкивающих свойств — достигается двумя способами: нанесением на поверхность ткани тонкой сплошной водонепроницаемой пленки (водонепроницаемая отделка) и созданием гидрофобного слоя на поверхности волокон и нитей. При втором способе обработки применяют различные препараты: эмульсии восков, парафинов, кремнийорганические соединения (силиконы), которые фиксируются на волокнах и нитях под действием физических сил адсорбции, а также пиридинсодержащие соединения — препараты на основе метилоламина, которые фиксируются на волокне в результате взаимодействия с гидроксильными группами целлюлозы.

Тиснение — получение рельефного узора на ткани. Для образования такого узора ткань пропитывают метазином и подвергают

тиснению на специальном каландре, а затем термообработке при температуре 140—150 °С.

Для получения отделки «шинц» на ткани загущенным раствором метазина печатают определенный рисунок. Затем ткань сушат и обрабатывают на фрикционном каландре при высокой температуре гладкого металлического вала. Происходит лощение лицевой поверхности ткани. После тепловой, а затем влажной обработки блеск остается только в местах нанесения печатного рисунка.

Печать «бронзой» — печатание на ткани краской, приготовленной на основе бронзового порошка, поливинилацетатной эмульсии, карбоксиметилцеллюлозы, метазина и воды.

Шерстяные ткани. При заключительной отделке они проходят такие виды обработки, как стрижка, аппретирование (только полушерстяные), прессование, декатирование и т.д.

Стрижка гребенных тканей выполняется для удаления с их поверхности торчащих волоконец, стрижка суконных тканей — для подравнивания высоты ворса (начеса). Шерстяные ткани стригут с лицевой и изнаночной сторон.

Аппретированию подвергают некоторые полушерстяные костюмные и платьевые ткани. Для придания им мягкости и уменьшения сминаемости их обрабатывают аппретами, в состав которых вводят крахмал, мягчители и т.д.

Прессование применяется для уплотнения, выравнивания ткани и придания ей блеска. Ткань прессуется на цилиндрических прессах (самопрессах), представляющих собой полый цилиндр с двумя полыми корытами, прилегающими к нему. При работе пресса ткань пропускают между цилиндром с нагретым паром и корытами. Регулируя зазор между цилиндром и корытами, на ткани получают требуемый эффект прессования.

Декатирование заключается в обработке ткани горячим паром с последующим высушиванием. Эта операция выполняется для уменьшения усадки ткани, придания ей устойчивых линейных размеров. При декатировании ткань свободно наматывается на декатир — полый дырчатый цилиндр, сверху закрытый кожухом; внутрь цилиндра в течение 5—10 мин подается горячий пар. После обработки с помощью вакуум-насоса пар отсасывается из ткани и ткань охлаждается.

Специальные виды отделки применяют также и для шерстяных тканей. Малосминаемая отделка используется главным образом для полушерстяных тканей из шерстяных и вискозных штапельных волокон. Для обработки этих тканей предназначаются химические препараты (диметилолмочевина и др.).

Малоусадочной отделке подвергают ткани из шерстяной малокрученой пряжи, обладающей значительной усадкой. Для этого ткани обрабатывают специальными растворами (метилолмеламином, сополимером винилпиридина и бутилакрилата и др.). После

такой обработки значительно уменьшаются усадка и свойлачиваемость материала, повышаются несминаемость и устойчивость к истиранию. Швейные изделия, изготовленные из тканей, подвергнутых малоусадочной отделке, лучше сохраняют форму.

Шелковые ткани. Креповые ткани из натурального шелка при заключительной отделке обрабатывают 1%-ным раствором уксусной кислоты, а затем высушивают на игольчатой ширильно-усадочной машине. В результате повышаются мягкость и эластичность ткани.

При заключительной отделке ворсовых тканей выполняют следующие операции: поднятие ворса путем выколачивания ткани с изнаночной стороны на отколоточной машине; стрижку на стригальной машине для выравнивания высоты ворса; аппретирование (аппрет наносится только с изнанки). Затем ткань пропускают через игольчатую сушильно-ширильную машину.

Ткани из искусственных волокон, особенно вискозных, характеризуются значительной деформируемостью во влажном состоянии. Поэтому в процессе заключительной отделки обработку ведут с минимальным натяжением этих тканей. Аппреты для тканей из искусственных волокон составляют в основном из умягчающих веществ (олеинового мыла, ализаринового масла и др.) без крахмала, чтобы уменьшить присущую этим тканям жесткость. Ткани сушатся на игольчатых ширильно-усадочных машинах.

Для улучшения крепового эффекта ткани в конце заключительной отделки обрабатывают влажным паром на декатире.

Характерная особенность тканей из вискозных штапельных волокон — их значительная сминаемость. Для уменьшения сминаемости этих тканей применяют противосминаемую отделку, суть которой сводится к обработке ткани такими препаратами, как карбамол, метазин. После этой отделки резко уменьшается сминаемость вискозных тканей (угол восстановления их становится не менее 100°), снижаются набухаемость волокон, усадка ткани при стирке и ее загрязняемость, немного повышается прочность ткани при растяжении.

Эффект «клоке», т.е. отдельные выпуклые участки на поверхности ткани, получают при щелочной обработке двухполотенных полукапроновых тканей, состоящих из капроновых и вискозных нитей и вырабатываемых жаккардовым переплетением. После обработки такой ткани раствором щелочи (80 г/л) в течение 20 мин вискозные нити (волокна) значительно усаживаются (на 15—20 %), в то время как капроновые нити остаются без изменения. В результате на поверхности ткани образуются выпуклости.

Эффект «лаке», т.е. придание капроновым или полукапроновым тканям блестящей лакированной поверхности, достигается путем предварительной обработки ткани метазином и последую-

шей обработки капроновых тканей на нагретом обычном каландре, а полукапроновых — на серебристом каландре.

Ткани из ацетатных волокон способны сильно электризоваться. Для снижения электризуемости эти ткани подвергают антистатической отделке. В качестве препаратов используют ПАВ, эпамин-6, стеарокс-6 и др. Они образуют на поверхности волокон гидрофильную пленку, устойчивую к действию воды и растворителей и повышающую электропроводность поверхности волокон.

Глава 2
СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Свойство продукции — объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании, эксплуатации или потреблении. Совокупность свойств данной продукции (материала) позволяет отличать ее от другой продукции, а на основании показателей свойств устанавливать пригодность удовлетворения потребности в соответствии с назначением.

Свойства текстильных материалов играют важную роль на всех этапах производства швейных изделий. Всесторонний учет показателей свойств материалов в швейном производстве помогает создавать изделия, отвечающие современному требованию: получать максимально полезный эффект как при изготовлении, так и при эксплуатации изделия в системе человек — изделие — среда.

Свойства текстильных материалов можно условно классифицировать как геометрические — толщина, ширина, длина; механические — свойства, характеризующие отношение материала к действию приложенных механических сил (при растяжении, сжатии, изгибе и др.); физические — тепловые, оптические, электрические, проницаемости, поглощения и др.; способность материала изменять свои размеры при действии влаги и тепла (усадка); износостойкость — способность материалов противостоять воздействиям различных разрушающих факторов и др.

2.1. Геометрические свойства, линейная и поверхностная плотности материалов

2.1.1. Толщина

Толщина текстильных материалов имеет большое значение в швейном производстве. Ее учитывают при установлении припусков к деталям одежды, определении расхода швейных ниток на машинные строчки, расчете высоты настилов тканей в раскройном цехе. От толщины материала зависят его теплозащитные свойства, воздухопроницаемость, жесткость, драпируемость и др.

Таблица 2.1

Ориентировочная толщина текстильных материалов различного назначения

Материал	Назначение материала	Ориентировочная толщина, мм
Ткань	Платья, белье, верхние сорочки	0,1 — 1
	Костюмы	0,4 — 1,2
	Одежда:	
	летняя	0,5 — 1,4
	зимняя и демисезонная	1 — 4,5
	Бортовки льняные и полульняные	0,5 — 1,1
	Прокладки с клеевым покрытием	0,3 — 0,8
Трикотажное полотно	Белье, верхние сорочки	0,4 — 0,8
	Белье начесное	1 — 1,4
	Верхние изделия	2 — 5
Формоустойчивое полотно	Костюмы	0,8 — 1,2
	Платья	0,3 — 0,5
	Пальто	2 — 5
Нетканое полотно	Белье, верхние сорочки	0,3 — 1
	Платья, костюмы	0,9 — 1,5
	Пальто	1,5 — 4
	Нижние воротники мужских костюмов	1,5 — 2
	Прокладки:	
	для платьев, блузок	0,3 — 0,4
	для пальто, плащей, костюмов	0,3 — 1,5
	для верхней одежды в качестве второго слоя	1,3 — 2

Толщина текстильных материалов, применяемых в швейном производстве, 0,1 — 5 мм (табл. 2.1).

Толщина ткани характеризуется диаметром нитей, высотой их волн и зависит от переплетения, числа нитей (плотности) и фазы строения данной ткани. Длинные перекрытия сообщают тканям бóльшую толщину, чем короткие, поэтому при прочих равных условиях ткани полотняного переплетения тоньше, чем атласного. В зависимости от степени взаимного изгиба нитей основы и утка изменяются фазы строения тканей, а вместе с этим и их толщина. В первой фазе строения толщина ткани $D = 2d_у + d_о$, в девятой фазе $D = 2d_о + d_у$; в пятой фазе строения, когда обе системы нитей изгибаются в равной степени, толщина ткани $D =$

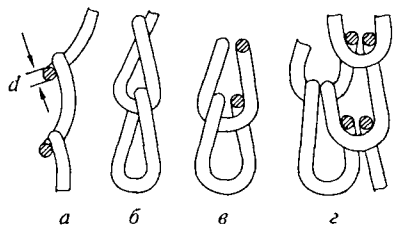


Рис. 2.1. Продольный разрез трикотажа разных переплетений:
а — глади (толщиной $2d$); *б* — трико (толщиной $3d$); *в* — ластика (толщиной $4d$); *г* — фанга (толщиной $6d$)

$= d_0 + d_y$. Таким образом, толщина однослойных тканей может изменяться от $2d$ до $3d$. Ткани, изготовляемые из трех и более систем нитей (полутораслойные, двухслойные), имеют толщину более $3d$.

Толщина трикотажных полотен зависит от вида переплетения и колеблется от $2d$ до $6d$ (рис. 2.1). С ростом плотности увеличивается степень изгиба нитей в петлях трикотажного полотна и вместе с этим стремление нитей распрямиться, что приводит к увеличению толщины материала.

Толщина холстопрошивных нетканых полотен определяется прежде всего толщиной волокнистой ватки, а также толщиной прошивных нитей и количеством зажатых в петлях волокон.

Прошивная нить, скрепляющая ватку в одинарных переплетениях (цепочка, трико), стягивает волокна слабее, поэтому толщина полотна одинарного переплетения больше, чем полотна двойного переплетения. Толщина нетканого полотна двойного переплетения (трико-трико, трико-сукно, трико-цепочка) при той же толщине ватки меньше. С увеличением плотности прошива толщина нетканого полотна уменьшается.

Толщина тканей, трикотажных и нетканых полотен изменяется как в процессах текстильного и швейного производства, так и при эксплуатации в готовых изделиях. В швейном производстве при влажно-тепловой обработке под давлением утюга или пресса ткань на отдельных участках сплющивается. Чем больше нормальное давление, направленное перпендикулярно поверхности ткани, тем тоньше становится ткань и прочнее связи между нитями основы и утка. Поэтому утонение ткани часто принимается за критерий оценки устойчивости формы, полученной в результате влажно-тепловой обработки.

Под действием температуры и влаги ткань легче поддается сжатию. Поэтому прессованием с пропариванием обеспечивается большее утонение материала. Однако после влажно-тепловой обработки релаксационный процесс ускоряется и материал почти полностью восстанавливает свою первоначальную толщину. Увеличение толщины материала происходит также при его смачивании и стирке.

2.1.2. Ширина

Промышленностью вырабатываются ткани, трикотажные и нетканые полотна шириной 60—250 см и более. При раскрое деталей швейных изделий различных видов не все ширины обеспечивают получение минимальных межлекальных отходов, т. е. не все ширины являются рациональными.

В зависимости от назначения шелковые и полушелковые ткани имеют следующую ширину:

Назначение	*Номинальная ширина, см*
Платьевые, платьево-костюмные, блузочные	90; 100; 105; 110; 120; 135; 140; 150; 160
Сорочечные	90; 100; 110; 140; 150; 160
Пальтовые, плащевые, курточные	120; 140; 145; 150; 160
Подкладочные для всех видов изделий	100; 105; 110
Корсетные	100; 110; 140; 150; 160

В зависимости от назначения шерстяные и полушерстяные ткани и штучные изделия (ГОСТ 9204—84) имеют следующую ширину:

Назначение	*Номинальная ширина, см*
Костюмные	142; 152
Костюмные тонкосуконные	132; 136; 139; 152
Пальтовые	142; 152
Пальтовые тонко- и грубосуконные	126; 132; 136; 139; 142; 152

В зависимости от назначения хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон ткани (ГОСТ 9205—75) имеют следующую ширину:

Назначение	*Номинальная ширина, см*
Платьевые, платьево-костюмные, блузочные, верхние сорочки, халаты	75; 80; 85; 90; 95; 100; 105;110; 130; 140; 150; 155; 160
Костюмные	90; 95; 120; 130; 140; 145; 150; 155; 160
Для брюк	140; 150
Для спортивной одежды	80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 145; 150; 155; 160
Пальтовые	80; 90; 120; 130; 140; 150
Плащевые	85; 90; 95; 100; 140; 150; 155; 160

Для спецодежды	75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 140; 150; 155; 160
То же	80; 85; 90; 95; 100; 140; 150
Подкладочные костюма	75; 80
Подкладочные рукавов	75; 80; 85; 90
Белье нательное:	
сорочки и рубашки	75; 80; 95; 130; 140
трусы, кальсоны	75; 80; 130
пижамы	80; 85; 100; 130
Белье постельное:	
простыни	90; 95; 100; 105; 120; 125; 130; 135; 140; 145; 150; 180
наволочки	62; 65; 75; 80; 85; 150

Для хлопчатобумажных и смешанных одежных (ГОСТ 21790—93) и бытовых (ГОСТ 29298—92) готовых тканей номинальные ширины с кромками должны соответствовать целому числу 70 см и более, оканчивающемуся на ноль или пять.

Хлопчатобумажные плащевые с водоотталкивающей отделкой (ГОСТ 9009—93) ткани вырабатываются шириной (95 ± 1,5) см.

Ширина льняных тканей должна соответствовать целым числам от 60 см и более для бельевых (ГОСТ 10138—93) и 75 см и более для одежных (ГОСТ 15968—87), оканчивающихся на ноль или пять.

Согласно ГОСТ 29223—91 ткани платьевые и платьево-костюмные из химических волокон вырабатываются шириной, см: 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 130, 140, 150, 155, 160; костюмные из химических волокон — шириной, см: 90, 95, 120, 130, 140, 145, 150, 160.

Ткани плащевые и курточные из синтетических нитей (ГОСТ 28486—90) вырабатываются шириной, см: 120, 140, 145, 150, 160 (ткани шириной 80, 85, 90, 95 см могут вырабатываться по согласованию изготовителя с потребителем).

Ткани шелковые и полушелковые ворсовые (ГОСТ 7081—93) изготовляются шириной 70—170 см. Номинальная ширина для каждого артикула ткани устанавливается по согласованию изготовителя с потребителем и должна быть кратной 5.

Ткани подкладочные из химических нитей и пряжи изготовляют шириной 85—160 см. Номинальная ширина для каждого артикула ткани устанавливается по согласованию изготовителя с потребителем и должна быть кратной 5.

Допускаемые минусовые отклонения средней фактической ширины от запроектированной и утвержденной стандартом для тканей из волокон всех видов не должны превышать следующих значений, см: при ширине ткани до 70 – 1; до 100 – 1,5; до 150 – 2; 170 – 2,5; более 170 – 3. Плюсовые допуски по ширине не ограничены. Для тканей из синтетических и креповых нитей и тканей с

содержанием в утке фасонной пряжи допускаемое отклонение увеличивается на ±0,5 см по сравнению с указанными допусками.

Для нетканых полотен отклонения средней фактической ширины не должны превышать: при ширине полотна до 80 см ± 2; до 150 см ± 3; более 150 см ± 4.

Номинальные ширины трикотажных полотен не регламентируются. Для бельевых полотен с кругловязальных машин наиболее рациональными являются ширины, из которых можно изготовлять изделия без боковых швов. Для верхнего трикотажа с кругловязальных машин наиболее типична ширина 90 см, для основовязаных вертелочных полотен — 180—200 см.

Ширина материалов значительно изменяется после отделочных операций. Так, ширина тканей после отделки обычно уменьшается на 10—15 %; валяные же ткани (драпы, сукна) сокращаются по ширине до 30—35 %. Ширина трикотажных полотен с кругловязальных машин после красильно-отделочных операций уменьшается на 8—10 %. Если при ширении полотно растянуто слишком сильно, размеры его могут уменьшаться не только при отлеживании, но и в дальнейшем при раскрое и даже в готовых изделиях.

Таким образом, на протяжении всего процесса производства и отделки текстильные материалы могут изменять свою ширину, что приводит к возникновению колебаний по ширине материала, т.е. к его разноширинности. Отклонения по ширине могут быть значительными. Они могут встречаться как на протяжении одного куска материала, так и между кусками. В шерстяных тканях отклонения по ширине внутри куска достигают иногда 3—4 %, а между кусками — 5—8 %. В одном куске вертелочного трикотажного полотна колебания по ширине могут быть до 2,5—3,5 %, в бельевых полотнах с кругловязальных машин разноширинность достигает 5 % и выражается в расширении куска от одного конца к другому. Ширина нетканых полотен в пределах одного куска изменяется не более чем на 1 см.

Ширину ткани в куске рекомендуется измерять на каждых 50 м в пяти местах, распределенных равномерно по длине куска; при длине куска менее 50 м — в трех местах. Однако на швейных предприятиях ширину принято измерять через каждые 3 м. За фактическую ширину принимают либо среднее арифметическое измерений ширины ткани, либо наименьшее значение при условии его повторения не менее двух-трех раз на протяжении 40 м. Если в куске попадаются сильно зауженные участки, их вырезают и используют в других настилах или раскраивают индивидуально (дефектные полотна).

Ширину трикотажных полотен замеряют только после отлеживания, в процессе которого происходит их усадка.

Ширину текстильных материалов измеряют нескладной измерительной линейкой на мерильном столе с точностью до 0,1 см и

округляют до 1 см. На современных браковочно-мерильных машинах (типа РС) используется принцип бесконтактного измерения ширины с применением фотоэлементов (фотоэлектрических датчиков) и светильников, которые расположены на обеих сторонах экрана браковочно-мерильной машины. Края (кромки) измеряемой ткани постоянно находятся в поле фотоэлементов, которые и регистрируют малейшие изменения положения кромок, т. е. изменения ширины ткани.

Планирование и учет расхода тканей на различные изделия при существующем разнообразии ширин довольно сложны. Поэтому принято производить расчеты, исходя из условной ширины ткани. Условная ширина (с учетом кромок) хлопчатобумажных и шелковых тканей 100 см, шерстяных — 133 см, льняных (кроме брезентовых) — 61 см.

2.1.3. Длина

В процессе выработки ткани, трикотажные и нетканые полотна разрезают, в результате чего образуются куски. Кусок должен иметь такие размеры и массу, чтобы его было удобно транспортировать, поэтому длину кусков более широких и тяжелых материалов делают меньше, более легких и узких — больше. Так, длина куска пальтовой шерстяной ткани и пальтового нетканого полотна равна 25—30 м, платьевой шерстяной ткани 40—60 м, шелковой 60—80 м, хлопчатобумажной платьевой и бельевой ткани 70—100 м, трикотажного полотна 25—40 м.

Чем больше длина куска, тем легче рассчитать его для настила, обеспечив выполнение заданной шкалы размероростов с минимальным количеством концевых нерациональных остатков.

В кусках, предназначенных для швейной промышленности, грубые местные дефекты не вырезают, а в местах их расположения делают так называемые условные вырезы или разрезы. Такие куски без вырезания дефектов называют кусками технической длины.

Длина текстильных материалов в швейном производстве измеряется контактным или бесконтактным способом. Контактным способом длину материала измеряют на горизонтальных мерильных столах длиной не менее 3 м, имеющих в продольном направлении отмеченные участки длиной 1 м (допустимая погрешность длины отмеченных участков ±1 мм, а для трехметрового стола ±3 мм).

Длину L материала в куске вычисляют по формуле

$$L = ln + l_1,$$

где l — длина каждого участка измеряемого материала, равная 3 м; n — число измеренных на мерильном столе участков материала длиной 3 м; l_1 — длина последнего участка (менее 3 м), измеренного линейкой, м.

При измерении длины ткани контактным способом применяют также измерительные ролики. Соприкасаясь с перемещающейся тканью, ролик фиксирует ее длину.

Текстильные материалы характеризуются большой растяжимостью, поэтому в зависимости от величины прикладываемого усилия при измерении длины куска могут возникать погрешности измерения. При повышении температуры и влажности окружающей среды погрешности измерения могут значительно возрастать. Эти обстоятельства необходимо учитывать при измерении длины текстильных материалов.

Измерение длины материала бесконтактным способом выполняют на специальных машинах, где длина устанавливается по показаниям счетчика. Счетчик связан с транспортирующей лентой, на которой находится измеряемый материал. Для исключения проскальзывания измеряемого материала по транспортирующей ленте на ее поверхности закреплена кардолента.

2.1.4. Линейная и поверхностная плотности

Линейная и поверхностная плотности текстильных материалов играют важную роль при оценке качества и выборе материала для швейных изделий. Эти показатели строго регламентируются в нормативно-технических документах на материалы. Отклонение фактической поверхностной или линейной плотности материала от нормативной рассматривается как его дефект и свидетельствует об отклонении структурных параметров материала от нормативов.

Поверхностная плотность текстильных материалов 20 — 750 г/м^2. Она определяет назначение материала (табл. 2.2).

Снижение материалоемкости текстильных материалов — одна из главных задач промышленности, производящей ткани, трикотажные и нетканые полотна. Однако это снижение должно осуществляться без ухудшения качества материалов, с учетом их назначения и условий эксплуатации, а также выполнения требований моды на материалы и швейные изделия.

Линейную и поверхностную плотности текстильных материалов определяют путем их взвешивания или расчетным методом. Перед взвешиванием образец материала согласно ГОСТ 10681 — 75 выдерживают в течение 10 — 24 ч в нормальных атмосферных условиях [относительная влажность воздуха $\varphi = (65 \pm 2)$ %, температура $t = (20 \pm 2)$ °С]. Взвешивают образец с точностью до 0,01 г. После этого линейную плотность M_L, г/м, вычисляют по формуле

$$M_L = 10^2 m / l_2,$$

где m — масса образца, г; l_2 — средняя длина образца при данной ширине материала, см.

Поверхностную плотность M_S, г/м^2, рассчитывают по формуле

Таблица 2.2

Ориентировочные значения поверхностной плотности текстильных материалов, г/м^2

Ткань					Трикотажное полотно			Нетканое полотно	Искусственный мех	Назначение материала
Хлопок	Лен	Шерсть	Натуральный шелк	Химическое волокно	Хлопок	Шерсть	Химическое волокно			
80—150	100—180	—	30—60	60—150	100—200	150—250	50—130	100—200	—	Белье
80—150	100—150	150—200	60—120	80—150	100—200	100—250	60—150	100—250	—	Верхние сорочки
150—300	150—300	150—300	60—150	80—250	140—250	140—250	150—300	150—250	—	Костюмы
150—250	150—300	150—300	60—150	80—200	100—200	150—250	150—250	150—250	250—500	Плащи, куртки
60—250	100—250	130—250	20—150	60—200	100—200	150—200	100—200	100—200	—	Платья
80—150	—	—	—	50—160	—	—	40—160	—	300—550	Подкладка
100—150	150—300	150—250	—	80—150	—	—	30—100	30—150	—	Прокладки
60—150	180—300	150—250	—	40—150	—	—	40—150	40—150	—	Прокладки с клеевым покрытием
200—400	200—400	250—300	80—160	200—300	200—400	250—400	200—300	200—400	400—760	Пальто

$$M_S = 10^4 m/(l_3 b),$$

где l_3 — средняя длина образца, см; b — средняя ширина образца, см.

Линейная и поверхностная плотности текстильных материалов значительно изменяются в зависимости от содержания в материалах влаги. Пересчет массы текстильного материала при фактической влажности $m_ф$ на массу при нормированной влажности $m_н$ (для трикотажных полотен этот пересчет обязателен, так как прием или передача полотна происходит по массе) выполняют по формуле

$$m_н = m_ф(100 + W_н)/(100 + W_ф),$$

где $W_н$ — нормированная влажность материала,%; $W_ф$ — фактическая влажность материала, %.

Для смешанных текстильных материалов нормированную влажность $W_{н.см}$, %, вычисляют по формуле

$$W_{н.см} = \sum_i^n (W_{нi} P_i)/100,$$

где $W_{нi}$ — нормированная влажность волокон каждого вида, входящих в состав смешанного материала, %; P_i — номинальное содержание сухой массы волокон каждого вида в смешанной ткани, %; $i = 1, 2, ..., n$.

При определении поверхностной плотности ткани расчетным методом используют стандартные показатели: число нитей на 10 см (плотности) $П_о$ и $П_у$, линейные плотности нитей $T_о$ и $T_у$. Без учета изгиба нитей при их переплетении в ткани поверхностную плотность $M_{Sр}$ рассчитывают по формуле

$$M_{Sр} = 0,01(T_о П_о + T_у П_у).$$

Расчет поверхностной плотности ткани с учетом изгиба нитей при их переплетении в ткани выполняется по уточненной формуле

$$M'_{Sр} = 0,01(T_о П_о + T_у П_у)\eta.$$

Значение коэффициента η устанавливается опытным путем. По данным проф. Н. А. Архангельского, коэффициент η для хлопчатобумажных тканей равен 1,04; льняных отбельных — 0,9; шерстяных гребенных — 1,07; тонкосуконных — 1,3; грубосуконных — 1,25.

Доля массы нитей основы $\delta_о$ или утка $\delta_у$ в массе 1 м^2 ткани составляет:

$$\delta_о = T_о П_о/(T_о П_о + T_у П_у); \quad \delta_у = T_у П_у/(T_о П_о + T_у П_у).$$

Поверхностную плотность трикотажного полотна $M_{Sр.тр}$, г/м^2, для одинарных кулирных и одногребеночных одинарных основовязаных переплетений рассчитывают по формуле

$$M_{Sр.тр} = 0,0004 l_п П_г П_в T,$$

где $l_п$ — длина нити в петле, мм; $П_г$ — плотность по горизонтали; $П_в$ — плотность по вертикали; T — линейная плотность нити, текс.

Для гладких двойных кулирных и основовязаных переплетений

$$M_{Sр.тр} = 0,0008 l_п П_г П_в T,$$

где 0,0008 — коэффициент, учитывающий двойное число петель на единице площади.

Для начесных полотен

$$M_{Sр.тр} = 0,0004 l_п П_г П_в (l_{п.г} T_г + l_{п.н} T_н) \cdot 0,94,$$

где $l_{п.г}$ — длина нити в петле грунта, мм; $l_{п.н}$ — 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 плотности при крашении и ворсовании.

Среднюю плотность текстильных материалов M_v, г/см^3, определяют по формуле

$$M_v = 10m/(lbD),$$

где m — масса образца, г; l — длина образца, см; b — ширина образца, см; D — толщина образца, мм.

Если известна поверхностная плотность, то

$$M_v = 10^{-3} M_S/D.$$

Для текстильных материалов M_v составляет 0,2—0,6 г/см^3.

2.2. Механические свойства текстильных материалов

Механические свойства — комплекс свойств, определяющих отношение материала к действию различно приложенных к нему внешних сил. Под действием механических сил материал деформируется: изменяются его размеры и форма.

Показатели механических свойств текстильных материалов широко используются в производстве швейных изделий и играют важную роль при оценке их качества, характеризуя способность материала приобретать и сохранять форму и размеры в швейном изделии, при прогнозировании износостойкости материала и его долговечности.

Текстильные материалы при изготовлении из них швейных изделий и эксплуатации этих изделий испытывают разнообразные механические воздействия, вызывающие деформации растяжения, изгиба, сжатия, кручения, а также трение в случае соприкосновения с другой поверхностью.

Изучением механических свойств текстильных материалов занимаются многие отечественные и зарубежные исследователи. В этой области накоплены значительные теоретические и практические данные. Однако вследствие особенностей строения текстильных материалов многие вопросы, связанные с их механическими свойствами, не получили еще достаточного развития.

Для оценки механических свойств текстильных материалов используется большое число различных характеристик (признаков). Согласно классификации проф. Г. Н. Кукина все характеристики механических свойств прежде всего подразделяются на типы в зависимости от характера деформации: растяжение, изгиб, сжатие и кручение.

Характеристики каждого типа, в свою очередь, делятся на классы в зависимости от полноты осуществления цикла механического воздействия нагрузка — разгрузка — отдых. Различают характеристики трех классов: полуцикловые, получаемые при однократном действии части цикла — нагрузки; одноцикловые, получаемые при однократном действии полного цикла: нагрузка — разгрузка — отдых; многоцикловые, получаемые после многократных воздействий полного цикла на материал.

Полуцикловые и многоцикловые характеристики могут быть получены при испытании материала с разрушением или без его разрушения. В связи с этим характеристики этих классов принято разделять на два подкласса: разрывные и неразрывные.

Далее в пределах каждого класса или подкласса характеристики классифицируют по видам. Подробнее классификация характеристик по типам деформаций рассмотрена в соответствующих подразделах.

2.2.1. Растяжение

Текстильные материалы в одежде чаще всего испытывают деформацию растяжения. Этот вид деформации наиболее изучен.

Классификация характеристик, получаемых при растяжении материала, представлена на схеме 2.1.

Полуцикловые разрывные характеристики. Эти характеристики используются главным образом для оценки предельных механических возможностей текстильных материалов. По показателям механических свойств, получаемым при растяжении материала до разрыва, судят о степени сопротивления материала постоянно действующим внешним силам; показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения являются важными нормативными показателями качества материала.

Одноосное растяжение. Рассмотрим основные полуцикловые разрывные характеристики, получаемые при простом одноосном растяжении.

Схема 2.1. Классификация характеристик растяжения материала

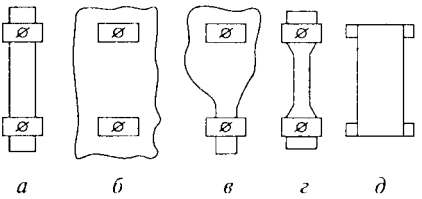


Рис. 2.2. Формы проб материалов и способы их закрепления в зажимах разрывной машины:
а — прямоугольная; *б*, *в* — формы, применяемые в исследовательской работе; *г* — в виде двойной лопаточки; *д* — кольцо

Показатели полуцикловых характеристик устанавливают при растяжении материала на разрывных машинах.

Проба прямоугольной формы (рис. 2.2, *а*) принята в качестве стандартной для испытания тканей, трикотажных и нетканых полотен. Метод испытания, основанный на применении такой пробы, часто называют стрип-методом. Для тканей установлены следующие размеры пробы: ширина 25 мм, зажимная длина 50 мм (в спорных случаях ширина 50 мм и зажимная длина 200 мм, а для шерстяных тканей 100 мм). Для трикотажных и нетканых полотен ширина пробы 50 мм, зажимная длина 100 мм.

Пробы, формы которых показаны на рис. 2.2, *б*, *в*, применяют главным образом в исследовательской работе. Для испытания сильнорастяжимых материалов (например, трикотажных полотен) иногда используют пробы в виде двойной лопаточки или в виде кольца, сшитого из полоски материала (рис. 2.2, *г*, *д*).

При испытании текстильных материалов на одноосное растяжение получают следующие основные характеристики механических свойств.

Разрывная нагрузка $P_р$ — усилие, выдерживаемое пробами материала при растяжении их до разрыва. Разрывная нагрузка выражается в ньютонах (Н) или деканьютонах (даН); 1 даН = 10 Н = 1,02 кгс.

Удлинение при разрыве (разрывное удлинение) — приращение длины растягиваемой пробы материала к моменту ее разрыва. Абсолютную величину удлинения $l_р$, мм, получают как разность конечной $L_к$ и первоначальной L_0 длин пробы. Относительную величину удлинения материала к моменту его разрыва $\varepsilon_р$ определяют как отношение абсолютной величины удлинения $l_р$ к первоначальной длине L_0 и выражают либо в долях единицы:

$$\varepsilon_р = l_р/L_0,$$

либо в процентах:

$$\varepsilon_р = 100l_р/L_0.$$

Кроме того, принято определять удлинение при стандартной разрывной нагрузке — приращение длины растягиваемой пробы в момент достижения разрывной нагрузки, предусмотренной стандартами или техническими условиями на материал.

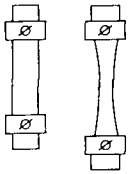


Рис. 2.3. Изменение формы и размеров пробы материала при растяжении

При одноосном растяжении пробы наблюдается уменьшение ее поперечных размеров (рис. 2.3). Это характерно для всех текстильных материалов. Наиболее значительно уменьшаются размеры в середине пробы. Это свойство материалов оценивают коэффициентом поперечного сокращения K, который определяют как отношение относительного сокращения пробы ε_c к относительному ее удлинению ε, т.е.

$$K = \varepsilon_c/\varepsilon.$$

Для текстильных материалов $K = 0{,}5 - 1{,}3$.

Для всех текстильных материалов показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения являются важными стандартными (нормативными) показателями. Несоответствие фактических показателей разрывной нагрузки и разрывного удлинения нормативам государственного стандарта или технических условий — один из признаков недоброкачественности материала. Показатели разрывных характеристик (нагрузки и удлинения) для некоторых текстильных материалов приведены в табл. 2.3. При оценке механических свойств текстильных материалов важно знать не только разрывную нагрузку и удлинение к моменту разрыва, но и характер зависимости нагрузка — деформация материала. Графическое представление о зависимости между нагрузкой и удлинением при растяжении материалов дают диаграммы растяжения (рис. 2.4). Такие диа-

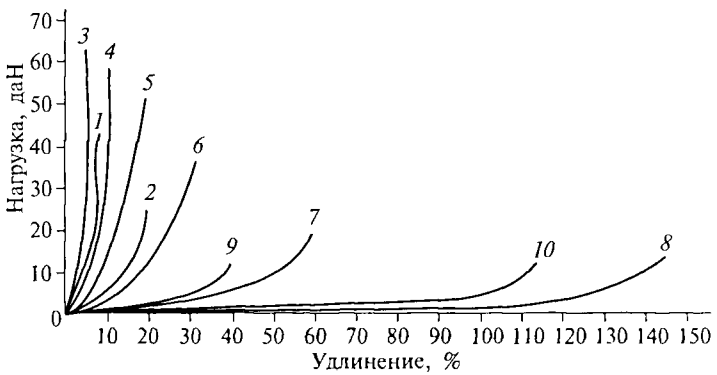


Рис. 2.4. Диаграммы нагрузка — удлинение (нечетными цифрами обозначены кривые удлинения материалов по основе или длине, четными — по утку или ширине):

1, 2 — хлопчатобумажная ткань; *3, 4* — льняное полотно; *5, 6* — хлопчатобумажная или шерстяная ткань; *7, 8* — трикотажное хлопчатобумажное (гладь) полотно; *9, 10* — нетканое хлопчатобумажное холстопрошивное полотно

Таблица 2.3

Показатели разрывных характеристик при растяжении материалов

Материал	Поверхностная плотность M_S, г/м^2	Число нитей основы на 10 см	Разрывная нагрузка $P_р$, Н	Удельная разрывная нагрузка $P_{уд}$, Н · м/г	Расчетная разрывная нагрузка $P_{расч}$, Н	Относительное разрывное удлинение $\varepsilon_р$, %
Хлопчатобумажные ткани:						
ситец	92	292	294	64	1	5
вуаль	67	308	235	70	0,76	6
диагональ	212	398	677	64	1,7	5
саржа рукавная	116	349	343	59	1	4
Шелковые ткани:						
крепдешин	75	480×3	539	144	1,1	18
блузочная капроновая	20	480	176	176	0,4	23
Шерстяные ткани:						
габардин	288	591	754	52	1,5	36
бостон	340	274	600	35	1,7	23
костюмная ведомственная	328	270	1050	64	3,1	40
Льняные ткани:						
бортовка суровая	300	122	657	44	2,2	—
костюмно-плательная льнолавсановая	240	185	815	68	3,4	—
полотно простынное	180	194	440	49	2,5	—
Гладкое (вискозное) трикотажное полотно	206	60*	226	22	1	45

* Число петель по горизонтали на 5 см длины.

граммы записываются с помощью самопишущего прибора на разрывной машине. Для текстильных материалов основных видов характерно значительное нарастание удлинения при незначительном увеличении действующей нагрузки. Особенно резко это проявляется у трикотажных и нетканых полотен, в меньшей степени — у тканей, что объясняется главным образом особенностями структуры материала. Зависимость между нагрузкой P и удлинением ε материалов в общем виде следующая:

$$P = a\varepsilon^n,$$

где a и n — коэффициенты, значения которых зависят от вида материала и его структуры.

Для оценки прочностных свойств текстильных материалов применяют также другие характеристики.

Удельную разрывную нагрузку $P_{уд}$, Н · м/г, рассчитывают по формуле

$$P_{уд} = P_р/bM_S,$$

где $P_р$ — разрывная нагрузка, Н; b — ширина пробы материала, м; M_S — поверхностная плотность материала, г/м^2.

Показатели удельной разрывной нагрузки для некоторых текстильных материалов, приведенные в табл. 2.3, учитывают поверхностную плотность материалов и позволяют сравнивать их прочностные свойства.

В массе 1 м^2 многих тканей содержится разная доля массы нитей основы и утка. Для таких тканей удельную разрывную нагрузку рассчитывают по формуле

$$P_{уд} = P_р/(bM_S\delta_{о(у)}),$$

где $\delta_{о(у)}$ — доля массы нитей основы (или утка), рассчитываемая по формулам, приведенным на с. 137.

Расчетная разрывная нагрузка $P_{расч}$, Н (даН или кгс), — разрывная нагрузка, приходящаяся на элемент структуры материала (на одну нить основы или утка в ткани, на один петельный ряд или столбик в трикотаже, на одну строчку прошива нетканых полотен):

$$P_{расч} = P_р/П,$$

где $П$ — число нитей в пробе ткани, рядов или столбиков в пробе трикотажа, строчек прошива в пробе нетканого полотна, вдоль которых растягивается проба.

При растяжении проб материалов затрачивается определенная работа, которая расходуется на преодоление энергии связей в материале (между волокнами и нитями, между атомами и макромолекулами в волокнообразующем полимере). Если на материал действует нагрузка P и материал при этом получает удлинение (приращение длины) $dl(d\varepsilon)$, то значение элементарной работы dR определяется как произведение нагрузки (силы) на приращение длины (рис. 2.5):

$$dR = Pdl,$$

где dR — элементарная работа, Дж.

Полная работа, затраченная на разрыв, $R_р$, Дж

$$R_р = \int_0^{l_р} Pdl.$$

Численное значение работы, затраченной на разрыв, пропорционально площади $S_ф$, находящейся под кривой диаграммы нагрузка — удлинение (заштрихованная часть, см. рис. 2.5), умноженной на масштабный коэффициент:

$$R_р = \eta P_р l_р,$$

где h — коэффициент полноты диаграммы нагрузка—удлинение.

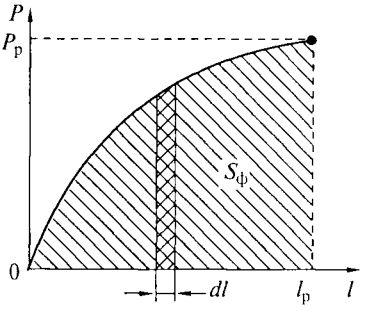


Рис. 2.5. Определение работы, затраченной на разрыв материала, по диаграмме нагрузка—удлинение

Коэффициент η определяется величиной отношения фактической площади под кривой растяжения $S_ф$ к площади прямоугольника S, ограниченного координатами $P_р$ и $l_р$, или отношения массы бумаги $m_ф$ площадью $S_ф$ к массе бумаги m площадью S:

$$\eta = S_ф/S = m_ф/m.$$

Чем больше значение η, тем больше работа, совершаемая материалом при разрыве. Значение коэффициента η для разных текстильных материалов различно: для тканей 0,25—0,75; для трикотажных полотен 0,15—0,4; для нетканых (клееных) полотен 0,5—0,8.

Одноосное раздирание. При эксплуатации одежды, туристских палаток, чехлов и других изделий из тканей в концах карманов, клапанов и т. п. возникают значительные механические напряжения. Эти напряжения концентрируются на незначительном участке ткани, на группе нитей или даже одной из них, вызывая разрушение ткани.

Усилие, даН (кгс), необходимое для разрыва специально надрезанной пробной полоски, называют раздирающей нагрузкой.

Существуют две группы методов испытания тканей на раздирание. Методы первой группы (рис. 2.6, *а—г*) характеризуются тем, что при испытании пробных полосок происходит разрыв нитей, расположенных перпендикулярно направлению прикладываемой нагрузки. Метод одиночного раздирания (см. рис. 2.6, *а*) стандартизован в нашей стране. Для методов второй группы (рис. 2.6, *д—ж*) характерно то, что при испытании пробных полосок разрываются нити, расположенные вдоль направления действующей нагрузки. Исследования Г. Н. Кукина и Е. Ф. Федоровой показали, что крыловидный метод (см. рис. 2.6, *в*) является универсальным, достаточно полно отражающим реальный процесс раздирания тканей. Он пригоден для испытания различных материалов и не требует каких-либо приспособлений к разрывной машине. В настоящее время крыловидный метод также стандартизован в нашей стране.

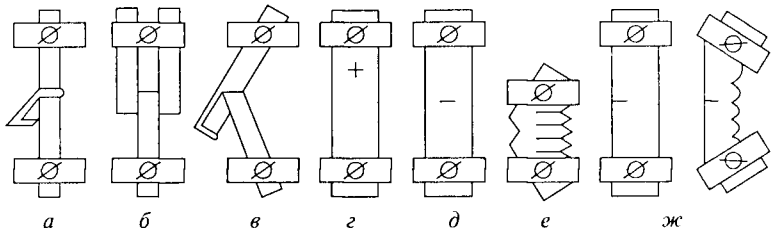


Рис. 2.6. Пробы при испытании тканей на раздирание различными методами:

а — одиночного раздирания; *б* — двойного раздирания; *в* — крыловидный метод; *г* — метод «гвоздя»; *д* — метод с поперечным разрезом («раневой» метод); *е* — трапециевидный метод; *ж* — метод Т. Ээг-Олофссона

Испытания различных тканей на раздирание свидетельствуют о том, что структура материала оказывает существенное влияние на показатели раздирающей нагрузки. При увеличении в переплетении длины перекрытий, уменьшении число нитей на 10 см ткани прочность ткани при раздирании возрастает. Показатели раздирающей нагрузки во многом зависят от коэффициента уплотненности ткани: чем меньше коэффициент, тем выше раздирающая нагрузка. Коэффициент наполнения ткани также существенно влияет на раздирающую нагрузку. Для тканей из полиэфирных и вискозных нитей оптимальное значение раздирающей нагрузки отмечается при коэффициенте наполнения 0,7—0,8.

Для выработки тканей, обладающих высокой прочностью при раздирании, следует увеличивать число нитей на 10 см разрываемой системы нитей или уменьшать число нитей на 10 см противоположной системы, применять в разрываемой системе нити повышенной прочности, использовать гладкие нити с малым коэффициентом тангенциального сопротивления.

Двухосное и пространственное растяжения. При изготовлении швейных изделий (особенно формовании деталей), а также при эксплуатации одежды, парашютов, зонтов, парусов и других изделий из текстильных материалов в результате действия нагрузок происходит их растяжение одновременно в разных направлениях. В этом случае напряжения и деформации, как правило, неодинаковы в различных направлениях и зависят главным образом от строения и свойств материала, а также вида, размеров изделия и других факторов.

Двухосное растяжение — одновременное деформирование материала в двух взаимно перпендикулярных направлениях. На рис. 2.7 представлены виды проб, применяемых при испытании материалов на двухосное растяжение. Возможны два способа испытания: первый — деформирование пробы в двух взаимно перпендикуляр-

ных направлениях происходит с одинаковой скоростью, второй — проба получает постоянную заранее заданную деформацию в одном направлении и постепенно возрастающую деформацию в перпендикулярном направлении.

При первом способе испытания текстильных материалов получаемые показатели прочности значительно ниже показателей суммарной прочности при одноосном растяжении проб по основе и утку и составляют от них 45—60 % (по данным И. А. Монахова). При этом испытании проба материала разрушается обычно по нитям основы или вдоль петельных столбиков, т.е. по системе, имеющей меньшее удлинение. Вследствие того что нити основы и утка в ткани, петельные ряды и столбики в трикотаже одновременно сопротивляются деформированию, удлинение ткани или трикотажа при двухосном растяжении значительно меньше, чем при одноосном.

Деформация ткани при симметричном двухосном растяжении имеет сложный характер. Наблюдения за перемещением структурных элементов ткани методом наколки в случае симметричного двухосного растяжения пробы квадратной формы показали, что центр пробы практически не имеет перемещений, в то время как другие точки (структурные элементы ткани) перемещаются относительно центра пробы. При этом перемещение структурных элементов в направлении нитей основы и утка, а также под углом 45° к ним носит прямолинейный характер; в других направлениях эти перемещения более сложные.

Пространственное растяжение материал получает в основном при действии нагрузки, прикладываемой перпендикулярно плоскости материала. Нагрузки такого вида материал испытывает при продавливании его шариком или мембраной. При продавливании шариком (рис. 2.8, *а*) центральная часть пробы получает наибольшее напряжение, здесь в основном и происходит разрушение ма-

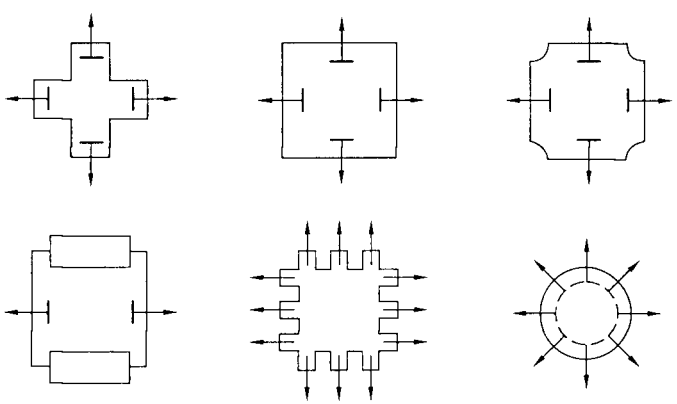


Рис. 2.7. Виды проб, применяемых при двухосном растяжении материала

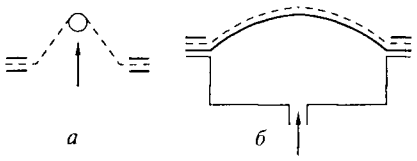


Рис. 2.8. Пространственное растяжение (продавливание) проб:
а — шариком; *б* — мембраной

териала. В первую очередь разрушается та система (нитей, петель), которая характеризуется меньшими удлинением и прочностью.

Испытание материала путем продавливания шариком проводят на разрывной машине с помощью специального приспособления. При этом определяют разрушающую нагрузку и стрелу прогиба материала (стрелу прогиба f, мм, устанавливают по шкале удлинения разрывной машины).

Для трикотажных полотен при продавливании их шариком диаметром 20 мм по величине стрелы прогиба рассчитывают увеличение площади поверхности материала F, %, по формуле $F = 13{,}7f - 87{,}5$ (при стреле прогиба до 30 мм) и по формуле $F = 14{,}2f - 106{,}7$ (при стреле прогиба более 30 мм).

Для трикотажных полотен метод продавливания шариком стандартизован. По данным З.А.Торкуновой, коэффициент корреляции между разрывной нагрузкой, полученной при продавливании пробы трикотажа шариком, и разрывной нагрузкой, полученной при растяжении полоски вдоль петельных столбиков, равен 0,91, вдоль петельных рядов — 0,96. Коэффициенты корреляции между показателями удлинения при растяжении полоски трикотажа и величиной стрелы прогиба при продавливании пробы шариком соответственно равны 0,79 и 0,86.

Для изучения поведения материала при пространственном растяжении применяют испытательные приборы с мембраной (рис. 2.8, *б*). Мембрана изготовляется из резинового изотропного, гибкого и тонкого материала. Пробу испытываемого материала вместе с подложенной под нее мембраной заправляют в круглый зажим прибора. При испытании воздух или жидкость, нагнетаемые под мембрану, равномерно распределяются во всех направлениях и растягивают мембрану и расположенный на ней материал. При таком испытании определяют давление и стрелу прогиба f (удлинение материала), при которых произошло разрушение материала.

Для определения разрывных характеристик и растяжения материалов при продавливании используют метод в соответствии с ГОСТ Р ИСО 2960—99.

Результаты немногочисленных опытов показывают, что текстильные материалы при растяжении с помощью мембраны разрушаются одновременно на значительной части испытываемой пробы. При этом форма образующейся поверхности пробы для многих видов текстильных материалов существенно отличается от правильной формы шарового сегмента, что свидетельствует о сложном характере деформации и разрушения этих материалов.

Полуцикловые неразрывные характеристики. К основным полуцикловым неразрывным характеристикам, получаемым при одноосном растяжении текстильных материалов, 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 (усилия) P в течение определенного времени t. Эти характеристики используют главным образом в исследовательских работах.

Характерная особенность текстильных материалов — их значительная растяжимость. При этом зависимость между нагрузкой и удлинением (см. рис. 2.4) имеет, как правило, сложный характер, свидетельствующий об изменении жесткости материала по мере его растяжения. Показатель жесткости выступает как характеристика сопротивления материала, его структурных элементов деформированию. Легкорастяжимые материалы обладают меньшей жесткостью, малорастяжимые — большей.

В качестве одной из характеристик жесткости текстильных материалов при растяжении используется модуль жесткости E (называемый также начальным модулем первого рода, модулем продольной упругости). Модуль жесткости оценивается отношением напряжения σ, развиваемого в материале, к относительной деформации материала ε для участка прямой пропорциональной зависимости на диаграмме напряжение — деформация и выражается в паскалях (Па).

Модуль жесткости можно также характеризовать углом наклона α_1 и α_2 прямолинейного участка на диаграмме напряжение — деформация (рис. 2.9).

При растяжении упругих материалов модуль жесткости достаточно полно характеризует их жесткость. Для текстильных материалов модуль жесткости целесообразно оценивать напряжением, вызывающим удлинение материала на 1 %, т.е. напряжением в начальной стадии деформирования, при котором материал сопротивляется изменению размеров и формы. При удлинении текстильных материалов на 1 % в основном проявляется упругая часть полной деформации материала, а получаемые величины модуля имеют реальный характер.

Проф. А. Н. Соловьев предложил оценивать жесткость материалов при растяжении модулем начальной жесткости E_1, модулем текущей жесткости $E_{т\varepsilon}$ и модулем текущей конечной жесткости $E_{т.к}$.

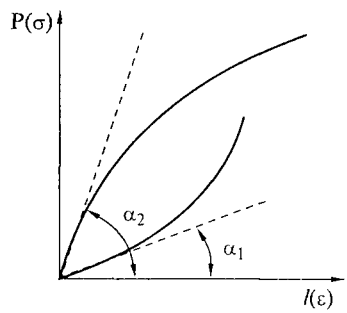


Рис. 2.9. Диаграмма напряжение — деформация материала

Модуль начальной жесткости E_1, Па, соответствует напряжению в образце материала при его растяжении на 1 % и характеризует сопротивление материала деформированию:

$$E_1 = \sigma_p/\varepsilon_p^K,$$

где σ_p — напряжение при разрыве, Па; ε_p — удлинение при разрыве, %; K — показатель жесткости, определяющий характер диаграммы напряжение — удлинение.

Показатель K рассчитывают по формуле

$$K = (1 - \eta)/\eta,$$

где η — коэффициент полноты диаграммы нагрузка — удлинение.

Модуль начальной жесткости E_1 достаточно полно характеризует сопротивление деформированию малорастяжимых материалов. Сопротивление легкорастяжимых материалов модуль E_1 характеризует ориентировочно. По данным проф. А. И. Коблякова, значения модуля E_1 для трикотажных полотен очень малы и составляют $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$ мкПа. Причем при испытании полотна по ширине величина E_1 на 2 — 8 порядков меньше, чем при испытании по длине.

Установление модуля начальной жесткости E_1 позволяет описать зависимость напряжение — деформация для материала: $\sigma = E_1\varepsilon_p^K$. Расчет по этой формуле показателей трикотажных полотен свидетельствует о хорошем совпадении их с экспериментальными данными при напряжениях, близких к разрывным. Для начального периода растяжения наблюдаются значительные отклонения расчетных данных от экспериментальных.

Для легкорастяжимых материалов при расчете модуля начальной жесткости А. Н. Соловьев предложил не учитывать начальную зону диаграммы (рис. 2.10), так как в этой зоне жесткость материала практически не проявляется. В этом случае начальный модуль жесткости E_{z+1}, Па, для второй зоны рассчитывают по формуле

$$E_{z+1} = \sigma_p/(\varepsilon_p - z)^{K_2},$$

где σ_p — напряжение при разрыве, Па; ε_p — удлинение при разрыве, %; K_2 — показатель жесткости, определяющий характер диаграммы напряжение — удлинение во второй зоне:

$$K_2 = (1 - \eta_2)/\eta_2;$$

$$\eta_2 = S_1/S_2,$$

где S_1 — площадь фигуры ACD (см. рис. 2.10); S_2 — площадь фигуры $AFCD$ (точка A — начало отхода кривой растяжения от оси абсцисс).

Зависимость напряжение — удлинение для второй зоны диаграммы может быть описана как

$$\sigma = E_{z+1}(\varepsilon_p - z)^{K_2}.$$

Модуль текущей жесткости $E_{т\varepsilon}$ (при $z = 0$) позволяет оценить сопротивление материала деформированию при любой величине удлинения. Модуль $E_{т\varepsilon}$ рассчитывается как первая производная от $\sigma = E_1\varepsilon^K$:

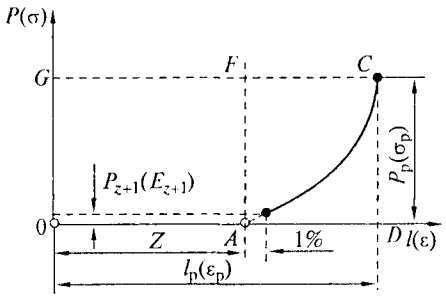


Рис. 2.10. Диаграмма растяжения трикотажа (по А. Н. Соловьеву)

$$E_{т\varepsilon} = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = KE_1\varepsilon^{K-1}.$$

Конечную жесткость материала оценивают модулем текущей конечной жесткости $E_{т.к}$, рассчитанным для момента разрыва пробы материала (при $z = 0$ и $\varepsilon = \varepsilon_p$) по формуле

$$E_{т.к} = KE_1\varepsilon_p^{K-1}.$$

Прочностные свойства материалов. Прочность — важное свойство материалов, которое постоянно привлекает к себе внимание исследователей и всесторонне изучается. Основная проблема прочности — раскрытие механизма разрушения материалов, выяснение причин несоответствия (занижения) фактической прочности материалов теоретическому ее значению.

Предложено несколько теорий, объясняющих процесс разрушения тел. Сторонники критического характера разрыва (теории критического напряжения) — А. Гриффит и его последователи, рассматривая прочностные свойства, исходят из предположений о том, что любое реальное тело в отличие от идеального не обладает совершенной структурой и содержит значительное количество дефектов (микротрещин), ослабляющих его. Разрушение наступает тогда, когда в результате действия нагрузки перенапряжение у вершины хотя бы одной из микротрещин достигает величины, соответствующей теоретической прочности, определяемой силами межатомных связей. При этом микротрещина начинает расти со скоростью распространения упругих волн (со скоростью звука) и вызывает разрушение материала.

Гипотеза о существовании дефектов (микротрещин) экспериментально была подтверждена акад. А. Ф. Иоффе и его сотрудниками, которые показали, что напряжение у вершины поверхностной микротрещины во много раз превышает значение напряжения, определяемого отношением действующей нагрузки к площа-

ди поперечного сечения ослабленной пробы образца. Было установлено, что развитие микротрещин — это результат действия не среднего, а максимального, критического, напряжения. Работы А.Ф.Иоффе и его сотрудников объяснили разницу между теоретическим и экспериментальным значениями прочности.

Однако такой чисто механический подход к решению проблемы прочности, основанный на предположении о критическом характере разрыва, не вскрывает сущности явлений, происходящих в нагруженных телах при их разрушении во времени. С позиции этой теории невозможно объяснить разницу в значениях прочности материала при различных скоростях его деформирования.

Академики А.П.Александров и С.Н.Журков предложили статистическую теорию прочности, согласно которой разрыв материала происходит не одновременно по всей поверхности разрушения, а начинается с самого опасного дефектного участка, где перенапряжение достигает величины, близкой к теоретической прочности. Затем разрыв наступает на новом опасном участке микротрещины и т.д. В результате роста трещин материал разрушается.

Таким образом, статистическая теория прочности рассматривает разрушение как процесс, протекающий во времени. Основное положение статистической теории прочности состоит в том, что вероятность появления наиболее опасных дефектов значительно меньше, чем менее опасных, и самый опасный дефект, расположенный на поверхности, определяет прочность материала. Практика испытания материалов подтверждает этот факт. Пробы, имеющие малые размеры (минимальное поперечное сечение), характеризуются повышенной прочностью. С уменьшением размеров проб текстильных материалов их прочность возрастает.

При изучении прочностных свойств было замечено, что процесс разрушения материала, имеющий временной характер, зависит не только от величины действующей нагрузки, но и от температуры испытания, структуры материала.

Фундаментальные исследования в области прочностных свойств, выполненные С.Н.Журковым и его сотрудниками, привели в 1950-х гг. к созданию кинетической теории прочности твердых тел. Согласно этой теории разрушение материалов происходит не столько за счет действующей механической силы, сколько за счет теплового движения (флуктуации) структурных элементов (атомов).

Важную роль при межатомных взаимодействиях играет неравномерность теплового движения — энергетические флуктуации, которые являются следствием хаотического теплового движения. Отдельные атомы при этом приобретают кинетическую энергию, во много раз большую, чем средняя. В результате превышения энергии возрастают и тепловые растягивающие усилия в межатомных связях. Разрыв материала происходит главным образом в результате флуктуации тепловой энергии, термического распада межатом-

ных связей. Действующее механическое напряжение уменьшает энергетический барьер, активизирует и направляет процесс разрушения. Таким образом, механическая прочность материалов согласно теории С. Н. Журкова определяется не чисто механической, а кинетической природой, обусловленной тепловыми движениями атомов.

С позиции кинетической теории прочности главными факторами, влияющими на прочность материалов, являются абсолютная температура T, действующее напряжение σ и длительность воздействия напряжения τ. Фундаментальной характеристикой прочности служит долговечность. Основное уравнение долговечности имеет вид

$$\tau = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma\sigma}{RT}.$$

Параметр τ_0 не зависит от природы и структуры материала. Его величина составляет 10^{-12}—10^{-13} с — время длительности одного теплового колебания атомов; U_0 — энергия активизации разрушения, т.е. энергия связей, которую необходимо преодолеть, чтобы разрушить материал; γ — структурно-чувствительный коэффициент, сильно зависящий от структуры материала. Коэффициент γ характеризует неоднородность напряжений в объеме тела и указывает, во сколько раз истинное локальное напряжение, под действием которого практически происходит разрушение, выше среднего напряжения; σ — постоянное напряжение, действующее в процессе испытания; R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура испытания.

Работы Г. Н. Кукина, А. А. Аскадского, Л. П. Косаревой и других сотрудников МТИ им. А. Н. Косыгина подтвердили возможность применения основных положений кинетической теории прочности для описания разрушения текстильных нитей.

Исследования Б. А. Бузова и Т. М. Резниковой (МТИЛП) показали, что температурно-временна́я зависимость прочности пригодна и для таких достаточно сложных сетчатых систем, как ткани. Были изучены кратковременная и длительная прочности хлопчатобумажных и капроновых тканей при одноосном растяжении в широком диапазоне температур. Испытанию подвергались пробы тканей размером 5×50 мм в диапазоне времени (с), составляющем пять-шесть порядков. В процессе опытов фиксировалось фактическое время разрушения проб. Эксперименты подтвердили возможность применения основного уравнения долговечности для описания процесса разрушения ткани, однако с некоторыми изменениями. Как известно, ткань является материалом сложного строения, поэтому определение для нее величины σ — постоянного напряжения, действующего в процессе испытания, — представляет значительные трудности. Вследствие этого для расчета долго-

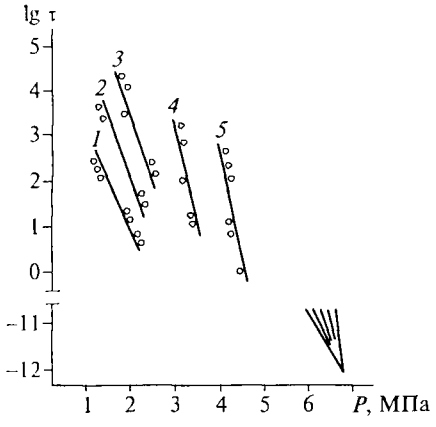


Рис. 2.11. Зависимость долговечности ткани арт. 52188 от нагрузки при температуре, °С:
1 — +60; *2* — +30; *3* — +20; *4* — −30; *5* — −60

вечности ткани вместо величины σ была использована эквивалентная ей величина — давление, создаваемое постоянной нагрузкой P и определяемое на единицу площади поперечного сечения ткани. За площадь поперечного сечения принималась площадь начального сечения пробы ткани по системе нагружаемых нитей основы (утка). Суммарная площадь поперечного сечения пробы определялась как произведение числа нитей, непосредственно участвующих в сопротивлении растяжению, на среднюю площадь поперечного сечения этих нитей. Таким образом, долговечность ткани изучалась при постоянной нагрузке, а расчет ее выполнялся по формуле

$$\tau = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma P}{RT}.$$

Результаты исследований, представленные на рис. 2.11, свидетельствуют о том, что основные закономерности температурно-временно́й зависимости прочности характерны и для таких сложных сетчатых систем, как ткани. Полученные значения параметров U_0 и γ согласуются со значениями параметров подобных исследований волокон и нитей:

Параметр	*Хлопчатобумажная ткань арт. 3104*	*Капроновая ткань арт. 52188*
U_0, кДж/моль	145	190
γ, м^3/кмоль	0,7	2,5

Прочность тканей. При одноосном растяжении вдоль нитей основы или утка прочность тканей, характеризуемая разрывной нагрузкой $P_{р.т}$, зависит прежде всего от прочности и числа непосредственно воспринимающих нагрузку продольных нитей испытываемой пробы. В ткани нити благодаря взаимному переплетению связаны трением в единую систему. Поэтому средняя

разрывная нагрузка на одну нить полоски ткани $P_{р.н.т}$, расположенной в направлении действующей силы, может быть больше разрывной нагрузки для такой же нити $P_{р.н}$ в свободном состоянии.

Разрывную нагрузку ткани $P_{р.т}$ рассчитывают по формуле

$$P_{р.т} = P_{р.н.т}П = P_{р.н}K\eta П,$$

где $П$ — число нитей в сечении полоски ткани; K — коэффициент использования разрывной нагрузки нити в ткани, равный 0,8 — 1,2; η — коэффициент неоднородности нитей по разрывной нагрузке, равный 0,85.

Коэффициент K тем больше, чем чаще связи и больше углы обхвата, определяющие площадь трения взаимно перпендикулярных систем нитей. С ростом длины перекрытий нитей уменьшаются число связей и значение коэффициента K. Поэтому полотняное переплетение, имеющее частые связи между нитями, при прочих равных условиях обеспечивает наибольшую прочность ткани.

При повышении числа нитей на 10 см ткани увеличиваются углы обхвата нитей и, следовательно, поверхность трения, возрастает связанность элементов ткани, становится больше сила взаимного давления нитей основы и утка и степень сцепления волокон в пряже. В результате растут коэффициент K и прочность ткани. За пределами оптимального числа нитей на 10 см не только прекращается рост прочности, но и вследствие перенапряжения нитей происходит ослабление ткани.

Крученая пряжа, волокна которой достаточно сильно связаны круткой, укрепляется переплетением в ткани меньше, чем слабо скрученная одиночная пряжа.

Неоднородность нитей по разрывной нагрузке снижает прочность ткани. Первыми воспринимают нагрузку и разрываются нити, обладающие наименьшим удлинением, после этого нагрузка перераспределяется на оставшиеся нити, в результате чего на каждую из них приходится все большее усилие, а разрыв ткани происходит раньше, чем при одновременном разрыве всех нитей.

Учитывая распределение усилий, действующих на нити в ткани при ее растяжении (рис. 2.12), К. И. Корицкий предложил определять нагрузку $P_{р.н.т}$ по формуле

$$P_{р.н.т} = (P_{р.н} + F)\eta\cos\beta,$$

где F — нагрузка, обусловленная действием сил трения и уменьшением длины скольжения волокон; β — угол наклона

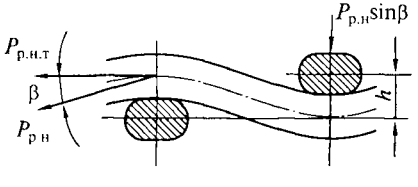


Рис. 2.12. Распределение усилий, действующих на нить в ткани (по данным К. И. Корицкого)

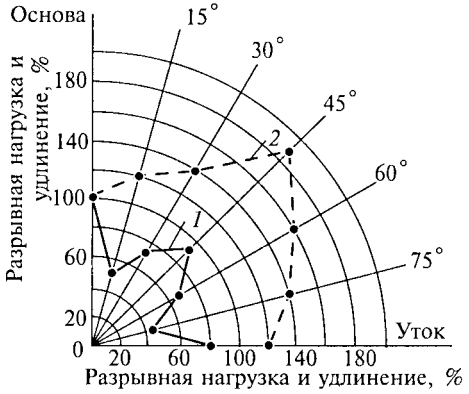


Рис. 2.13. Диаграмма разрывной нагрузки $P_р$ и удлинения $\varepsilon_р$ ткани при ее растяжении в различных направлениях (значения $P_р$ и $\varepsilon_р$ по основе приняты за 100 %):

1 — кривая разрывной нагрузки; *2* — кривая разрывного удлинения

нитей к линии приложения растягивающей силы в момент разрыва.

Величина F зависит от трения нитей, силы нормального давления и прогиба нити; она рассчитывается по формуле

$$F = \mu P_{р.н} \sin \beta h,$$

где μ — коэффициент трения нитей; $P_{р.н} \sin \beta$ — сила нормального давления на одну нить растягиваемой системы; h — величина, пропорциональная прогибу нити.

Таким образом, разрывная нагрузка ткани с учетом параметров ее структуры может быть определена по формуле

$$P_{р.т} = ПР_{р.н}(1 + \mu \sin \beta h)\eta \cos \beta.$$

Ткани являются анизотропными телами, поэтому их прочность в различных направлениях неодинакова (рис. 2.13). При приложении усилий растяжения под углом к нитям основы и утка прочность ткани меньше, чем при приложении усилий в продольном или поперечном направлении. Объясняется это прежде всего тем, что при растяжении проб, вырезанных под углом к нитям основы и утка, обоими зажимами разрывной машины оказывается зажатой лишь часть нитей пробы. Кроме того, прочность даже этой зажатой части нитей используется не полностью, так как нити располагаются под некоторым углом к действующей силе.

Удлинение тканей. В направлении основы или утка ткани удлиняются вследствие распрямления и удлинения нитей, расположенных вдоль действующей силы. Обычно распрямление нитей требует меньших усилий, чем их растяжение, сопряженное с изменением наклона спиральных витков крутки, распрямлением и скольжением волокон. Поэтому удлинение ткани, особенно в начале ее растяжения, находится в прямой зависимости от числа изгибов нити, приходящихся на единицу ее длины, и глубины изгибов. В свою

очередь, число изгибов нити определяется переплетением и плотностью ткани, а глубина изгиба — толщиной нитей перпендикулярной системы и фазой строения ткани. Поэтому при прочих равных условиях ткани полотняного переплетения имеют наибольшее удлинение. С увеличением плотности удлинение ткани растет до определенного предела, после которого связанность элементов ткани делается настолько большой, что способность к растяжению уменьшается.

Фаза строения оказывает большое влияние на удлинение ткани, особенно в начале нагружения, когда растяжение ткани происходит в основном за счет распрямления нитей. Ткани пятой фазы строения могут иметь близкие показатели удлинения и по основе, и по утку, так как изогнутость их нитей одинакова. Ткани же остальных фаз строения обладают бóльшим удлинением в направлении изогнутой системы.

Исследования, выполненные в МТИЛПе Б. А. Бузовым и Н. Д. Алыменковой, показали, что при растяжении пробы деформация ткани имеет сложный характер: она зависит от направления растяжения относительно нитей основы или утка. Механизм деформации определяется растяжением и сжатием нитей, их изгибом в плоскости ткани, изменением угла между нитями основы и утка, образованием на отдельных участках продольных складок.

Сложный характер деформации вызывает неравномерность удлинения отдельных участков пробы. На рис. 2.14 представлены графики деформации ткани по участкам пробы в зависимости от направления растяжения (угла φ) и величины полного удлинения пробы (в процентах от разрывного), схематически показан также характер изменения размеров и формы проб.

Для рассмотренных случаев растяжения проб, вырезанных по основе ($\varphi = 0°$) и под углом $\varphi = 15°$, $\varphi = \varphi_{пр}$, $\varphi = 30°$ и $\varphi = 45°$ к основе, деформация крайних участков проб, примыкающих к зажимам, значительно больше, чем средних участков. Особенно заметна разница в степени деформации участков при растяжении проб под углом $\varphi = 15°$ и $\varphi = \varphi_{пр}$ (где $\varphi_{пр}$ — угол растяжения пробы, в которой все нити основы, расположенные в рабочей зоне разрывной машины, закреплены только одним концом: одна половина нитей — в верхнем зажиме, а другая половина — в нижнем зажиме).

Для проб, вырезанных под углом 45° к основе ($\varphi = 45°$), кривые растяжения ткани по участкам расположены почти рядом, что свидетельствует о более равномерном распределении общего удлинения по участкам пробы. Однако на первом этапе растяжения (примерно до 20 % удлинения пробы) больше деформируется средний участок и немного меньше — крайние. При дальнейшем растяжении крайние участки начинают деформироваться больше, чем средний.

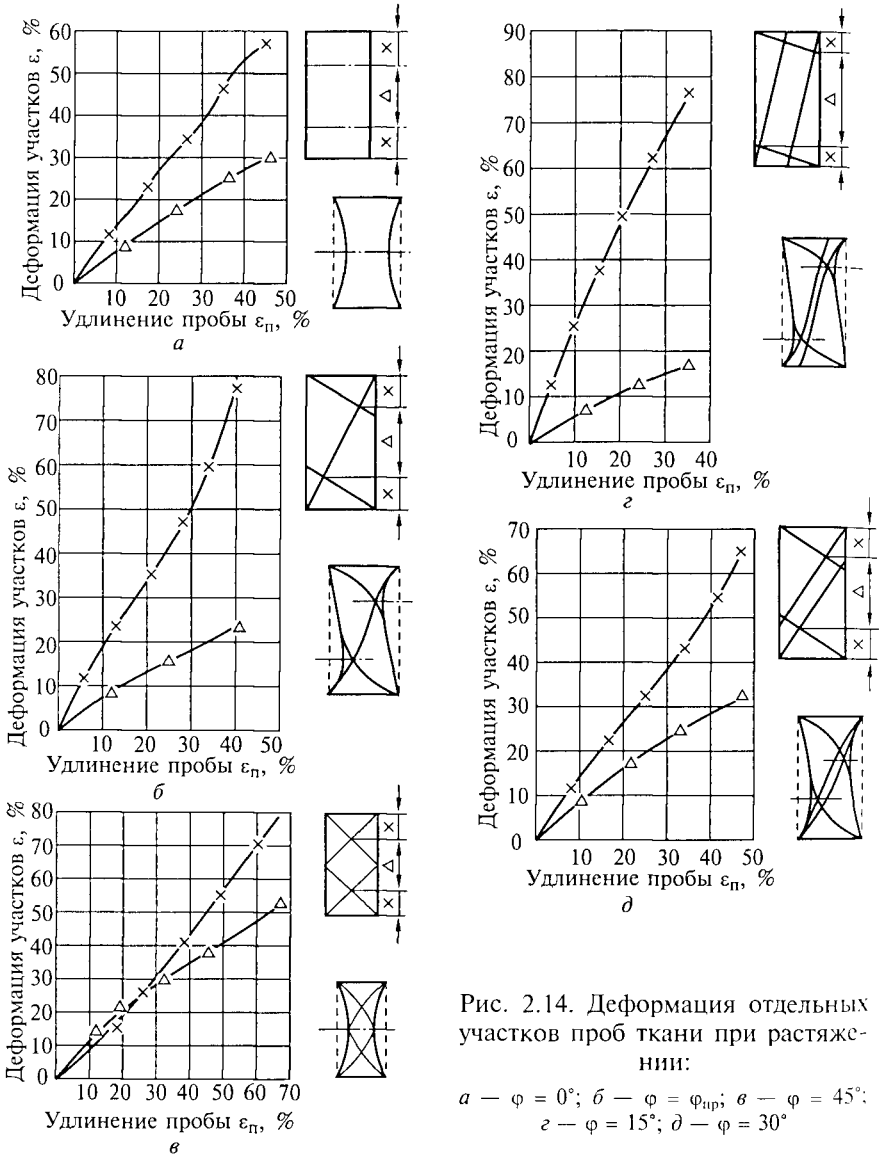


Рис. 2.14. Деформация отдельных участков проб ткани при растяжении:

а — φ = 0°; *б* — φ = φпр; *в* — φ = 45°; *г* — φ = 15°; *д* — φ = 30°

Сложный характер распределения деформаций связан с тем, что нити в пробах по-разному расположены относительно зажимов и, следовательно, по-разному воспринимают прикладываемую нагрузку. Это наглядно видно на схемах изменения размеров и формы проб (см. рис. 2.14). При растяжении ткани по основе (φ = 0°) зона наибольшего поперечного сокращения располагается в центральной части пробы. При растяжении ткани под углами 15°, φпр и

30° наблюдается резкое изменение формы и размеров проб. В пробе ($\varphi = 15°$) появляются две зоны наибольшего поперечного сокращения, которые располагаются ближе к зажимам; в пробах ($\varphi = \varphi_{пр}$, $\varphi = 30°$) зоны наибольшего поперечного сокращения смещаются к центральной части пробы, а сами пробы приобретают сложную конфигурацию. В пробе ($\varphi = 45°$) максимальное поперечное сокращение наблюдается в центральной зоне, а сама проба получает достаточно правильную форму. Выявленные закономерности деформации ткани по участкам пробы при ее растяжении и изменения формы проб представляют значительный интерес для конструкторов и технологов швейного производства.

Прочность и удлинение трикотажа. При расчете ориентировочных значений разрывной нагрузки трикотажа $P_{тр}$ учитывают число нитей n, сопротивляющихся растягивающим усилиям в каждом петельном ряду или столбике, разрывную нагрузку нити $P_{р.н}$ и плотность полотна $П$ — число петельных рядов ($П_в$) или столбиков ($П_г$), участвующих в разрыве. Расчет ведут по формуле

$$P_{тр} = P_{р.н} n П.$$

Разрывную нагрузку по горизонтали для трикотажа главных переплетений, в котором $n = 1$, рассчитывают по формуле

$$P_{тр.г} = P_{р.н} П_в.$$

В трикотаже производных переплетений в каждом ряду имеются две нити, т.е. $n = 2$, поэтому расчетная формула принимает вид

$$P_{тр.г} = 2P_{р.н} П_в.$$

Для трикотажа кулирных переплетений, в котором в каждой петле столбика имеются две ветви, т.е. $n = 2$, разрывную нагрузку по вертикали определяют по формуле

$$P_{тр.г} = 2P_{р.н} П_г.$$

В трикотаже основовязаных переплетений $n \geq 3$, и разрывную нагрузку, действующую по вертикали, рассчитывают с учетом этой величины.

Для трикотажа расчетное значение разрывной нагрузки, как правило, превышает значение нагрузки, полученное экспериментально, что объясняется, во-первых, неравномерностью нитей по прочности, и, во-вторых, сложным пространственным расположением нитей в петлях трикотажа относительно направления прикладываемого усилия.

Удлинение трикотажа значительно больше, чем тканей. В начале растяжения трикотажа происходит упорядочение петельной структуры, затем форма петель изменяется, одни участки распрямляются, другие изгибаются.

При приложении растягивающих усилий в направлении петельных столбиков (по вертикали) увеличиваются размеры петельных палочек и уменьшаются размеры игольных дуг и протяжек, т.е. уменьшается петельный шаг A и увеличивается высота петельного ряда B. При приложении усилий растяжения в направлении петельных рядов, наоборот, увеличиваются размеры дуг, протяжек и, следовательно, петельный шаг A и уменьшаются размеры петельных палочек, определяющих высоту петельного ряда B. Для каждого переплетения существуют предельные значения высоты петельного ряда B и петельного шага A.

Относительное разрывное удлинение элементарной ячейки по длине трикотажного полотна $\varepsilon_в$, %, определяют по формуле

$$\varepsilon_в = 100(B_{max} - B_0)/B_0,$$

а относительное разрывное удлинение ее по ширине полотна $\varepsilon_г$, %,— по формуле

$$\varepsilon_г = 100(A_{max} - A_0)/A_0,$$

где B_0 и A_0 — высота петельного ряда и петельный шаг исходного недеформированного образца, мм; B_{max} и A_{max} — высота петельного ряда и петельный шаг к моменту разрыва образца, мм.

При переходе из одного участка петли в другой нить, напрягаясь, деформируется. Таким образом, прикладываемые нагрузки вызывают не только относительное перемещение нитей в петлях, но и изменение размеров самих нитей. Преобладание того или иного фактора зависит от соотношения сил, необходимых для растяжения нитей и их перемещения. Так как при растяжении трикотаж-

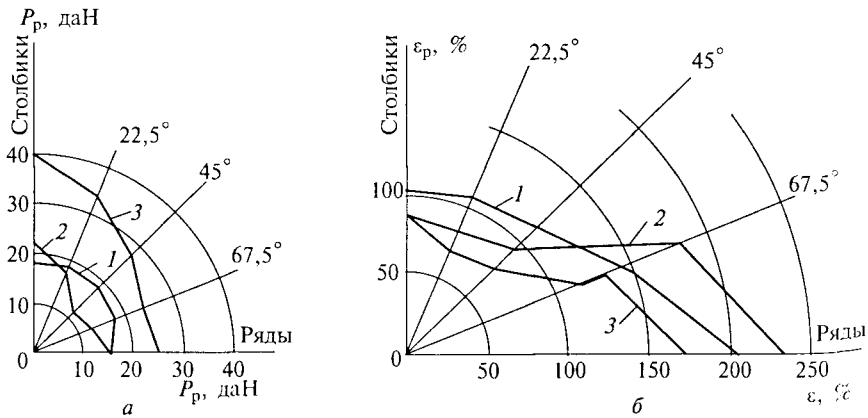


Рис. 2.15. Диаграммы:

а — разрывной нагрузки; *б* — разрывного удлинения трикотажных полотен при растяжении в различных направлениях; *1* — переплетение гладь; *2* — переплетение двуластик (интерлок); *3* — переплетение пике

ного полотна наблюдается значительное увеличение углов обхвата нитей в петлях, в некоторых случаях сила, необходимая для смещения точек контакта, оказывается больше прочности нити, тогда нить разрывается, а полотно разрушается. Поскольку удлинение нити требует значительно больших усилий, чем изменение конфигурации петли, прирост длины нити на последних стадиях растяжения происходит при нагрузке, близкой к разрывной, и составляет небольшую долю от общего удлинения трикотажа.

Помимо изменения ориентации нити в петлях при растяжении трикотажа изменяется ориентация петельных столбиков и рядов относительно направления действия растягивающей силы. Это особенно заметно при растяжении трикотажного полотна под углами к петельным рядам и столбикам. Наибольшее растяжение трикотажного полотна происходит по ширине и в направлении под небольшими углами к петельным рядам (рис. 2.15).

Прочность и удлинение нетканых полотен. Прочность прошивных нетканых полотен определяется свойствами волокнистого холста и скрепляющей его ниточной сетки. При разрыве нетканого полотна прежде всего рвутся прошивные нити, а затем уже растаскиваются волокна холста. Разрывная нагрузка для прошивного нетканого полотна $P_{\text{р.н.п}}$ может быть определена как сумма разрывных нагрузок для волокнистого холста $P_{\text{х}}$ и нитей прошивной сетки $P_{\text{с}}$:

$$P_{\text{р.н.п}} = P_{\text{х}} + P_{\text{с}}.$$

Прочность закрепления волокон в холсте значительно меньше прочности одиночных волокон и определяется в основном силами трения и сцепления волокон, зажатых в каждой петле. Поэтому при растяжении пробы (полоски) в направлении ориентации волокон происходит главным образом их растаскивание, а не разрыв. С увеличением массы волокон и их длины растут силы трения и сцепления, возникающие между волокнами, однако разрыва волокон, как правило, не наблюдается. В нетканом полотне двухгребеночного переплетения обеспечивается лучшее закрепление волокон, чем в полотне одногребеночного переплетения. Поэтому бóльшая часть нетканых полотен, используемых для верхней одежды, вырабатывается с применением двухгребеночного переплетения.

Прочность прошивных нетканых полотен по длине больше, чем по ширине. В результате отделочных операций, главным образом валки, прочность по ширине таких полотен может быть увеличена почти вдвое. При этом полотна с более частой прошивкой, в которых движение волокон ограничено, меньше уплотняются в процессе валки и потому получают меньшее упрочнение. Разрывное удлинение прошивных нетканых полотен по ширине и длине очень различается. Однако при начальных нагрузках эти полотна имеют

значительные деформации в обоих направлениях, что неблагоприятно отражается на устойчивости формы одежды в процессе носки.

Прочность и удлинение клееных нетканых полотен зависят от вида волокнистого материала, расположения волокон, типа связующего, его количества и характера распределения. Под действием растягивающих усилий происходят поворот и распрямление формирующих нетканые полотна волокон, растяжение распрямленных волокон и, наконец, перемещение волокон относительно друг друга. Разрывную нагрузку $P_{р.н.п}$ клееных нетканых полотен рассчитывают по формуле

$$P_{р.н.п} = P_в K,$$

где $P_в$ — разрывная нагрузка волокон, расположенных в сечении пробы полотна; K — коэффициент использования разрывной нагрузки волокон.

Средства для испытания материалов на растяжение. Разрывную нагрузку и разрывное удлинение текстильных материалов определяют на разрывных машинах.

В зависимости от времени нагружения материала до его разрушения различают испытания статические (кратковременные — продолжительность нагружения до 1—1,5 мин, длительные — продолжительность нагружения от нескольких минут до 10^3—10^4 ч) и динамические (при импульсных нагрузках ударного характера).

В соответствии с требованиями стандартов разрывные машины для статических испытаний делят на жесткие и нежесткие. К жестким относятся разрывные машины, у которых смещение зажима, связанного с силоизмерителем, не превышает 0,5 мм. В таких машинах применяют электронные или торсионные силоизмерители. Для создания электронных силоизмерителей используют тензометрические, индуктивные, емкостные, трансформаторные и другие датчики силы.

Из этой группы машин для испытания текстильных материалов применяют разрывные машины с механическим приводом, работающие с постоянной скоростью перемещения одного из зажимов и растягивающие пробу с равномерной скоростью деформирования. Скорость перемещения подвижного зажима на этих машинах 1—1000 мм/мин.

Разрывные машины первой группы отличаются большой жесткостью, имеют надежную конструкцию, но требуют большой точности при их изготовлении. Эти машины применяют главным образом в исследовательских работах.

Ко второй группе — нежестких машин — относят разрывные машины, у которых смещение зажима, связанного с силоизмерителем, может достигать 30—40 мм при максимальном усилии. Эти машины оснащены рычажно-маятниковым силоизмерителем

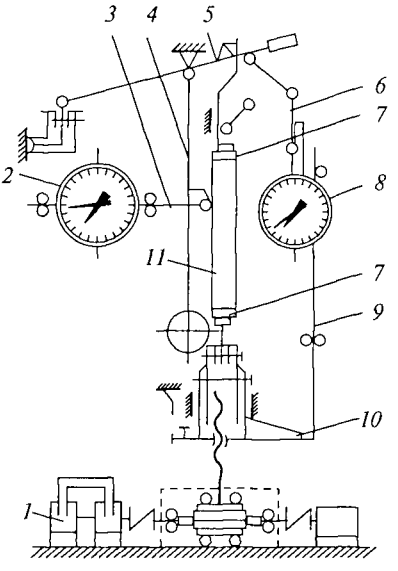


Рис. 2.16. Схема разрывной машины РТ-250М-2:

1 — электродвигатель; *2* — шкала нагрузок; *3* — рейка, вращающая стрелку на шкале нагрузок; *4* — маятник; *5* — рычаг; *6* — корректирующее устройство; *7* — зажимы; *8* — шкала деформации; *9* — рейка для изменения деформации; *10* — шток; *11* — проба материала

и имеют постоянную скорость перемещения нижнего зажима. Для испытания текстильных материалов применяют машины РТ-250М-1 (с устройством для записи диаграммы в координатах нагрузка — деформация) и РТ-250М-2 (рис. 2.16).

При растяжении пробы материала возникает усилие, которое через верхний зажим и рычаг отклоняет маятник. Маятник перемещает рейку, которая вращает рабочую стрелку, показывающую усилие на шкале нагрузок. Деформация пробы измеряется рейкой, соединенной с нижним концом штока. Указатель шкалы деформации связан через корректирующее устройство с рычагом маятникового силоизмерителя. При отклонении маятника от вертикального положения корректирующее устройство и указатель шкалы опускаются на величину, равную вертикальному перемещению верхнего зажима. Нижний зажим перемещается с помощью электродвигателя. Таким образом, деформация пробы определяется как разность перемещения верхнего и нижнего зажимов.

Испытательные лаборатории швейных предприятий и учебных заведений оснащены в основном разрывными машинами РТ-250, которые отличаются несложной конструкцией, простотой и удобством обслуживания.

Разрывные машины РТ-250 иногда модернизируют, заменяя рычажно-маятниковый силоизмеритель тензометрическим. Для этого в верхней части машины устанавливают датчик силы, с которым соединяют верхний зажим (рис. 2.17).

Разрывные машины для динамических испытаний применяются сравнительно редко, в тех случаях, когда нужно моделировать динамические нагрузки, например нагрузки, испытываемые тканями в момент раскрытия парашюта. К ним относится машина маятникового типа (рис. 2.18). Маятник с грузом поднимают на высоту h_1. Падая с этой высоты, он получает ускоренное движение по дуге и накапливает при этом запас энергии, достаточный для

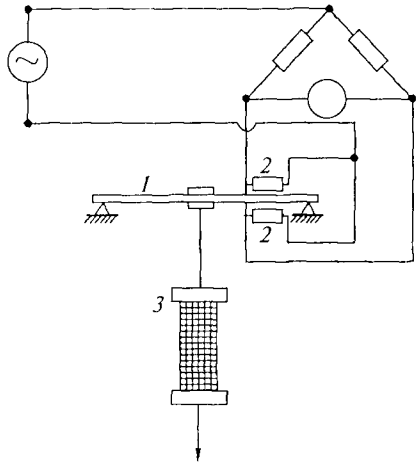


Рис. 2.17. Схема тензометрического силоизмерителя:

1 — упругая балка; *2* — датчик; *3* — зажим

того, чтобы подняться на высоту с противоположной стороны дуги. Если в зажимах (неподвижном, укрепленном на станине машины, и подвижном, находящемся на маятнике) закреплена проба, маятник, падая, разрывает пробу и затрачивает на это часть своей энергии, в результате чего он поднимается только на высоту h_2.

В разрывных машинах для динамических испытаний усилие к пробе прикладывается со скоростью до 120 м/мин. В результате испытания определяется работа, затраченная на разрыв пробы, по формуле

$$R_р = m_м(h_1 - h_2),$$

где $m_м$ — вес маятника.

Измерительное устройство машины градуируют непосредственно в единицах затраченной работы (Дж), что позволяет не вычислять работу, а снимать показания по шкале измерительного устройства. Работу, затраченную на разрыв пробы, можно рассчитать и по формуле

$$R = m_м r(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1),$$

где r — расстояние от оси качания маятника до центра подвижного зажима; φ_2 — угол отклонения маятника после разрыва пробы; φ_1 — угол поворота маятника при подъеме в исходное положение.

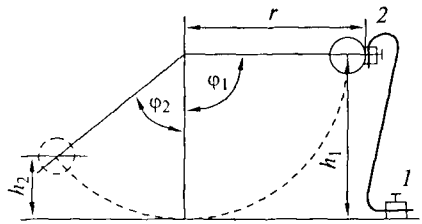


Рис. 2.18. Принципиальная схема разрывной машины маятникового типа для динамических испытаний:

1 — неподвижный зажим; *2* — подвижный зажим

Растяжение материалов при изготовлении и эксплуатации швейных изделий. При изготовлении швейных изделий материалы испытывают действие небольших по величине нагрузок.

По данным ЦНИИШПа и МТИЛПа, при раздублировании ткани и сметывании ее с рулона, перемещении на браковочно-мерильных машинах, при настилании, выполнении операций стачивания и формования величина действующей на ткань нагрузки составляет 1 — 2 % раз-

рывной, а значение полной деформации растяжения достигает 2—5 %.

Б. П. Поздняковым установлено, что в белье из бязи и сатина в направлении нитей основы растяжение ткани больше, чем в направлении нитей утка. Наибольшее удлинение ткани происходит в рукавах, в области локтя, оно не превышает 5 %. В работе Л. Н. Панковой, выполненной под руководством Г. Н. Кукина, изучались величины и распределение усилий растяжения ткани в мужской одежде с использованием тензометрического метода измерения. По данным этой работы на спинке мужского пиджака в области среднего и нижнего участков шва проймы ткань испытывает наибольшие нагрузки, достигающие на отдельных участках 16 Н на полоску шириной 10 мм. Б. А. Бузовым проводились исследования деформации ткани на различных участках мужской верхней одежды. Результаты исследований показали, что распределение и величины деформации растяжений ткани в этой одежде зависят от характера движений человека. Наибольшее растяжение ткань испытывает на тех участках одежды, где при движении человека наиболее резко увеличиваются размеры его тела. Установлено, что при выполнении человеком резких движений на спинке и рукавах изделий в зонах, прилегающих к среднему и нижнему участкам проймы, ткань испытывает наибольшее растяжение. Причем в диагональных направлениях (под углом 22,5; 67,5 и особенно 45° к нитям основы) растяжение ткани значительно больше, чем по основе или утку, и составляет 10—15 %. На отдельных участках одежды растяжение достигает 20—22 %, что соответствует 35—40 % разрывного удлинения. По основе ткань растягивается на 3—5 %, а по утку — на 6—9 %, причем наибольшее удлинение по утку составляет около 50 % разрывного, а по основе — не более 20 % разрывного. Аналогичные результаты были получены при изучении деформации растяжения ткани в деталях детской одежды Ю. А. Костиным и др.

На участках одежды, расположенных на уровне плечевого пояса или линии талии, т. е. выше или ниже линии груди, растяжение ткани значительно меньше, чем в области средней и нижней частей проймы.

Величина и распределение деформации растяжения ткани по участкам одежды зависят также 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.

Наибольшее растяжение полотна в трикотажных изделиях (верхних и бельевых) наблюдается на участках спинки и полочки в области средней и нижней частей проймы. Растяжение трикотажного полотна в изделиях зависит от вида полотна и его растяжимости, вида изделия и условий его эксплуатации, характера движений, выполняемых человеком, и других факторов. По данным В. П. Ру-

мянцева и А. И. Коблякова, максимальное растяжение трикотажного полотна в мужской сорочке (фуфайке) на спинке в области среднего и нижнего участков проймы составляет 8—25 % (5—12 % разрывного удлинения). В верхних трикотажных изделиях, по данным А. А. Карцевой, относительное удлинение полотна на тех же участках спинки не превышает 5 %, а в изделиях спортивного назначения полотно деформируется на 35—55 % (в зависимости от растяжимости полотна).

Значительный интерес представляют результаты, полученные Б. А. Бузовым при измерении деформации ткани в одежде одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Исследованию подвергалась мужская одежда свободного и прилегающего покроя, изготовленная из хлопчатобумажной диагонали (рис. 2.19).

Для анализа деформации ткани на участках одежды при определении растяжения в двух взаимно перпендикулярных направлениях был использован коэффициент поперечного сокращения ткани. Для хлопчатобумажной диагонали, из которой были изготовлены изделия, коэффициент поперечного сокращения при растяжении стандартных полосок, вырезанных в направлении нитей основы, утка и под углами 22,5; 45 и 67,5° к нитям основы, изменяется от −0,92 до −1,33 (для полосок, вырезанных вдоль нитей основы, от −0,92 до −1, вдоль нитей утка от −1 до −1,25, под углом 22,5° к нитям утка от −0,93 до −1,33, под углом 45° от −1,08 до −1,33, под углом 67,5° от −1,09 до −1,33). Очевидно, уменьшение абсолютного значения коэффициента поперечного сокращения свидетельствует о том, что ткань в направлении, перпендикулярном основному растяжению, испытывает сдерживающее усилие. При

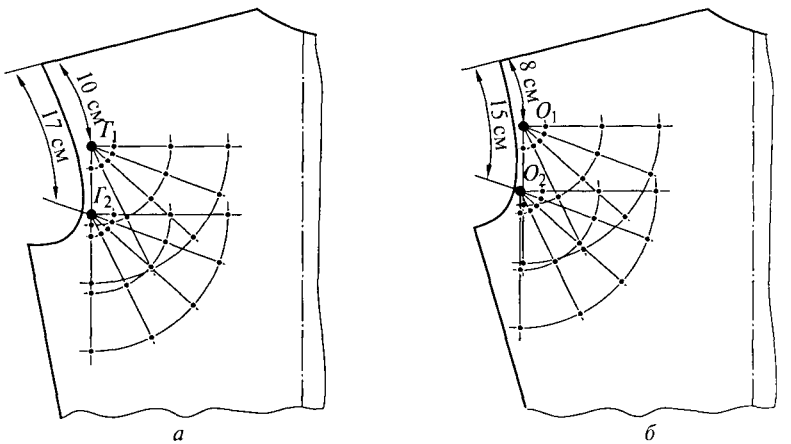


Рис. 2.19. Участки измерения деформации в мужской одежде:
а — свободного покроя; *б* — прилегающего покроя

растяжении ткани одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях коэффициент будет с положительным знаком.

Результаты определения деформации ткани на различных участках одежды представлены в табл. 2.4.

Из представленных в табл. 2.4 данных видно, что на большинстве участков спинки в одежде свободного покроя значение коэффициента поперечного сокращения соответствует значениям, полученным при растяжении стандартных полосок из указанной ткани. В одежде прилегающего покроя на многих участках абсолютное значение коэффициента поперечного сокращения ткани меньше значений, полученных при испытании стандартных полосок, т.е. на этих участках в направлениях, перпендикулярных основному растяжению, ткань испытывает сдерживающее усилие; на отдельных участках коэффициент K имеет положительное значение, свидетельствующее о том, что ткань растягивается одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Таким образом, деформация ткани на некоторых участках одежды, особенно прилегающего покроя, существенно отличается от деформации при растяжении стандартных полосок, когда ткань, растягиваясь в направлении прикладываемой нагрузки, в перпендикулярном направлении только сужается. В этом случае метод перехода от деформации к нагрузке путем одноосного растяжения стандартных полосок на разрывной машине не позволяет определять действительные значения нагрузок, испытываемых тканью в одежде.

Большое влияние на характер распределения и величину деформации растяжения материала в одежде оказывают конструктивные особенности одежды, расположение швов в ней, вид материала и его свойства, условия окружающей среды и другие факторы.

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 ко-

Таблица 2.4

Значения коэффициента поперечного сокращения ткани (по данным Б. А. Бузова)

Покрой одежды	Ориентирная точка на шве проймы (см. рис. 2.19)	Направление основного растяжения	Значение коэффициента для участков, расположенных на расстоянии от ориентирных точек, см		
			3	9	15
Свободный	$Г_1$	Вдоль утка	-1,25	-0,71	-0,54
		Под углом к утку, град:			
		22,5	-1,22	-1,29	—
		45	-1,43	-0,88	-0,83
		67,5	-1,14	-0,66	-0,53
		Вдоль основы	-1,29	-0,32	-1,02
	$Г_2$	Вдоль утка	-0,17	—	—
		Под углом к утку, град:			
		22,5	-0,86	-1,13	-0,76
		45	-1,28	-1,16	-0,32
		67,5	-0,68	-1,22	-1,08
		Вдоль основы	—	-0,47	—
Прилегающий (плотно)	$О_1$	Вдоль утка	-0,56	-0,54	-0,45
		Под углом к утку, град:			
		22,5	-0,74	-0,84	-0,47
		45	-0,83	-0,43	+0,30
		67,5	-0,65	-0,49	-0,11
		Вдоль основы	—	-0,29	—
	$О_2$	Вдоль утка	-0,88	-0,23	-0,23
		Под углом к утку, град:			
		22,5	-0,84	+0,37	+0,11
		45	-1,22	+0,33	+0,34
		67,5	-0,53	+0,48	+0,77
		Вдоль основы	-0,39	—	—

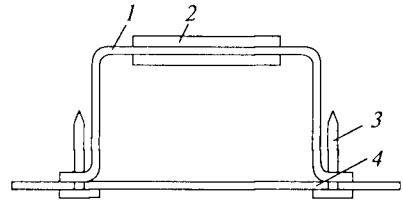


Рис. 2.20. Схема упругого элемента на иглах:

1 — скоба; *2* — тензорезистор; *3* — игла; *4* — материал

нец 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. 2.20), изготовленной из фосфористой бронзы толщиной 0,1—0,15 мм, с наклеенными на верхнюю часть тензорезисторами (проволочными датчиками сопротивления). 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 ИвТИ (В. В. Веселовым и др.) для измерения деформации материала применялись аналогичные скобы с повышенной жесткостью боковых стоек, к концам которых были припаяны горизонтально расположенные иглы. С помощью этих игл скобу «пришпиливают» к материалу. При таком способе крепления скоба кроме внецентренного растяжения испытывает кручение, что не обеспечивает достоверности результатов.

Одноцикловые характеристики. В швейном производстве, в частности при разматывании рулона полотна, настилании его для раскроя, выполнении швов, влажно-тепловой обработки и т. п., материалы подвергаются действию, как правило, небольших по величине нагрузок, значение которых составляет 1—2 % разрывных.

В зависимости от способности материала сопротивляться этим воздействиям устанавливаются режимы технологических операций.

При эксплуатации одежды материалы, из которых она изготовлена, в редких случаях подвергаются однократному воздействию непрерывно возрастающей и доходящей до разрушающей нагрузки. Обычно материалы деформируются в результате действия усилий, величины которых значительно меньше разрывных: для тканей они составляют в основном 1—3 даН на ширину полоски 5 см и только на отдельных участках одежды достигают 8—9 даН. При эксплуатации трикотажных изделий напряжение от растяжения трикотажа составляет около 0,1 МПа.

Таким образом, и в производстве швейных изделий, и при их эксплуатации на материал действуют небольшие нагрузки, которые, чередуясь с разгрузкой и отдыхом, расшатывают структуру материала и приводят к его ослаблению; происходящие при этом изменения в размерах и форме материала на отдельных участках одежды значительно ухудшают ее внешний вид.

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.

Исследованием тканей при растяжении их нагрузками меньше разрывной начали заниматься в начале XX в. русские ученые. Однако эти работы в то время не получили развития.

Успехи в изучении механических свойств полимеров способствовали развертыванию работ по изучению механических свойств текстильных материалов и исследованию релаксационных явлений, вызванных внешними воздействиями на материалы. Значительные работы в этой области выполнили Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков, И. И. Шалов, А. В. Матуконис, В. М. Милашюс, В. П. Склянников и др.

Сетчатое строение тканей и петельное строение трикотажа обусловливают 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, определяе-

мые 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.

Одноцикловые испытания при растяжении материалов можно выполнять многими методами, поскольку цикл нагрузка — разгрузка — отдых может осуществляться различно. Рассмотрим четыре основных из этих методов.

1-й метод. Первая половина цикла (нагружение) соответствует режиму ползучести *I*, а вторая — режиму уменьшения деформации *II* за счет исчезновения высокоэластической деформации. В качестве входного возбуждения используется нагрузка (рис. 2.21, *а*).

2-й метод. Первая половина цикла соответствует режиму релаксации усилия *I*, вторая — режиму астригнации усилия *II*. (Если деформация поддерживается постоянной после ее уменьшения, то происходит обратный релаксационный процесс — увеличение усилия. Этот процесс В. М. Милашюс назвал астригнацией усилия.) В качестве входного возбуждения используется изменение деформации в виде широкого импульса, а в качестве выходной функции — изменение внутреннего усилия в пробе во времени (рис. 2.21, *б*).

3-й метод. Первая половина цикла соответствует режиму релаксации усилия *I*, вторая — режиму уменьшения деформации *II* за счет исчезновения высокоэластической деформации. В первой половине цикла в качестве выходной функции используется изменение усилия, во второй половине — изменение деформации (рис. 2.21, *в*).

4-й метод. Режим испытания состоит из трех частей: ползучести *I*, релаксации усилия *II*, уменьшения деформации за счет исчезновения высокоэластической деформации *III* (рис. 2.21, *г*).

Помимо этих четырех методов к одноцикловым испытаниям относят метод, при котором пробу постепенно деформируют, а затем постепенно разгружают. Осуществляется этот метод испытания за относительно короткое время на разрывных машинах.

Число испытаний может быть увеличено вследствие варьирования амплитуды возбуждающей функции. Зависимость же релаксационных характеристик от температуры и относительной влажности воздуха требует учета и этих факторов.

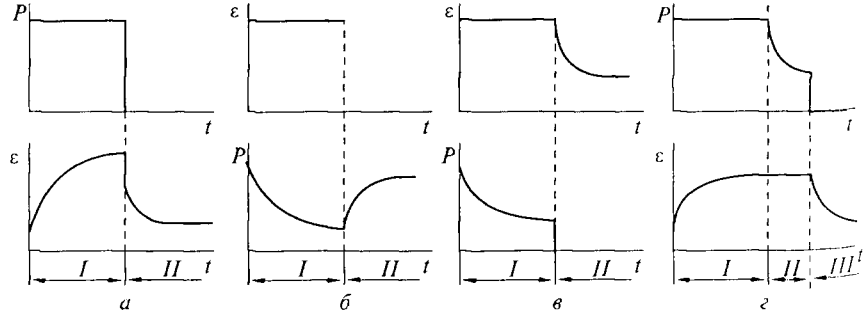


Рис. 2.21. Графики однородных (*а*, *б*) и смешанных (*в*, *г*) методов одноцикловых испытаний при одноосном растяжении текстильных материалов:

а, *г* — выходная функция $\varepsilon = f(t)$; *б*, *в* — выходная функция $P = f(t)$

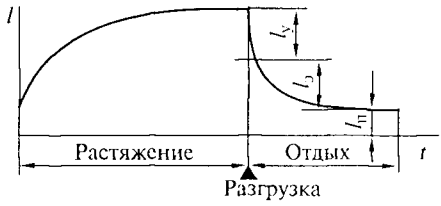


Рис. 2.22. Изменение во времени деформации растяжения пробы при постоянной нагрузке и отдыхе

Из одноцикловых характеристик, получаемых при растяжении текстильных материалов, наибольший интерес представляет изучение релаксации напряжения, или деформации, и определение полного удлинения и его составных частей. При изучении релаксации напряжения (усилия) регистрируют величину усилия при заданном постоянном удлинении (см. рис. 2.21, *б*). По степени уменьшения напряжения за определенное время делают сравнительную оценку материалов. Следует отметить, что проявление релаксации напряжения у тканей имеет почти одинаковый характер, поэтому эта характеристика не получила широкого распространения.

Наиболее широко изучается релаксация деформации материала при действии на него постоянной нагрузки меньше разрывной. Если к пробе текстильного материала приложить постоянную нагрузку (рис. 2.22), то она начнет деформироваться (растягиваться). Такой процесс называют ползучестью или упругим последействием.

При этом, как правило, в начальный период приложения нагрузки происходит значительная деформация материала. С течением времени деформация постепенно затухает и при достижении определенной величины, соответствующей заданной нагрузке, деформация прекращается — устанавливается равновесное состояние (здесь и в дальнейшем под равновесным состоянием понимается «техническое равновесное» состояние, при котором небольшое изменение материала еще продолжается). Деформация материала, зафиксированная в этот момент, определяет величину полного удлинения l:

$$l = L_K - L_0,$$

где L_K — длина пробы материала, измеренная к моменту окончания действия на него заданной нагрузки; L_0 — первоначальная длина пробы.

Полная деформация, проявляющаяся в материале при действии постоянной нагрузки, слагается из трех компонент (частей): упругой, высокоэластической и пластической. Однако выделить эти части во время действия нагрузки как при деформации, так и в период условно установившегося равновесия не представляется возможным. В определенных условиях все три компоненты полной деформации при действии нагрузки проявляются и развиваются одновременно.

Упругая часть ($l_у$) полной деформации текстильных материалов возникает вследствие появления энергии, вызванной упругим (обратимым) изменением связей. Из-за изменения напряжения связей, находившихся до этого в равновесии, и развивается упругая часть деформации, которая распространяется в материале с огромной скоростью. При этом в первый период действия нагрузки упругая часть деформации, очевидно, является результатом незначительного изменения внешних связей, определяемых силами трения и сцепления между волокнами, проявлением межмолекулярных связей.

С течением времени действия нагрузки происходит существенное изменение связей. Вновь образовавшиеся связи в первый момент своего проявления вследствие незначительного изменения напряжения пополняют упругую часть. Таким образом, по мере роста полной деформации материала происходит непрерывный процесс изменения в связях. При этом, очевидно, все связи в первый момент своего проявления выступают как упругие. С ростом полного удлинения материала изменяются внутренние связи — межволоконные и межмолекулярные в волокнах.

Возникновение высокоэластической части ($l_э$) — изменяющейся во времени части полной деформации — объясняется тем, что связи, проявившиеся в первый момент развития упругой части деформации, по мере действия внешних сил продолжают накапливать энергию. Этот процесс, протекающий во времени, и приводит к появлению внутренних напряжений, способствующих обратимости высокоэластической части деформации. Участие связей в возникновении эластической части деформации продолжается до тех пор, пока энергия, накопившаяся в связях, не достигнет определенного значения, превышающего предельное для данной связи, и не произойдет нарушения этих связей. Нарушение действовавших связей, очевидно, приводит к появлению новых связей, которые в первый момент проявления пополняют упругую часть деформации и участвуют в возникновении эластической части. Следовательно, при деформации материала происходит непрерывное качественное изменение связей, участвующих в возникновении упругой, а затем высокоэластической частей деформации. Высокоэластическая часть деформации в текстильных материалах в связи с особенностями их строения проявляется в течение длительного времени.

Пластическая часть ($l_п$) полной деформации появляется в материале вследствие необратимого изменения (нарушения) внешних и внутренних связей. Под действием нагрузки в результате накопления энергии происходит нарушение связей, сопровождающееся перегруппировкой элементов структуры материала. При этом, очевидно, в первую очередь нарушаются менее устойчивые и слабые внешние связи: происходит необратимое сближение ни-

тей и перемещение их в точках контакта, увеличиваются изгибы одних и распрямление других нитей либо меняются изгибы всех нитей и т. п.

Рассмотренные выше особенности деформации материала при действии на него нагрузки, выражающиеся в проявлении трех составных частей полной деформации, характерны и для цикла отдыха, наступающего после разгрузки материала.

После освобождения материала от действия нагрузки происходит обратный релаксационный процесс. Однако участвующие в этом процессе связи, естественно, качественно отличаются от тех связей, которые принимали участие в возникновении упругой и эластической частей деформации на первом этапе ее развития при действии нагрузки. Причем высокоэластическая часть деформации при обратном релаксационном процессе также проявляется длительное время. Этот процесс сопровождается некоторым изменением и пластической части деформации.

Благодаря различной скорости проявления упругой и высокоэластической частей деформации при отдыхе возможно разделение полной деформации на составные части. Вследствие возникновения упругой и высокоэластической (с очень малым периодом релаксации) частей деформации материал в первый момент после снятия нагрузки сокращается по длине. При отдыхе в связи с проявлением высокоэластической части деформации он продолжает укорачиваться. По истечении определенного и притом значительного времени релаксация деформации замедляется и практически прекращается.

Очевидно, такое разделение полной деформации растяжения на составные части условно.

Известно, что упругая часть деформации распространяется в материалах со скоростью, близкой к скорости звука. На существующих же приборах первый отсчет деформации производится обычно через 2—5 с после разгрузки. За это время, естественно, исчезает не только упругая часть деформации, но и какая-то часть высокоэластической с малым периодом релаксации. Таким образом, фиксируемое значение упругой части полной деформации несколько выше фактического. Эту часть (компоненту) полной деформации l_y принято называть быстрообратимой.

Высокоэластическая часть деформации проявляется в течение длительного времени (сотен часов). При массовых испытаниях текстильных материалов наблюдения за отдыхом материала ограничиваются несколькими часами. Проявляющуюся за это время отдыха часть деформации $l_э$ принято называть медленнообратимой. Часть эластической деформации, которая не успела проявить себя за короткое время отдыха, попадает в пластическую и несколько превышает ее истинную величину. Поэтому правильнее эту часть деформации $l_п$ называть остаточной.

Таким образом, значения частей полной деформации растяжения текстильного материала, получаемые после освобождения его от действия нагрузки, при отдыхе, носят условный характер. Следует отметить, что и полное удлинение материала, фиксируемое при действии малых нагрузок, также условно. Дело в том, что релаксация деформации в текстильных материалах продолжается значительное время, при этом чем выше чувствительность прибора, регистрирующего деформацию, тем дольше можно наблюдать релаксационный процесс. Кроме того, на проявление релаксации деформации материала существенное влияние оказывают условия окружающей среды (влажность, температура и др.). Однако, несмотря на условный характер полного удлинения и его составных частей, описанный способ изучения релаксации деформации и определения компонент полного удлинения текстильного материала при действии на него малых нагрузок благодаря наглядности и относительной простоте наиболее распространен и широко используется.

В дальнейшем для краткости термины «условная полная деформация», «условная быстрообратимая (упругая) деформация», «условная медленнообратимая (высокоэластическая) деформация» и «условная остаточная (пластическая) деформация» будут написаны без слова «условная». Однако при употреблении этих терминов их следует понимать в условном значении.

Полная абсолютная деформация растяжения, развившаяся в материале к моменту разгрузки, слагается из трех компонент (частей):

$$l = l_у + l_э + l_п.$$

Значения этих компонент определяют следующим образом:

$$l_у = L_K - L_1;\ l_э = L_K - L_2;\ l_п = L_2 - L_0,$$

где L_1 — длина пробы материала в момент первого измерения сразу же после снятия нагрузки; L_2 — длина пробы после отдыха в течение определенного (заданного) времени.

Полную деформацию растяжения и ее составные части часто выражают в относительных величинах (относительная полная ε, относительная быстрообратимая $\varepsilon_у$, относительная медленнообратимая $\varepsilon_э$, относительная остаточная $\varepsilon_п$), получаемых делением абсолютных значений на первоначальную длину пробы материала:

$$\varepsilon = l/L_0;\ \varepsilon_у = l_у/L_0;\ \varepsilon_э = l_э/L_0;\ \varepsilon_п = l_п/L_0.$$

Для выражения полученных значений деформаций в процентах их умножают на 100.

При изучении деформаций растяжения текстильных материалов для их сравнения принято также компоненты полной деформации выражать в долях от полной:

$$\Delta\varepsilon_у = \varepsilon_у/\varepsilon;\ \Delta\varepsilon_э = \varepsilon_э/\varepsilon;\ \Delta\varepsilon_п = \varepsilon_п/\varepsilon,$$

при этом

$$\Delta\varepsilon_у + \Delta\varepsilon_э + \Delta\varepsilon_п = 1.$$

Учитывая условный характер быстрообратимой и медленнообратимой компонент, их часто объединяют под общим названием обратимая часть полной деформации; деформация остаточная — необратимая часть.

Влияние различных факторов на проявление одноцикловых характеристик. Релаксация деформации текстильных материалов при отдыхе после освобождения от действия статической нагрузки продолжается длительное время. В тканях техническое равновесие в основном устанавливается через 300—400 ч действия статической нагрузки и 100—200 ч отдыха после освобождения от нагрузки. В трикотаже релаксация деформации растяжения при отдыхе продолжается более длительное время.

Наиболее интенсивно релаксационный процесс протекает в первый период действия отдыха (рис. 2.23). С течением времени релаксация деформации затухает и устанавливается относительно равновесное состояние. Следует отметить, что величина нагрузки в долях от разрывной 0,1—0,25 для тканей и 0,01—0,05 для трикотажа не оказывает существенного влияния на время развития деформации и релаксации деформации при действии нагрузки и при отдыхе.

Величина статической нагрузки, действующей на материал, значительно влияет на величину полной деформации растяжения материала и соот-

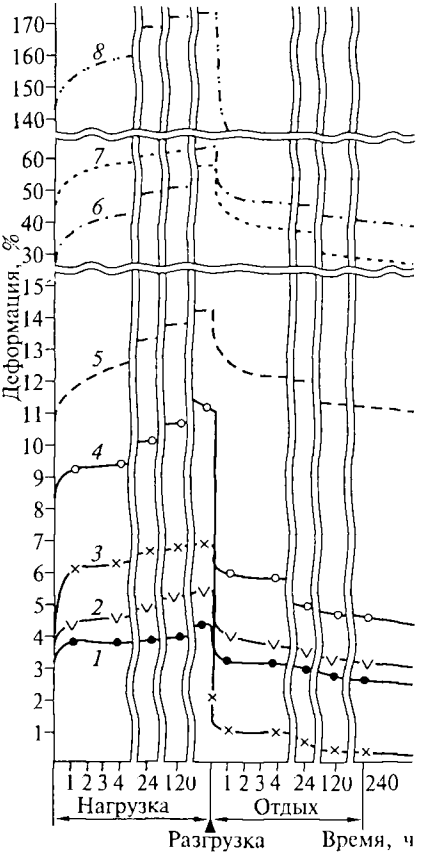


Рис. 2.23. Релаксация деформации тканей и трикотажа (по данным Г. Н. Кукина и А. И. Коблякова):

1 — льняная ткань; *2* — хлопковая ткань (бязь); *3* — капроновая ткань; *4* — шерстяная ткань; *5* — штапельная вискозная ткань; *6* — трикотаж переплетением двуластик; *7* — трикотаж переплетением гладь; *8* — трикотаж переплетением ластик

ношение составных частей полного удлинения. При увеличении нагрузки растет полная деформация и существенно изменяются ее части: быстрообратимая, медленнообратимая и остаточная. В тканях развитие деформации, вызванное увеличением нагрузки, сопровождается нарушением отдельных связей и приводит к росту остаточной деформации; доли быстрообратимой и медленнообратимой деформаций при повышении статической нагрузки уменьшаются.

Проявление полной деформации и ее составных частей в значительной степени зависит от структуры ткани: числа нитей на 10 см, вида переплетения, характера отделки и т. п. Условные значения полной деформации и ее компонент, полученные при испытании стандартных проб, вырезанных по основе (нагрузка — 0,25 разрывной, продолжительность действия нагрузки 1 ч, отдыха 2 ч), приведены в табл. 2.5.

При приложении нагрузки под углами к нитям основы или утка растет полная деформация ткани и изменяется соотношение составных частей: доля обратимой части уменьшается, а доля необратимой увеличивается. Особенно увеличиваются полная деформация и доля ее необратимой части при приложении нагрузки в направлении под углом 45° к нитям основы (утка). Это объясняется поворотом нитей основы и утка в точках их пересечения (перехода) и связано главным образом с числом нитей на 10 см материа-

Таблица 2.5

Значения компонент полной деформации тканей

Ткань	Полная деформация, %	Доли компонент полной деформации		
		быстрообратимой	медленнообратимой	остаточной
Ситец	3	0,35	0,3	0,35
Ткань карманная	3	0,8	0,1	0,1
Бортовка льняная	5,5	0,36	0,19	0,45
Шелк рукавный	5,5	0,54	0,19	0,27
Саржа подкладочная	1,5	0,66	0,34	—
Шерстяная костюмная	11	0,9	0,1	—
	11	0,7	0,2	0,1
	17	0,6	0,15	0,25
	11	0,5	0,25	0,25
	10	0,9	0,1	—
	10	0,6	0,3	0,1

ла и видом переплетения. Чем меньше число нитей на 10 см материала и больше длина перекрытия, а следовательно, слабее связи между нитями, тем легче поворачиваются нити в точках их пересечения. Поэтому уже при малых нагрузках, действующих на ткани в направлении под углом к нитям основы (утка), наблюдается значительное полное удлинение ткани с увеличением доли необратимой части деформации.

В табл. 2.6 приведены значения полной деформации и ее обратимой и необратимой частей, полученные при растяжении проб шириной 100 мм при нагрузке, равной 19,6 Н (2 кгс) и приложенной под углом 45° к нитям основы.

Таблица 2.6

Значения деформации для некоторых тканей при приложении нагрузки под углом 45° к нитям основы (по данным Т. А. Модестовой и Б. А. Бузова)

Ткань (волокнистый состав)	Переплетение	Поверхностное заполнение, %	Полная деформация, %	Доли компонент полной деформации	
				необратимой	обратимой
Бязь (хлопковая)	Полотняное	75	36	0,37	0,63
Платьевая (вискозная)	»	76	32	0,42	0,58
Панама (вискозная)	»	75	39,6	0,4	0,6
Шотландка (вискозная)	»	72	25,4	0,2	0,8
Платьевая (шерстяная)	»	75	38	0,21	0,79
Поплин (хлопковый)	»	84	18	0,17	0,83
Кашемир (хлопковый)	Саржевое	95	38	0,38	0,67
Саржа (полушелковая)	»	90	42	0,4	0,6
Кашемир (полушерстяной)	»	89	36,4	0,3	0,7
Сукно (шерстяное)	»	89	28	0,23	0,77
Шевиот (полушерстяной)	»	97	35,2	0,14	0,8
Бостон(шерстяной)	»	98	26,2	0,1	0,9

Как видно из табл. 2.6, соотношение обратимой и необратимой частей деформации растяжения зависит от вида переплетения, поверхностного заполнения материала, его волокнистого состава.

Проявление составных частей деформации растяжения трикотажа по сравнению с тканями имеет некоторые особенности, определяемые петельным строением трикотажа. Так, незначительное увеличение статической нагрузки при кратковременном ее действии приводит к резкому увеличению полного удлинения с преимущественным развитием упругой деформации. Со временем действия статической нагрузки изменяется соотношение частей полной деформации растяжения трикотажа: обратимая часть деформации уменьшается, необратимая растет. При значительном увеличении статической нагрузки увеличивается остаточная часть полной деформации трикотажа.

Таким образом, чем меньше нагрузка, действующая на материал, и время ее действия, тем больше доля упругой компоненты. Поэтому одежда, материал которой при носке испытывает кратковременное действие незначительной нагрузки, лучше сохраняет форму и размеры.

Большое влияние на развитие релаксационных процессов в текстильных материалах оказывают влага и температура. При поглощении паров воды из окружающей среды и еще в большей степени при непосредственном погружении текстильных изделий в воду молекулы воды, проникая между макромолекулами, формирующими текстильные волокна, ослабляют их связи, т.е. влага действует как пластификатор.

Особенности релаксационных процессов в ткани под влиянием влажности и температуры при режимах, близких к условиям швейного производства, изучались во МТИЛПе. Эксперименты проводились с чистошерстяной тканью драп арт. Н-3339 на релаксометре Р-МТИЛП. Всего было задано шесть режимов испытаний (табл. 2.7).

Размер проб 35 × 200 мм. Постоянная нагрузка — 1 % разрывной. Время нахождения пробы под нагрузкой 5 мин, из них в течение 2 мин на пробу действовала нагрузка и в течение 3 мин происходила релаксация при зафиксированной деформации. Температура пропаривания проб для увлажнения (100 ± 5) °С. Отдых после разгрузки при температуре 20 °С 60 мин.

Как видно из графиков, представленных на рис. 2.24, значение полной деформации при действии постоянной нагрузки составило 6—7 % и только для режимов *III* и *IV* — 8—9 %; доли компонент полной деформации при отдыхе в заданных режимах существенно различаются. Так, при повышении температуры сушки от 20 (режим *I*) до 160 °С (режим *II*) время активной релаксации деформации увеличивается. Повышение влажности ткани от 15 (режим *I*) до 25 % (режим *III*) практически не влияет на характер

Таблица 2.7

Параметры режимов исследования релаксационных процессов в ткани (драп арт. Н-3339)

Режим	Влажность пробы, %	Температура, °С, при действии нагрузки	
		в течение первых 2 мин	в течение последующих 3 мин (сушка)
I	15	20	20
II	15	20	160****
III	25*	100**	20
IV	25	100**	160
V	25	20***	20
VI	25	20***	160

* Влажность проб, равную 25 %, получали после их пропаривания.
** Пробы пропаривались при действии нагрузки.
*** Пробы пропаривались до закрепления их в зажимы релаксометра.
**** Пробы нагревались до температуры 60—70 °С.

релаксации деформации, в то же время доля остаточной деформации ткани (режим *III*) заметно возрастает.

Пропаривание с одновременным действием нагрузки и сушка ткани как при температуре 20 °С (режим *III*), так и при температуре 160 °С (режим *IV*) заметно увеличивают долю остаточной деформации; при этом сушка при температуре 160 °С приводит к увеличению периода активной релаксации ткани.

Предварительное пропаривание проб (режимы *V* и *VI*) и последующая их сушка при температуре 160 °С способствуют преимущественному развитию обратимой части деформации (режим *VI*).

Таким образом, релаксация деформации ткани при отдыхе значительно изменяется в зави-

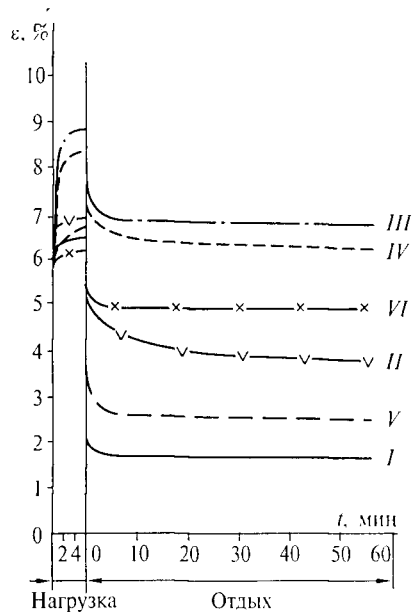


Рис. 2.24. Релаксация деформации чистошерстяной ткани (нагрузка — 1 % разрывной):

I—*VI* — режимы исследования релаксационных процессов в ткани

симости от режимов обработки ткани и существенно влияет на качество выполнения технологических операций в швейном производстве.

Приборы для определения одноцикловых характеристик. Для определения одноцикловых характеристик материалов применяют приборы, работающие по принципу: 1) постоянного растяжения пробы материала; 2) постоянной нагрузки на пробу (релаксометры).

При испытании материалов на приборах первого типа изучают изменения усилия в пробе материала, получившей постоянное заданное удлинение. Прибор первого типа разработан Г. Н. Кукиным и А. И. Кобляковым (рис. 2.25). При испытаниях на этом приборе вращением рукоятки все нижние зажимы *2* опускаются на определенную величину, а пробы ткани при этом получают заданную деформацию. Релаксация усилия (напряжения) в материале регистрируется с помощью тензометрического силоизмерителя — балки *5*, на которой закреплен верхний зажим *4*.

Для изучения релаксации усилия в материале при постоянном растяжении пробы используют механический релаксометр МР, разработанный во МТИЛПе Г. П. Румянцевой, Б. А. Бузовым, В. П. Коротаевым (рис. 2.26). Прибор оснащен 16 зажимами, каждый из которых связан с механизмом задания деформации. Испытания на приборе МР позволяют регистрировать величины усилий по контуру пробы (круглой формы), моделировать напряженное состояние на образцах других форм, приближая испытания материалов к условиям их эксплуатации.

Для изучения релаксации деформации и определения составных частей полной деформации растяжения материала используют приборы второго типа: стойку, РТ-6, Р-5, Р-МТИЛП и др.

В релаксометре Р-МТИЛП, разработанном Б. А. Бузовым и Д. Г. Петропавловским (рис. 2.27), для устранения влияния массы

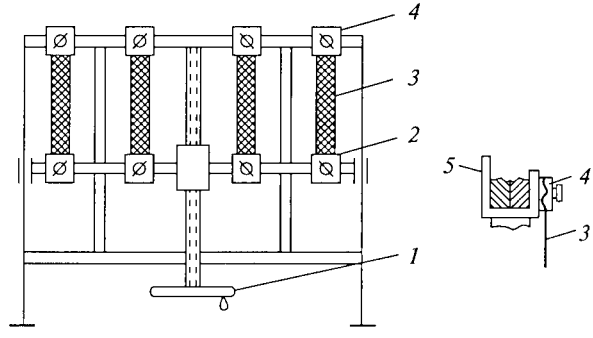


Рис. 2.25. Схема прибора для испытания пробы материала при постоянной деформации:

1 — рукоятка; *2*, *4* — зажимы; *3* — ткань; *5* — балка-силоизмеритель

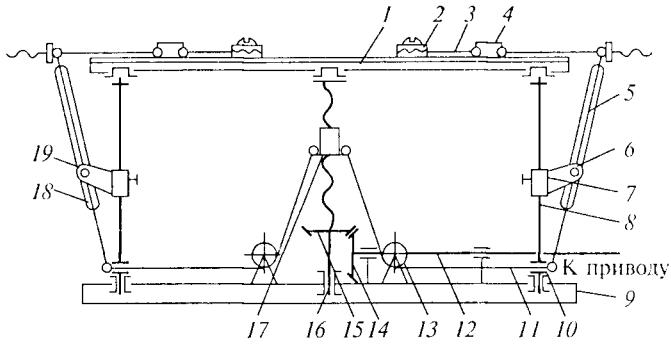


Рис. 2.26. Схема механического релаксометра МР:

1 — проба; *2* — зажимы; *3* — тяга; *4* — тензометр; *5* — рычаг; *6* — кронштейн; *7* — стопорный винт; *8* — стойка; *9* — плита; *10* — ролик; *11* — трос; *12* — вал; *13* — блок; *14*, *15* — зубчатые колеса; *16* — винт; *17* — ходовая гайка; *18* — пружина; *19* — ось

нижнего подвижного зажима, а также жестко соединенных с ним штока и грузовой площадки на динамику релаксационного процесса гибкая связь соединена непосредственно с нижним концом пробы через полый шток и отверстие в основании нижнего подвижного зажима. Конструкция зажима позволяет быстро разгружать пробу благодаря особому ее закреплению.

Прибор оснащен съемной термокриокамерой, что дает возможность изучать релаксацию деформации материалов в широком интервале температур.

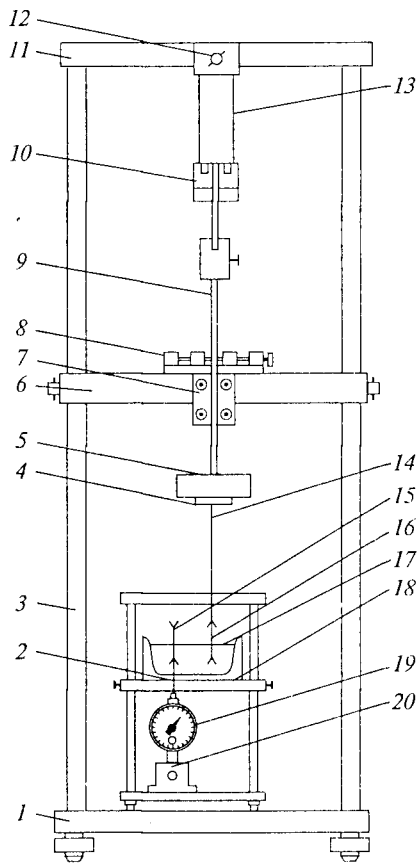


Рис. 2.27. Схема релаксометра Р-МТИЛП:

1 — основание; *2*, *14* — гибкие связи; *3* — стойка; *4* — грузовая площадка; *5* — груз; *6*, *11*, *18* — балки; *7* — роликовая направляющая; *8* — винтовой фиксатор; *9* — грузовой шток; *10* — подвижный зажим; *12* — неподвижный зажим; *13* — проба; *15*, *16* — шкивы; *17* — ось; *19* — индикатор; *20* — фиксатор

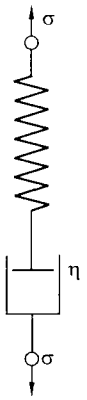


Рис. 2.28. Модель Максвелла

Модельные методы изучения релаксационных процессов. При изучении механических свойств полимерных материалов применяют модельные методы. Они используются для описания зависимостей между напряжением, временем его действия и деформацией, для составления дифференциальных уравнений деформации.

Механические модели использовались для описания релаксации нитей (Г. Н. Кукиным, А. Н. Соловьевым, А. В. Матуконисом, Ф. Винклером), трикотажа (А. И. Кобляковым), тканей (Б. А. Бузовым, Д. Г. Петропавловским). Модельные методы изучения релаксационных процессов в текстильных материалах представляют большой научный интерес, а результаты изучения позволяют прогнозировать поведение материалов в различных условиях эксплуатации.

Простейшей механической моделью является модель, предложенная Максвеллом (рис. 2.28), — последовательно соединенные идеально упругая пружина и поршень, погруженный в вязкую жидкость, течение которой подчиняется закону Ньютона. Под действием напряжения σ мгновенно проявляется упругая деформация пружины $\varepsilon_у$ и в течение всего времени действия напряжения развивается вязкое течение — необратимая часть деформации $\varepsilon_н$. В каждый момент времени полная деформация ε определяется как сумма деформаций $\varepsilon_у$ и $\varepsilon_н$, т. е. $\varepsilon = \varepsilon_у + \varepsilon_н$. Дифференцируя по времени t это равенство, получаем

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_y}{dt} + \frac{d\varepsilon_н}{dt}.$$

Для упругой пружины по закону Гука

$$\frac{d\varepsilon_y}{dt} = \frac{1}{E}\frac{d\sigma}{dt},$$

где E — модуль упругости; $1/E$ — податливость пружины.

Напряжение вязкого элемента будет такое, как и упругого. Поэтому согласно закону Ньютона

$$\sigma = \eta v,$$

где

$$v = \frac{d\varepsilon_н}{dt}; \quad \frac{d\varepsilon_н}{dt} = \frac{\sigma}{\eta}.$$

Таким образом, дифференциальное уравнение, описывающее деформацию, имеет вид

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E}\frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta}.$$

При $\varepsilon = \text{const}$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{1}{E}\frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta} = 0,$$

или

$$\frac{d\sigma}{dt} = -\frac{E}{\eta}dt.$$

Интегрируя это выражение от 0 до t и от σ_0 до σ, получаем $\sigma = \sigma_0 e^{-(E/\eta)t}$.

Обозначим $\frac{\eta}{E} = \tau$, тогда $\sigma = \sigma_0 \exp -\frac{t}{\tau}$, где σ_0 — начальное напряжение; t — время; τ — константа, характеризующая темп релаксации напряжения во времени или время релаксации напряжения в пробе материала.

При $\tau = t$ напряжение $\sigma = \sigma_0 e^{-1}$, т.е. τ — время, за которое начальное напряжение σ_0 уменьшится в е раз. При $\sigma = \text{const}$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma}{\eta}t.$$

Для текстильных материалов, имеющих эластический характер деформации, предложены более сложные механические модели.

А. И. Кобляков для изучения механизма растяжения трикотажа использовал трехкомпонентную модель Кельвина — Фойгта (рис. 2.29), в которой первый элемент соответствует начальной фазе релаксации, второй — замедленной фазе и третий — фазе с заторможенными процессами. Модель, использованная А. И. Кобляковым, хорошо описывает процесс деформирования при напряжении в пробе материала, не превышающем 10 % разрывного.

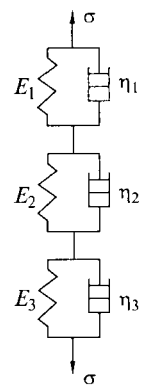


Рис. 2.29. Трехкомпонентная модель Кельвина — Фойгта

В общем виде уравнение деформации для такой эластической (механической) модели имеет вид

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\eta} \int_0^t e^{-\frac{t-0}{\tau}} \sigma(\tau) d\tau.$$

При постоянном напряжении

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) + \frac{\sigma}{E_2}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}}\right) + \frac{\sigma}{E_3}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_3}}\right),$$

или

$$\varepsilon = a_1\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) + a_2\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}}\right) + a_3\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_3}}\right),$$

где τ_1, τ_2, τ_3 (θ_1, θ_2, θ_3) — среднее время релаксации (запаздывания) соответственно быстропротекающих, замедленных и заторможенных процессов; a_1, a_2, a_3 — деформации со средним временем релаксации τ_1, τ_2, τ_3.

После снятия внешних усилий

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{-\frac{t}{\theta_1}} + \varepsilon_2 e^{-\frac{t}{\theta_2}} + \varepsilon_3 e^{-\frac{t}{\theta_3}}, \tag{2.1}$$

где ε_1, ε_2, ε_3, — деформации, исчезающие со средним временем запаздывания θ_1, θ_2, θ_3.

Для периода отдыха А. И. Кобляков предложил следующий графоаналитический метод расчета параметров уравнений. Уравнение (2.1) записывается в виде

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{-\alpha_1 t} + \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t} + \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t}, \tag{2.2}$$

где

$$\alpha_1 = 1/\theta_1; \tag{2.3}$$

$$\alpha_2 = 1/\theta_2; \tag{2.4}$$

$$\alpha_3 = 1/\theta_3. \tag{2.5}$$

Первое граничное условие модели при $t = 0$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \varepsilon_0,$$

где ε_0 — деформация пробы перед разгрузкой, или полная деформация.

Второе граничное условие при $t = \infty$

$$\varepsilon_\infty = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0.$$

Последовательность расчета параметров модели по методу А. И. Коблякова следующая.

1. Определяют параметры ε_3, α_3 и θ_3. Для этого из равенства (2.2) исключают компоненты, характеризующие быстро- и медленнопротекающие процессы:

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_1 e^{-\alpha_1 t} + \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t}. \quad (2.6)$$

Тогда релаксационный процесс заторможенной эластической деформации будет описан как

$$\varepsilon = \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t}. \quad (2.7)$$

После логарифмирования этого равенства получают уравнение

$$\lg\varepsilon = \lg\varepsilon_3 - \alpha_3 t \lg e.$$

Данное уравнение является уравнением прямой вида $y = A + Bt$, где

$$A = \lg\varepsilon_3; \quad (2.8)$$

$$B = -0{,}4343\alpha_3. \quad (2.9)$$

По значениям $\lg\varepsilon$ и t строят график (рис. 2.30, *а*), на котором отмечают участок прямой M_1N_1, совпадающий с наибольшим числом экспериментальных точек. Далее способом наименьших квадратов рассчитывают значения A и B:

$$A = \frac{\sum t^2 \sum y_1 - \sum t \sum t y_1}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}; \quad B = \frac{n\sum t y_1 - \sum t \sum y_1}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}.$$

Параметры модели ε_3, α_3, θ_3 устанавливают, используя равенства (2.5, 2.8, 2.9).

2. Определяют параметры ε_2, α_2 и θ_2. Для этого из равенства (2.2) исключают только компоненты быстрообратимой части деформации. Тогда

$$\varepsilon = \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t} + \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t},$$

или

$$\varepsilon - \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t} = \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t}. \quad (2.10)$$

Обозначив $\varepsilon - \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t} = \varepsilon'$ и прологарифмировав выражение (2.10), получают уравнение прямой

$$\lg\varepsilon' = \lg\varepsilon_2 - (\alpha_2 \lg e)t,$$

или $y_2 = C + Dt$,
где

$$C = \lg\varepsilon_2; \quad (2.11)$$

$$D = -0{,}4343\alpha_2. \quad (2.12)$$

По значениям $\lg\varepsilon''$ и t строят график (рис. 2.30, *б*), на котором отмечают участок прямой M_2N_2. Затем рассчитывают параметры C и D:

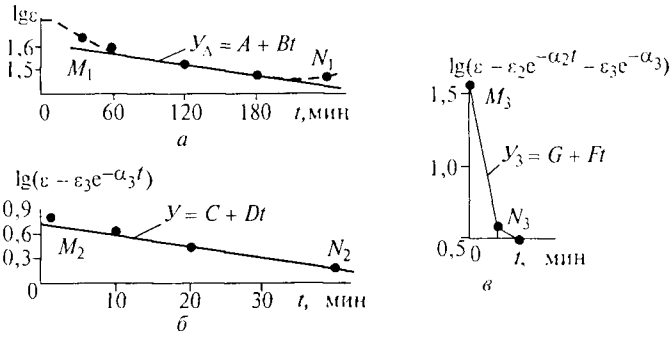


Рис. 2.30. Графики для определения параметров обобщенной трехкомпонентной модели (по данным А. И. Коблякова)

$$C = \frac{\sum t^2 \sum y_2 - \sum t \sum ty_2}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}; \quad D = \frac{n\sum t^2 \sum y_2 - \sum t \sum y_2}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}.$$

Параметры ε_2, α_2 и θ_2 рассчитывают, используя равенства (2.4, 2.11, 2.12).

3. Определяют параметры ε_1, α_1 и θ_1. Для этого уравнение (2.2) приводят к виду

$$\varepsilon - \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t} - \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t} = \varepsilon_1 e^{-\alpha_1 t}.$$

Используя принятое обозначение $\varepsilon - \varepsilon_3 e^{-\alpha_3 t} = \varepsilon'$ и обозначив $\varepsilon' - \varepsilon_2 e^{-\alpha_2 t} = \varepsilon''$, записывают $\varepsilon'' = \varepsilon_1 e^{-\alpha_1 t}$.

После логарифмирования $\lg\varepsilon'' = \lg\varepsilon_1 - (\alpha_1 \lg e)t$ получают уравнение прямой $y_3 = G + Ft$,
где

$$G = \lg\varepsilon_1; \tag{2.13}$$

$$F = -0{,}4343\alpha_1. \tag{2.14}$$

По значениям $\lg\varepsilon''$ и t строят график (рис. 2.30, *в*), на котором отмечают отрезок прямой M_3N_3. Затем рассчитывают параметры G и F:

$$G = \frac{\sum t^2 \sum y_3 - \sum t \sum ty_3}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}; \quad F = \frac{n\sum ty_3 - \sum t \sum y_3}{n\sum t^2 - \left(\sum t\right)^2}.$$

Используя равенства (2.3, 2.13, 2.14,), устанавливают параметры ε_1, α_1 и θ_1.

Рассмотренный графоаналитический метод расчета процесса деформации трикотажных полотен обеспечивает хорошее совпадение расчетных величин с экспериментальными данными.

Применение этого метода Б. А. Бузовым и Д. Г. Петропавловским выявило возможность использования трехзвенной модели Кельвина—Фойгта для количественного описания деформации тканей как в режиме ползучести, так и в режиме эластического восстановления. Однако методика расчета параметров моделей потребовала уточнения и корректировки. Эксперименты показали, что на начальном этапе, который составляет 0,1—0,15 с, величина деформации, а также темп замедления ее дальнейшего развития зависят от уровня нагрузки, вида материала и направления растяжения. Однако во всех случаях эксперимента отмечалось, что деформацию ткани на этом этапе составляет преимущественно упругая компонента, развивающаяся в линейной зависимости от времени. Поэтому при определении быстропротекающих процессов предложено вести расчет по двум первым точкам экспериментальной кривой, что существенно уменьшает погрешность вычислений всех параметров модели.

Многоцикловые характеристики. При изготовлении и особенно при эксплуатации одежды материал испытывает многократно повторяющееся растяжение, которое вызывает изменение структуры материала и приводит к ухудшению его свойств. Этот процесс сопровождается изменением размеров и формы одежды, образованием на отдельных ее участках вздутий (в области локтя, колена и др.).

Изучение поведения текстильного материала при воздействии на него многоциклового растяжения позволяет полнее оценивать его эксплуатационные и технологические свойства.

Процесс постепенного изменения структуры и свойств материала вследствие его многократной деформации называется утомлением. В результате утомления материала появляется усталость — нарушение или ухудшение свойств материала, не сопровождающееся существенной потерей массы.

В начальный период многократного воздействия в соответствии с циклом нагрузка — разгрузка (порядка десятков и сотен циклов) материал деформируется, но его структура, как правило, стабилизируется. 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.

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 приспосабливается 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.

В заключительной стадии многоциклового воздействия (десятки и сотни тысяч циклов) вследствие утомления материала наступает его усталость. Явление усталости наблюдается на отдельных наиболее слабых участках или в местах, имеющих какие-либо дефекты. В этот период происходят интенсивный рост остаточной циклической деформации материала и его разрушение.

При многоцикловом растяжении материала получают следующие характеристики: выносливость, долговечность, остаточную циклическую деформацию и ее компоненты, предел выносливости.

Выносливость $n_р$ — число циклов, которое выдерживает материал до разрушения при заданной деформации (нагрузке) в каждом цикле.

Долговечность $t_р$ — время от начала многоциклового растяжения до момента разрушения при заданной деформации (нагрузке) в каждом цикле.

Остаточная циклическая деформация $\varepsilon_{о.ц}$, %, — деформация, накопившаяся за определенное, заданное число циклов. Остаточная циклическая деформация состоит из пластической и высокоэластической, период релаксации которой превышает время разгрузки и отдыха в каждом цикле. Ее определяют по формуле

$$\varepsilon_{о.ц} = 100 l_{о.ц}/L_0,$$

где $l_{о.ц}$ — абсолютное удлинение пробы материала после заданного числа циклов; L_0 — зажимная (рабочая) длина пробы материала:

$$l_{о.ц} = L_1 - L_0,$$

где L_1 — длина пробы к моменту разгрузки.

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. 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.

Влияние некоторых факторов на многоцикловые характеристики. С увеличением числа нитей на 10 см (петель) и заполнения ткани и трикотажа растет связанность их элементов и возрастает выносливость к многократным растяжениям. Материалы, характеризующиеся однородностью и устойчивостью связей, обладают большей выносливостью.

Нагрузки, многократно прикладываемые под разными углами относительно нитей основы или утка, приводят к накапливанию разной по величине остаточной деформации. Если нагрузка прикладывается под небольшим углом к нитям основы или утка, то структура изменяется незначительно и сравнительно медленно накапливается в материале остаточная циклическая деформация.

При циклических нагрузках, действующих в направлениях, близких к углу 45°, наблюдаются многократный поворот нитей основы и утка в точках контакта и непрерывное изменение угла между нитями. В результате нити разрыхляются, структура материала расшатывается. Все это приводит к быстрому накапливанию остаточной циклической деформации.

Для трикотажного полотна утомление и накапливание остаточной циклической деформации существенно зависят от его предварительного статического растяжения. Как известно, при статическом растяжении полотна на определенную величину повышается однородность его структуры, возрастает устойчивость внешних и внутренних связей. Такое предварительно напряженное полотно при многократном растяжении деформируется с преобладанием упругой компоненты в каждом цикле, а накапливание остаточной циклической деформации в полотне заметно уменьшается. При этом, однако, существенно возрастает доля заторможенной высокоэластической компоненты. С течением времени эта компонента проявляется и приводит к изменению размеров полотна. При конструировании деталей одежды эту особенность поведения трикотажного полотна при многократном растяжении необходимо учитывать.

Величина остаточной циклической деформации материала в значительной степени зависит от его волокнистого состава. Материалы, выработанные из волокон, обладающих большой упругостью (синтетические, шерстяные, натуральные шелковые и др.), при многоцикловом воздействии нагрузки характеризуются незначительной остаточной циклической деформацией.

Введение в состав материала волокон, обладающих малой упругостью, приводит к росту остаточной циклической деформации. Так, по данным ЦНИИшерсти, у чистошерстяной ткани бостон при растяжении в каждом цикле на 2 % после 50 тыс. циклов остаточная циклическая деформация по основе составляет 1,6 %, а у

полушерстяного трико (43 % шерсти) при тех же режимах многоциклового воздействия — 5,9 %.

Выносливость материала и интенсивность накапливания остаточной циклической деформации в большой степени зависят от величины нагрузки (деформации) в каждом цикле. Для всех материалов увеличение нагрузки (деформации) в цикле приводит к резкому снижению выносливости, интенсивному нарастанию остаточной циклической деформации.

Приборы для определения многоцикловых характеристик. Для многократного одноосного растяжения текстильных материалов предназначены приборы нескольких типов. Различают приборы: 1) сохраняющие в каждом цикле постоянство амплитуды абсолютной заданной циклической деформации; 2) сохраняющие в каждом цикле постоянство амплитуды относительной заданной циклической деформации; 3) сохраняющие в каждом цикле постоянство амплитуды заданной циклической нагрузки (механического давления).

Приборы первого и второго типов, сравнительно простые по конструкции и обслуживанию, получили наибольшее распространение. К приборам первого типа относят: УП-1 (разработан кафедрой материаловедения КТИЛПа и СКБ Минвуза СССР), ротационный пульсатор (разработан в Каунасском политехническом институте) и ПКМ-1 (разработан в МТИ Г. Н. Кукиным и модернизирован А. И. Кобляковым, В. П. Румянцевым и А. И. Новиковым).

На приборе УП-1 многократное растяжение пробы (рис. 2.31, *а*) осуществляется путем возвратно-поступательного перемещения зажима *2* от эксцентрикового механизма *1*. Зажим *4* соединен со штоком, который под действием противовеса может перемещаться вверх, выбирая накапливающуюся остаточную циклическую деформацию.

На ротационном пульсаторе проба (рис. 2.31, *б*) в виде трубки закрепляется в зажимах. Зажим *4* соединен с головкой вала и при вращении вала циклически деформирует пробу. Зажим *2* пульсатора связан с противовесом, с помощью которого происходит выбирание остаточной циклической деформации.

На приборе ПКМ-1 проба (рис. 2.31, *в*) получает многократное растяжение путем возвратно-поступательного движения верхнего зажима от эксцентрика, связанного со штоком, который под действием противовеса перемещается вниз и выбирает остаточную циклическую деформацию.

К приборам второго типа относится прибор М. И. Павловой и А. И. Исаева. Проба материала (рис. 2.31, *г*) закрепляется в зажимах. При работе прибора путем вращения эксцентрика проба получает многократное растяжение. Под действием противовеса выбирается остаточная циклическая деформация, которая регистрируется самописцем.

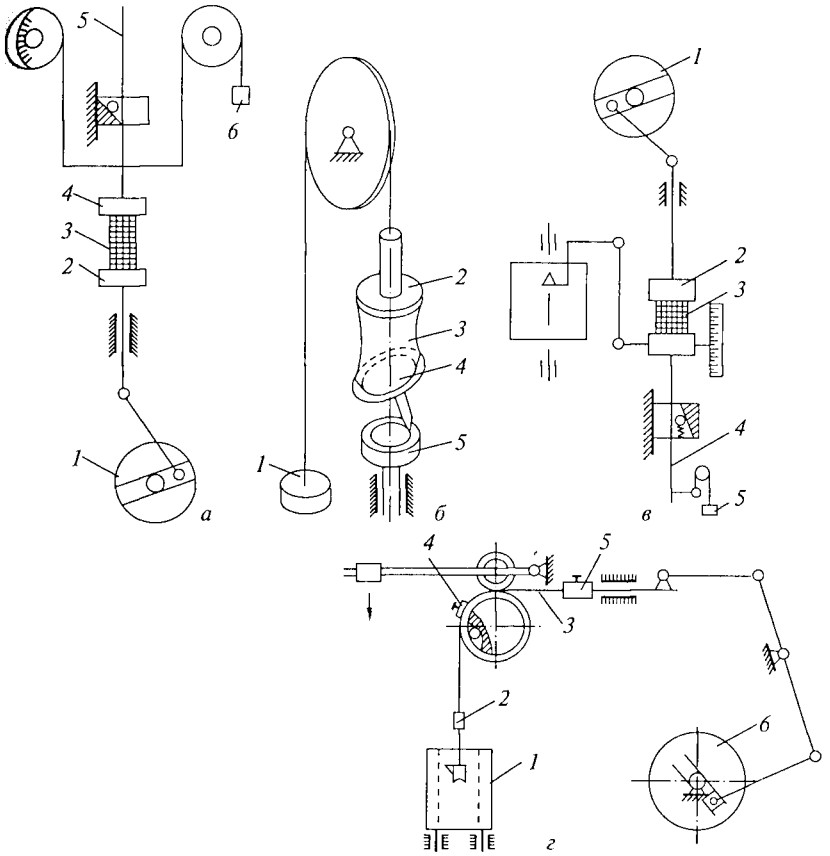


Рис. 2.31. Схемы:

а — прибора УП-1: *1* — эксцентриковый механизм; *2*, *4* — зажимы; *3* — проба; *5* — шток; *6* — противовес; *б* — ротационного пульсатора: *1* — противовес; *2*, *4* — зажимы; *3* — проба; *5* — головка вала; *в* — прибора ПКМ-1: *1* — эксцентрик; *2* — верхний зажим; *3* — проба; *4* — шток; *5* — противовес; *г* — прибора для многократного растяжения материала: *1* — самописец; *2* — противовес; *3* — проба; *4*, *5* — зажимы; *6* — эксцентрик

К приборам третьего типа относят различные пульсаторы. Приборы этого типа считаются удобными для исследований, однако они имеют довольно сложную конструкцию, что затрудняет их широкое изготовление и применение.

Разработан ряд приборов, предназначенных для двухосного и многоосного многоциклового растяжения текстильных материалов. К числу таких приборов принадлежат прибор мембранного типа, пульсатор МРД-1 (разработан А. И. Кобляковым и В. П. Румянцевым), приборы ERDT-2 (разработан М. М. Гутаускасом), ПРД-5 (разработан А. И. Кобляковым и А. И. Новиковым) и др.

2.2.2. Изгиб

Текстильные материалы легко изгибаются при незначительных нагрузках и даже под действием собственной тяжести. В зависимости от вида одежды, особенностей ее моделей и конструкций требования к изгибаемости тканей, трикотажных и нетканых полотен могут быть различны. Так, материалы для одежды строгих форм, с прямыми линиями (например, для мужских пальто и костюмов) должны характеризоваться достаточной жесткостью и несминаемостью. Материалы для женских платьев с мягкими складками, сборками и т.п. должны легко изгибаться и хорошо драпироваться.

При изготовлении одежды (особенно при выполнении швов, подгибании нижних срезов рукавов, брюк, юбок и т.п.) требуется, чтобы материал обладал способностью изгибаться. Однако образование на материале одежды в процессе ее эксплуатации неисчезающих складок, морщин и т.д. приводит к изменению размеров и формы одежды, к ухудшению ее качества.

Таким образом, в производстве швейных изделий свойства материалов при изгибе играют важную роль, а требования к ним часто носят противоречивый характер. Ниже приведена классификация характеристик, получаемых при изгибе (схема 2.2).

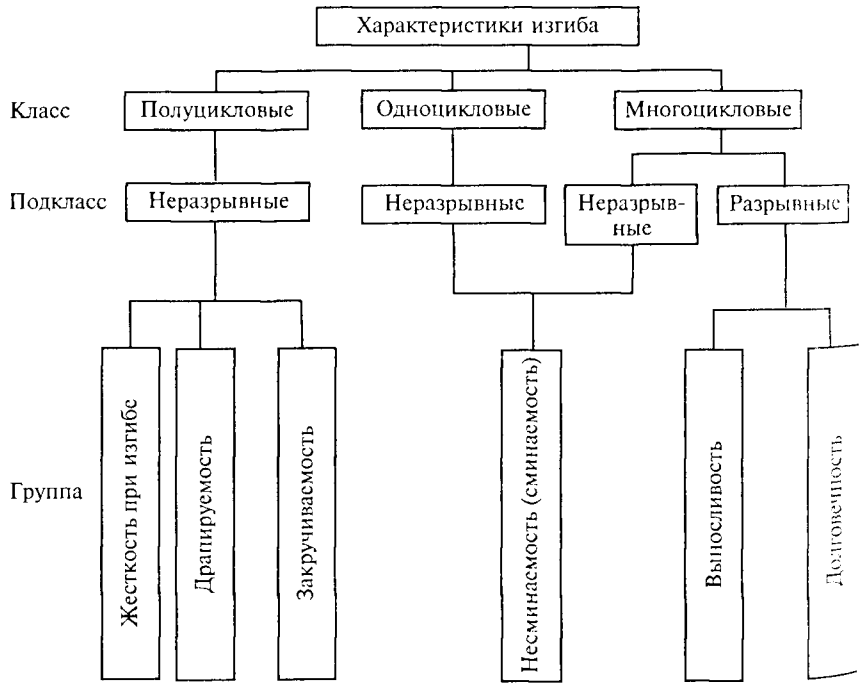


Схема 2.2. Классификация характеристик изгиба материалов

Полуцикловые неразрывные характеристики. К ним относятся жесткость при изгибе, драпируемость и закручиваемость (см. схему 2.2).

Жесткость при изгибе. Под жесткостью тела понимается его способность сопротивляться изменению формы при действии внешней силы. Применительно к текстильным материалам жесткость — это их сопротивляемость условно-упругой деформации (состоящей из упругой и высокоэластической частей с быстрым периодом релаксации), вызванной действием приложенных сил. Жесткостью при изгибе называют способность материала сопротивляться изменению формы 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 изменяет-

ся, причем в менее плотных тканях эти изменения связаны со свойствами волокон, в более плотных — со структурой самой ткани. В процессе раскроя, при настилании жесткие ткани меньше мнутся, не имеют перекосов и заминов, благодаря чему обеспечивается бóльшая точность выкраиваемых деталей.

В теории упругости жесткость при изгибе B выражается произведением модуля продольной упругости E на момент инерции сечения тела относительно нейтральной оси I:

$$B = EI.$$

Момент инерции характеризует способность тела сопротивляться изгибу в зависимости от размеров и формы поперечного сечения. Модулем продольной упругости определяется способность тела изгибаться, но уже в зависимости от материала тела. Модуль продольной упругости $E = \sigma/\varepsilon$, характеризуя упругие свойства твердых тел, находится в прямолинейной зависимости от напряжения σ и деформации ε. 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.

Приборы, используемые для определения жесткости материалов при изгибе, могут быть двух типов: приборы, на которых материал изгибается под действием распределенной нагрузки (собственной силы тяжести пробы) — консольный метод; приборы, на которых материал изгибается под действием сосредоточенной нагрузки — метод кольца для материалов, имеющих абсолютный прогиб менее 10 мм ($f < 10$ мм). К первому типу относятся приборы, на которых материал испытывают методом консоли (прибор ПТ-2 и др.). Согласно ГОСТ 10550—93 методом консоли испытывают легко изгибающиеся материалы, имеющие абсолютный прогиб более 10 мм ($f \geq 10$ мм), и методом переменной длины — материалы, имеющие абсолютный прогиб более 60 мм ($f \geq 60$ мм). Проба (рис. 2.32, *а*) располагается на опоре и прижимается к ней грузом, создающим контакт испытываемой пробы с плоскостью опорной площадки. При испытании боковые стороны опорной площадки опускаются (рис. 2.32, *б*), а вместе с ними прогибается проба. В зависимости от жесткости пробы прогиб может быть больше или меньше. С помощью винта указатель прогиба поднимают до касания с концами пробы и по шкале определяют абсолютную величину прогиба.

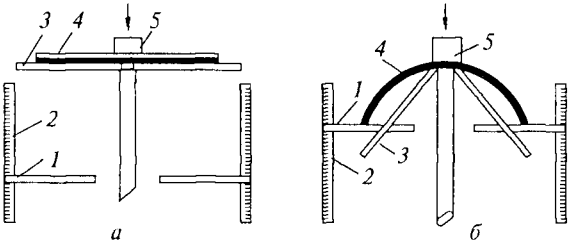


Рис. 2.32. Схема прибора ПТ-2 для определения жесткости материала методом консоли:

а — при поднятой опоре; *б* — при опущенной опоре; *1* — указатель прогиба; *2* — шкала; *3* — опора; *4* — проба; *5* — груз

При испытании консольным бесконтактным методом вырезают по 5 элементарных проб в продольном и поперечном направлениях размером 160 × 30 мм каждая. При испытании методом переменной длины вырезают по 5 элементарных проб в продольном и поперечном направлениях размером 260 × 30 мм каждая.

При испытании консольным бесконтактным методом условное значение жесткости EI, мкН · см^2, для проб продольного и поперечного направления вычисляют по формуле

$$EI = 42046m/A,$$

где m — масса 5 проб (полосок), вырезанных в соответствующем направлении, г; A — функция относительного прогиба f_o, определяемая по таблице (ГОСТ 10550—93).

Относительный прогиб пробы рассчитывают по формуле

$$f_o = f/l,$$

где f — окончательный прогиб пробы; l — длина свешивающейся части пробы, см, равная

$$(L - 2)/2,$$

где L — длина пробы, см.

Для характеристики жесткости материала определяют также коэффициент жесткости K_{EI}, представляющий собой отношение продольной жесткости материала к его поперечной жесткости:

$$K_{EI} = EI_{\text{прод}}/(EI_{\text{попер}}).$$

Метод определения условной жесткости по стреле прогиба конца консольно расположенной полоски ткани основан на приближенном решении дифференциального уравнения линии изгиба для случаев больших прогибов. Следует отметить, что аналитические методы расчета характеристик жесткости текстильных материалов при изгибе пока не получили развития.

Ниже приведены ориентировочные значения условной жесткости текстильных материалов различного назначения (по данным ЦНИИШПа):

Материал	*Условная жесткость, мкН · см²*
Ткань для мужских пальто	30 000 — 150 000
Ткань для женских пальто	20 000 — 100 000
Трикотажное полотно для пальто	До 15 000
Ткань для костюмов	4000 — 9000
Трикотажное полотно для костюмов	7000 — 10 000 (по ширине)
Ткань для платьев и сорочек	До 7000
Джинсовая ткань (брючная, костюмная):	
для молодежи	50 000 — 120 000 (по основе)
	15 000 — 50 000 (по утку)
для среднего и старшего возраста	20 000 — 50 000 (по основе)
	10 000 — 15 000 (по утку)
для детей	1000 — 25 000 (по основе)
	5000 — 10 000 (по утку)
Ткань для мешковины карманов	3000 — 10 000
Трикотажное полотно	1000 (по длине)
для мешковины карманов	3000 (по ширине)
Прокладочная ткань с клеевым покрытием:	
для пальто	2000 — 7000
костюмов	1000 — 5000
плащей	1000 — 2000
платьев	500 — 1000

При испытании методом переменной длины жесткость определяют на пробах размером 260 × 30 мм. Каждую пробу подвергают испытанию так же, как и консольным бесконтактным методом, и 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 f_o вычисляют по формуле.

Затем строят график (f_o, l) изменения значений относительного прогиба f_o в зависимости от значения длины свешивающейся

части пробы l, см. По графику находят длину $l_{0,5}$ пробы, имеющую значение относительного прогиба $f_o = 0,5$.

Среднюю массу 1 см длины прогиба пробы m_1, мг/см, вычисляют по формуле $m_1 = (m \cdot 1000)/(5L_{нач})$, где m — общая масса 5 проб начальной длины $L_{нач}$, г.

Жесткость $EI_{0,5}$, мкН см^2, для продольного и поперечного направлений при фиксированном значении относительного прогиба $f_o = 0,5$ вычисляют по формуле

$$EI_{0.5} = 1,92m_1l_{0,5}^3,$$

где $l_{0,5}$ — длина пробы при значении относительного прогиба $f_o = 0,5$.

Коэффициент жесткости определяют отношением

$$K_{EI_{0,5}} = EI_{0,5_{прод}} / EI_{0,5_{попер}}.$$

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 клеевые прокладочные полотна, пакеты одежды и т. п.

Коэффициент жесткости материала, определяемый методом кольца, K_P, рассчитывают по формуле

$$K_P = P_{прод} / P_{попер}.$$

Ниже приведены нормативные значения нагрузки P, сН, характеризующей условную жесткость прокладочных, нетканых полотен, бортовок, тканей (ГОСТ 24684—81):

Группа жесткости	*Бортовки*	*Прокладочные нетканые полотна без клеевого покрытия*	*Прокладочные аппретированные ткани*
I	4,5—7,0	0,1—2,0	6—8
II	7,1—15,0	2,1—7,0	15—18
III	15,1—30	7,1—12,0	—

К приборам, в которых проба изгибается под действием сосредоточенной нагрузки, принадлежит продольный изгибатель ПИ, разработанный во МТИЛПе Б. А. Бузовым и В. Н. Пантелеевым описан в ГОСТ 12.4.090—86). На этом приборе определяется усилие, необходимое для продольного изгиба шва одежды или материала, а также работа, затрачиваемая при изгибе. Прибор ПИ обладает достаточно высокой чувствительностью и позволяет фиксировать изменение сопротивления материала продольному изги-

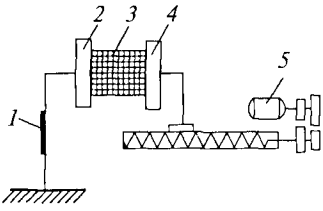


Рис. 2.33. Схема прибора ПИ для определения сопротивления ткани продольному изгибу:

1 — балка; *2, 4* — зажимы; *3* — проба; *5* — электродвигатель

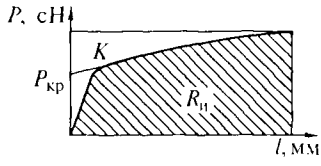


Рис. 2.34. Кривая зависимости $P=f(l)$ при изгибе материала (по данным Б. А. Бузова и В. Н. Пантелеева):

P — нагрузка, сН; *l* — перемещение подвижного зажима, мм

бу в зависимости от его волокнистого состава, вида переплетения, плотности, а также многоцикловых воздействий.

Проба (рис. 2.33) крепится в двух зажимах. Зажим *4* от электродвигателя через червячную передачу получает возвратно-поступательное движение. Зажим *2* находится на консольно закрепленной балке, являющейся тензометрическим силоизмерителем, с помощью которого фиксируется величина сопротивления продольному изгибу. При сближении зажимов проба получает продольный изгиб. В первый период приложения силы проба сжимается в плоском положении, преодолевая фрикционные силы, действующие в ней. При этом небольшим деформациям соответствует быстрое увеличение нагрузки, а кривая, характеризующая зависимость $P=f(l)$, поднимается круто вверх (рис. 2.34) до тех пор, пока прикладываемое усилие не выведет пробу из плоского положения, что будет соответствовать перегибу кривой в точке *K*. После этого кривая начинает плавно расти. Усилием, соответствующим точке $P_{кр}$, после которого начинается изгиб ткани, характеризуется предел устойчивости материала.

При испытании материалов методом продольного изгиба можно рассчитывать работу изгиба, которая определяется на графике как площадь, ограниченная кривой $P=f(l)$ и осью абсцисс.

Драпируемость. Это способность текстильных материалов в подвешенном состоянии образовывать мягкие подвижные складки. Драпируемость зависит от гибкости материала и его массы. Чем жестче структура материала, чем 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.

Драпируемость текстильных материалов определяют различными методами. Простой и распространенный метод заключается в следующем. Проба размером 200 × 400 мм вдоль длинной стороны

кладывается в три складки, затем прокалывается иглой с одной стороны и подвешивается на время, равное 30 мин. Драпируемость характеризуется относительным показателем $Д$, %, который рассчитывают по формуле

$$Д = 100 - A/2,$$

где A — расстояние между углами нижнего края пробы, находящейся в подвешенном состоянии, мм.

Чем больше значение $Д$, тем лучше драпируемость материала. Недостатком этого метода является то, что он не дает характеристики драпируемости материала одновременно в двух направлениях.

Представление о драпируемости материала в двух направлениях дает дисковый метод. При определении драпируемости этим методом проба (рис. 2.35, *а*), вырезанная в виде круга, располагается на диске *3* и прижимается диском *2*. Диск *3* поднимают, края пробы при этом свешиваются, принимая ту или иную форму. Освещая диск *2* сверху пучком параллельных лучей, получают на бумаге проекцию пробы. Хорошо драпирующиеся материалы (рис. 2.35, *б*) имеют в проекции сильно изрезанный контур с глубокими впадинами. В этом случае площадь получаемой проекции значительно меньше площади исходной пробы. Плохо драпирующиеся материалы имеют площадь проекции, приближающуюся к площади пробы (рис. 2.35, *в*). Проба, проекция которой изображена на рис. 2.35, *г*, обладает хорошей драпируемостью по утку и плохой по основе. Драпируемость материала, определяемая дисковым методом, характеризуется двумя величинами: соотношением размеров A и B осевых линий, проведенных через центр проекции пробы (у ткани в направлении нитей основы и утка, у трикотажа вдоль петельных рядов и столбиков), и коэффициентом драпируемости $K_д$, рассчитываемым по формуле

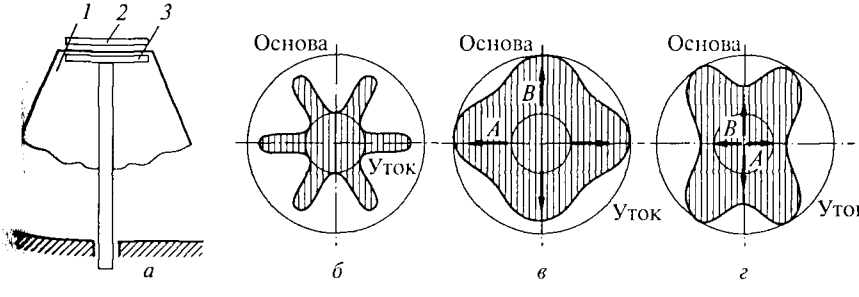


Рис. 2.35. Определение драпируемости материала дисковым методом:
а — схема прибора: *1* — проба; *2*, *3* — диски; *б*—*г* — проекции проб

Таблица 2.8

Коэффициенты драпируемости тканей

Ткань	Оценка драпируемости при значениях $K_д$		
	хорошая, более	удовлетворительная	плохая, менее
Шелковая	85	75—85	75
Хлопчатобумажная	65	45—65	45
Шерстяная:			
платьевая	80	68—80	68
костюмная	65	50—65	50
пальтовая	65	42—65	42

$$K_д = (S_0 - S_п)/S_0,$$

где S_0 — площадь исходной пробы, мм^2; $S_п$ — площадь проекции пробы, определенная с помощью планиметра, мм^2.

Соотношение размеров осевых линий B/A, равное 0,95—1,1, показывает, что драпируемость материала в обоих направлениях одинаковая. Если $B/A > 1,1$, материал имеет хорошую драпируемость в поперечном направлении, если $B/A < 0,95$, драпируемость его лучше в продольном направлении.

Показатель драпируемости имеет важное значение для пальтовых, платьевых и костюмных тканей: он учитывается при выборе их для изделия. Ориентировочные значения коэффициента драпируемости $K_д$ для некоторых тканей приведены в табл. 2.8.

Закручиваемость. Этой способностью обладает в основном трикотаж. Нити в процессе вязания получают деформации изгиба и растяжения, приобретают изогнутую форму. Трение между нитями, волокнами способствует сохранению нитью изогнутой формы. При этом в нити развиваются не только пластические деформации, способствующие сохранению нитью данной формы, но и упругие, сообщающие нити внутренние напряжения, пока она находится в связи с соседними нитями, и исчезающие при разрезании полотна.

Напряженное состояние нити проявляется в стремлении трикотажных полотен одинарных переплетений к закручиванию с краев. Если из трикотажа переплетения гладь вырезать образец и оставить его в свободном состоянии, то он сразу же начнет закручиваться с изнаночной стороны на лицевую по линии петельных столбиков и с лицевой стороны на изнаночную по линии петельных рядов. Степень закручивания трикотажа пропорциональна упругости нити и зависит от плотности вязания, способа отделки полотна.

Чтобы уменьшить закручиваемость готового полотна, его каландрируют. Каландрирование закрепляет петли в трикотаже, вдавливая их друг в друга и расплющивая нити, образующие петли. При этом увеличиваются силы сцепления между нитями и уменьшается возможность нитей распрямляться при разрезании трикотажа.

Одноцикловые неразрывные характеристики. К ним относятся несминаемость и сминаемость текстильных материалов.

Несминаемость — свойство материала сопротивляться изгибу, смятию и восстанавливать первоначальное состояние после снятия усилия, вызвавшего его изгиб, смятие. Способность материала сопротивляться изгибу зависит от его жесткости, а способность разглаживаться, восстанавливая первоначальное состояние, — от упругости.

Между условно-упругой деформацией и несминаемостью существует зависимость, характеризуемая коэффициентом корреляции порядка 0,8—0,9. Если материал наделен значительной долей быстроисчезающей деформации, изделия из него обладают хорошей несминаемостью. Если же в материале преобладает доля пластической деформации, одежда, смятая в процессе носки, не восстанавливает свою первоначальную форму.

Сминаемостью называется свойство текстильных материалов под действием деформаций изгиба и сжатия образовывать неисчезающие складки и морщины. Сминаемость является следствием проявления в текстильном материале пластических и эластических деформаций с медленным периодом релаксации.

Сминаемость — характеристика, обратная несминаемости. Материалы для одежды должны обладать оптимальной несминаемостью (сминаемостью). Очень высокая несминаемость, как и чрезмерная сминаемость, — отрицательный фактор, осложняющий процесс изготовления одежды, ухудшающий ее внешний вид и качество.

Несминаемость материала в значительной степени зависит от его волокнистого состава и структуры. Повышенную несминаемость имеют материалы, выработанные из волокон, обладающих высокой упругостью, способных быстро восстанавливать размеры и форму после деформирования (шерстяных, синтетических волокон). В материалах из волокон, обладающих разной упругостью, в начале эксплуатации упругие волокна преодолевают влияние менее упругих и смятые участки одежды восстанавливают свою форму. Постепенно в процессе эксплуатации нарастают усталостные явления в упругих волокнах и основную роль начинают играть менее упругие волокна, поэтому складки и морщины становятся устойчивыми, ухудшается внешний вид одежды.

С увеличением крутки нитей повышается их упругость и уменьшается сминаемость тканей.

Текстурированные нити обладают большой деформацией, основную часть которой составляют исчезающие компоненты. Рыхлая, пористая структура позволяет этим нитям растягиваться и изгибаться под действием незначительных усилий, почти без напряжения, благодаря чему после удаления нагрузки, вызвавшей их изгиб или растяжение, они легко восстанавливают первоначальную форму, а изделия из них практически не мнутся.

Сминаемость тканей и трикотажа зависит от расположения нитей, их взаимной связанности. Наименьшую сминаемость тканям придают переплетения типа креповых, имеющие неравномерно разбросанные перекрытия. Наибольшую сминаемость имеют ткани полотняного переплетения, для изгиба которых требуется наименьшее усилие. Сминаемость тканей с более длинными перекрытиями, например тканей атласного переплетения, меньше, так как усилия, возникающие в наружных слоях нити при сгибании такой ткани, противодействуют ее изгибу.

Сминаемость тканей зависит также от числа нитей на 10 см. Ткани, взаимный сдвиг нитей в которых ограничен, имеют бо́льшую упругость, лучше сохраняют форму в одежде и меньше мнутся. Ткани рыхлой структуры, элементы которой смещаются без особых усилий, обладают значительной сминаемостью.

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 ткани. Напряженные в разной степени участки нитей трикотажа помогают быстрее восстановить его первоначальные размеры.

Значительно уменьшают сминаемость тканей различные несминаемые отделки.

Материалы во влажном состоянии и при повышенной температуре легко сминаются. Это свойство материалов используется в швейном производстве при выполнении различных операций влажно-тепловой обработки, когда необходимо получить устойчивое смятие материала (образование складок, подгибание низа рукавов, брюк и т.п.).

Для определения несминаемости (сминаемости) применяют различные методы. В зависимости от характера образуемых на материале складок прибо́ры для определения несминаемости (сминаемости) материалов разделяются на два типа: производящие ориентированное смятие образцов и выполняющие неориентированное смятие.

Все ткани, кроме шерстяных, испытывают на ориентированное смятие на приборах РМТ или смятиемере (ГОСТ 19204—73). Для этого пробу (рис. 2.36, *а*) складывают под углом 180°, после чего в течение 15 мин выдерживают ее под грузом. Несминаемость X, %, в этом случае характеризуют отношением угла восстанов-

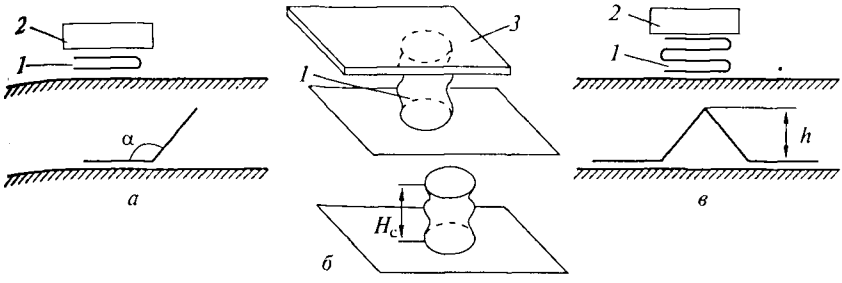


Рис. 2.36. Определение несминаемости (*а*, *б*) и сминаемости (*в*) материалов: *1* — проба; *2* — груз; *3* — платформа нагружения

ния α к углу полного сгиба γ = 180° и определяют в продольном и поперечном направлениях по формуле

$$X = 100\alpha/\gamma = 0{,}555\alpha.$$

Несминаемость хлопчатобумажных тканей характеризуется суммарным углом восстановления после смятия по основе и утку.

Несминаемость текстильных материалов при неориентированном смятии определяют на приборе СТП-6, разработанном проблемной лабораторией кафедры материаловедения МТИ и ЦНИХБИ. СТП-6 — прибор настольного типа, предназначается для однократного и многократного неориентированного смятия одновременно двух цилиндрических рабочих проб. При испытании платформа нагружения опускается и сжимает рабочую пробу (рис. 2.36, *б*). Несминаемость материала в этом случае характеризуется способностью рабочей пробы восстанавливать высоту после смятия и отдыха и оценивается коэффициентом несминаемости K_1, %, по формуле

$$K_1 = 100(H_1/H_0),$$

где H_1 — средняя высота рабочей пробы после одного цикла смятия, мм; H_0 — средняя начальная высота несмятой рабочей пробы, мм.

Один цикл смятия на приборе включает в себя 1 мин нагрузки и 1 мин отдыха.

Сминаемость шерстяных тканей определяют на приборе СТ-1 (ГОСТ 18117—80). Пробу перегибают так, чтобы образовались три складки (рис. 2.36, *в*), и выдерживают под нагрузкой в течение 5 мин. После разгрузки и трехминутного отдыха измеряют высоту складки *h*, мм. Коэффициент K_c сминаемости рассчитывают по формуле

$$K_c = h/20 = 0{,}05/h,$$

где 20 — ширина металлической пластины, использованной для образования складки ткани, мм.

Таблица 29

Нормативы несминаемости (сминаемости) для некоторых видов текстильных материалов

Ткани	Несминаемость, %, не менее	ГОСТ
Камвольные и тонкосуконные:		
чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные с лавсаном костюмные и платьевые	0,3*	28000—88
полушерстяные (остальные)	0,6*	28000—88
Камвольные и камвольно-суконные:		
чистошерстяные и шерстяные пальтовые	0,4*	28000—88
полушерстяные	0,6*	28000—88
Для школьной формы мальчиков	0,45*	28000—88
Хлопчатобумажные и смешанные с отделками синтетическими смолами:		
сорочечные с отделкой МС в сухом состоянии	220** (до стирки), 185** (после стирки)	17504—80
платьевые с отделкой МСв сухом состоянии	200** (до стирки), 175** (после стирки)	17504—80
одежные с отделкой МС:		
поверхностной плотностью до 210 г/м^2 в сухом состоянии	200** (до стирки), 185** (после стирки)	17504—80
поверхностной плотностью более 210 г/м^2 в сухом состоянии	240** (до стирки), 220** (после стирки)	17504—80
платьевые и сорочечные:		
с отделкой ЛГ в мокром состоянии	200** (до стирки), 185** (после стирки)	17504—80
блузочные с отделкой ЛГ в мокром состоянии	180** (до стирки), 170** (после стирки)	17504—80
ткани с отделкой ЛУ:		
в сухом состоянии	220** (до стирки), 185** (после стирки)	17504—80
в мокром состоянии	220** (до стирки), 205** (после стирки)	17504—80
Льняные и полульняные с массовой долей синтетических волокон:		
без отделки синтетическими смолами в сухом виде — более 50 %	55—60	15968—87
с малосминаемой отделкой или отделкой «легкий уход» в сухом виде — до 8 %	42—45	15968—87

Ткани	Несминаемость, %, не менее	ГОСТ
с малосминаемой отделкой или отделкой «легкий уход» в сухом виде — до 33 %	45—50	15968—87
то же — до 50 %	50—55	15968—87
Ткани с отделкой «легкий уход» или «легкое глажение» в мокром виде с массовой долей синтетических волокон:		
до 8 %	45—48	15968—87
до 33 %	48—53	15968—87
до 50 %	53—58	15968—87
Платьевые, платьево-костюмные и костюмные из химических волокон:		
из вискозных волокон и их смеси с хлопком	50	29223—91
из смеси синтетических, вискозных и хлопковых волокон	55	29223—91
для костюмных тканей	60	29223—91
для тканей поверхностной плотностью до 200 г/м^2 из вискозных волокон и их смеси с хлопком	35	29223—91
Плащевые из химических волокон и смешанные:		
с водоотталкивающей отделкой для плащей	50	29222—91
для спортивной одежды и курток без водоотталкивающей отделки	45	29222—91
Шелковые и полушелковые платьевые и платьево-костюмные:		
из натурального шелка и в сочетании с другими, кроме ацетатных, нитями	46	28253—89
из ацетатных нитей	40	28253—89
из вискозных и в сочетании с синтетическими нитями	30	28253—89
из синтетических нитей	48	28253—89
Платьевые из натурального крученого шелка	47	20723—89
Сорочечные:		
из химических нитей	30	11518—88
из смешанной пряжи	58	11518—88

* Коэффициент сминаемости $K_с$.

** Сумма углов восстановления (основа + уток).

Показатель несминаемости текстильных материалов имеет важное значение как при изготовлении, так и при эксплуатации швейных изделий. В настоящее время для тканей и других текстильных материалов введены нормативы несминаемости (табл. 2.9). Для шелковых тканей (ГОСТ 18484—87) выделены три группы несминаемости, %: несминаемая — более 55; малосминаемая — 46—55; среднесминаемая — 30—45. ЦНИИШПом рекомендуются следующие значения несминаемости, %: для тканей плашевых с пленочным покрытием и с гидрофобизирующей пропиткой — 90; бортовых тканей — 70; трикотажных платьевых полотен — 55—60; костюмных — 70; нетканых клееных прокладочных полотен — 75.

При эксплуатации одежды происходит преимущественно неориентированное смятие материала. Самым простым и доступным методом смятия при испытании материала является сжатие рукой собранного в комок материала с последующей визуальной оценкой его сминаемости. Изменение внешнего вида текстильного материала из-за появления складок и морщин очень заметно, когда стороны складок образуют острый угол. В этом случае грани складок по-разному отражают свет и поэтому складки становятся особенно видны на материале, множество складок создает неровную поверхность.

При этом методе испытания приняты следующие оценки степени сминаемости материала: сильно сминаемый, сминаемый, слабо сминаемый. Естественно, такой метод испытания субъективен. Однако при достаточном практическом опыте работы и сравнении материалов с большой разницей в степени сминаемости его применение дает неплохие результаты.

Многоцикловые разрывные характеристики при изгибе. Текстильные волокна и нити при однократном изгибе разрушаются очень редко. Дело в том, что критические радиусы изгиба $r_{кр}$, мкм, при которых возможно разрушение волокон и нитей, чрезвычайно малы. Расчеты показывают, что радиус $r_{кр}$ составляет: для шерстяных волокон 15—20, хлопковых 80—90, льняных 160—180, синтетических 10—20, хлопчатобумажной пряжи 1000—1300. Если учесть, что волокна и нити при изгибе текстильного материала имеют некоторую свободу перемещения, то приведенные значения $r_{кр}$ можно еще уменьшить.

При таких малых радиусах волокна и нити в текстильных материалах в процессе изготовления из них швейных изделий и последующей их эксплуатации практически не изгибаются и разрушения материала в швейных изделиях при однократных изгибах не происходит.

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 участках 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.

Исследования, выполненные в ЦНИИШПе, показали, что 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. В табл. 2.10 приведены данные о выносливости тканей при многократном изгибе (ширина пробы 10 мм).

Испытания тканей на многократный изгиб выполняют на приборах, называемых изгибателями. Схема рабочей части одного из изгибателей представлена на рис. 2.37, *а*. Пробу материала закрепляют в зажимах. Зажим *1* жестко крепится на диске, который поворачивает этот зажим вправо и влево на заданный угол. Таким

Таблица 2.10

Средняя выносливость тканей, тыс. двойных изгибов

Ткань	Угол изгиба при постоянных разрывных нагрузках, %					
	±90°			±135°		
	10	15	20	10	15	20
Хлопчатобумажная бязь	49,9	12,0	5,2	23,9	5,1	2,4
Хлопчатобумажный сатин	27,5	12,6	7,0	16,5	7,7	—
Крепдешин из натурального шелка	4,6	2,3	1,3	2,3	1,1	0,7
Шерстяной шевиот	17,0	5,6	1,9	22,0	4,6	0,6
Платьевая вискозная	16,9	9,0	1,0	5,9	1,8	0,9

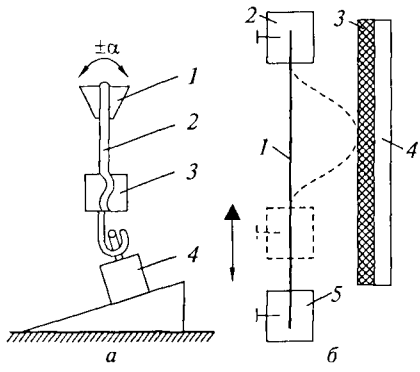


Рис. 2.37. Испытания материалов на многократный изгиб:

а — схема рабочей части изгибателя: *1*, *3* — зажимы; *2* — проба; *4* — груз; *б* — схема испытания на приборе МПИ-1: *1* — проба; *2*, *5* — зажимы; *3* — сукно; *4* — планка

образом проба получает многократный двойной изгиб. К зажиму *3* подвешен груз, натягивающий пробу. 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.

В процессе эксплуатации одежды материал, как правило, подвергается пространственному изгибу при разных радиусах кривизны и малых усилиях, а не излому по строго определенной линии сгиба, как на изгибателе. Поэтому особый интерес представляют результаты испытания материалов на многократное неориентированное смятие. Испытания проводят на приборе СТП-6 (см. рис. 2.36, *б*), оснащенном для этого специальным съемным зажимом. Рабочая проба закрепляется в зажиме и получает многократное смятие при постоянной нагрузке 7 даН.

При многоцикловых испытаниях задают 20 циклов смятия пробы и определяют коэффициент несминаемости K_{20}:

$$K_{20} = H_{20}/H_0,$$

где H_{20} — средняя высота смятой пробы сразу после 20 циклов смятия.

После 60 мин отдыха смятой пробы вновь измеряют ее высоту $H_{отд}$ и рассчитывают коэффициент $K_{отд}$ несминаемости

$$K_{отд} = H_{отд}/H_0.$$

Комплексный показатель несминаемости определяют по формуле

$$K_к = \sqrt[3]{K_1 K_{20} K_{отд}}.$$

Для испытания материалов на многократное неориентированное смятие используют также прибор МПИ-1 (разработан В. Н. Пан-

телеевым), на котором проба испытывает изгиб с большим радиусом кривизны, что приближает условия испытания к реальным условиям эксплуатации материала в швейных изделиях. Прибор (рис. 2.37, *б*) имеет 60 зажимов. Они расположены в два ряда (неподвижные *2* и подвижные *5*) и совершают перемещение в вертикальной плоскости на заданную величину. Проба при перемещении нижнего зажима свободно изгибается, а гребень складки истирается о серошинельное сукно, укрепленное на планке. На приборе МПИ-1 одновременно можно испытывать 30 проб. Влияние многократного изгиба оценивают в данном случае по изменению сопротивления пробы продольному изгибу. Недостатком прибора является длительность испытания (десятки и сотни тысяч циклов многократного изгиба).

2.2.3. Тангенциальное сопротивление (трение)

Многие показатели свойств текстильных материалов, такие, как сопротивление истиранию, устойчивость нитей к раздвиганию в швах, осыпаемость нитей из срезов ткани, прочность и растяжимость, распускаемость трикотажа, и др. в значительной степени определяются силами внешнего трения при контактном взаимодействии материалов, нитей и волокон, формирующих эти материалы. От трения зависят условия выполнения и параметры многих технологических операций изготовления швейных изделий (настилания материалов и их разрезания, стачивания на швейных машинах), а также выбор конструкций швов, методов обработки открытых срезов материалов и т.д. В зависимости от трения определяется назначение материала. Например, в качестве подкладки используют материалы с малым тангенциальным сопротивлением.

Таким образом, трение текстильных материалов играет важную роль в технологии швейного производства и оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики этих материалов.

Сила, противодействующая относительному перемещению одного тела по поверхности другого в плоскости их соприкосновения, называется силой трения скольжения. Основной количественной характеристикой трения является коэффициент трения скольжения $\mu = F/N$, где F — сила трения; N — сила нормального давления.

Существенное влияние на проявление сил трения скольжения оказывают состояние поверхности материалов, давление между ними, скорость приложения нагрузки, время контакта, температура, влажность и т.д. Кроме того, трение скольжения всегда сопровождается выделением теплоты, явлениями трибоэлектричества.

Природа трения при контактных взаимодействиях твердых тел очень сложна. Большинство материалов имеет неровную шероховатую поверхность. При соприкосновении такие поверхности контактируют в основном выступающими участками. При увеличении

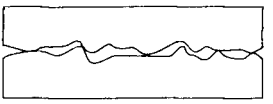


Рис. 2.38. Соприкосновение двух шероховатых поверхностей

давления эти участки сплющиваются и в зависимости от природы материала, характера поверхности возможно межатомное или межмолекулярное взаимодействие, сваривание в точках контакта.

Согласно современным представлениям (И. В. Крагельский, Г. М. Бартенев и др.) возникновение сил трения обусловливается проявлением фактического контакта двух соприкасающихся поверхностей и нарушением этого контакта при скольжении. Внешнее трение твердых тел имеет двойственную (молекулярно-механическую и адгезионно-деформационную) природу.

И. В. Крагельский предложил молекулярно-механическую теорию, согласно которой проявление сил трения есть результат механического и молекулярного взаимодействий соприкасающихся поверхностей. При соприкосновении материалов, имеющих микронеровности, выступы и углубления, возникают фрикционные связи, обусловленные взаимным сцеплением неровностей, молекулярным взаимодействием на участках совпадающих микроскопических выступов или поверхностным взаимодействием (рис. 2.38). Природа этих связей зависит от вида материала и носит вязкоупругий характер. Площадь контактов, обусловленных этими связями, обычно очень мала, значительно меньше площади соприкосновения материалов.

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.

Связями, действующими в зоне контакта, определяется элементарная сила тангенциального сопротивления τ, которая может быть представлена следующим образом:

$$\tau = \alpha + \beta n,$$

где α и β — коэффициенты, зависящие от природы соприкасающихся поверхностей; n — элементарная нормальная сила.

Суммируя все элементарные силы тангенциального сопротивления на всей поверхности фактического контакта площадью $S_ф$, получаем

$$T_о = \Sigma\tau = \alpha S_ф + \beta N,$$

где $\alpha S_ф$ — сила сцепления; βN — сила трения скольжения; N — общая величина нормального давления.

Основная характеристика, определяющая тангенциальное сопротивление, — коэффициент тангенциального сопротивления $f_{т.с}$, представляющий собой отношение сил тангенциального сопротивления (или трения) $T_о$ к величине нормального давления N, т.е.

$$f_{т.с} = T_о/N.$$

Подставив в формулу значение $T_о = \alpha S_ф + \beta/N$, получим соотношение

$$f_{т.с} = \alpha S_ф/N + \beta.$$

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, при котором трение поверхности материала определяют следующим образом.

На наклонной плоскости (рис. 2.39) укрепляют испытываемый материал. Колодку обтягивают таким же материалом. Изменяя угол γ, фиксируют его величину, при которой колодка весом $m_к$ начинает перемещаться. Сила тангенциального сопротивления $T_о$ и сила нормального давления N соответственно равны:

$$T_о = m_к \sin\gamma;\ N = m_к \cos\gamma.$$

Таким образом,

$$f_{т.с} = T_о/N = m_к \sin\gamma/(m_к \cos\gamma) = \operatorname{tg}\gamma.$$

Коэффициент тангенциального сопротивления для различных тканей 0,3 — 1. Он зависит от многих из указанных выше факторов, а также от волокнистого состава и вида нитей, переплетения и плотности материала и т.д.

На графиках (рис. 2.40) показана зависимость коэффициента тангенциального сопротивления некоторых тканей от величины нормального давления.

Для определения силы тангенциального сопротивления текстильных материалов в КТИЛПе разработано приспособление к разрывной машине, в котором использован зажим Эдерлея для текстильных воло-

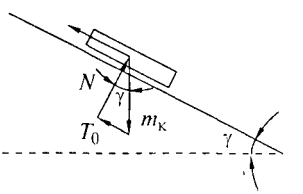


Рис. 2.39. Определение коэффициента тангенциального сопротивления материала методом наклонной плоскости

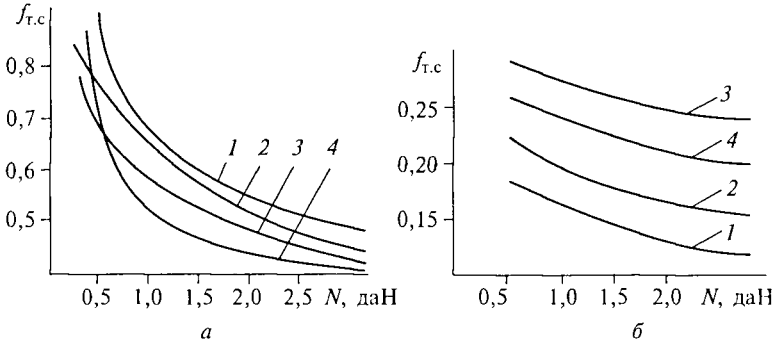


Рис. 2.40. Кривые изменения коэффициента тангенциального сопротивления тканей:

а — при трении ткани о ткань; *б* — при трении ткани о стальную полированную поверхность; *1* — для сатина; *2* — для полушерстяного шевиота; *3* — для сероцинельного сукна; *4* — для бязи

кон. При испытании материалов с применением этого приспособления показателем силы тангенциального сопротивления служит усилие, необходимое для смещения пробы относительно губок зажима.

Раздвигаемость и осыпаемость тканей. Силы тангенциального сопротивления удерживают нити в тканях, препятствуют их смещению. Если силы тангенциального сопротивления нитей недостаточны, чтобы противостоять механическим усилиям, испытываемым тканью, нити сдвигаются и осыпаются.

Степень закрепления нитей в ткани оценивается показателями ее раздвигаемости и осыпаемости. *Раздвигаемостью* ткани называют смещение нитей одной системы относительно нитей другой системы под действием внешних сил. *Осыпаемость* — это выпадение нитей из открытых срезов ткани.

Нити в ткани удерживаются силами трения и сцепления. Чем меньше коэффициент трения, тем легче нить выскальзывает из среза и легче смещается в ткани. Чем больше площадь поверхности контакта нитей основы с нитями утка, тем больше поверхность, на которой развивается трение. С увеличением числа нитей на 10 см и уменьшением длины перекрытий растет коэффициент связанности ткани и уменьшается возможность смещения и осыпания нитей. Так, в тканях полотняного переплетения возможность смещения и осыпания нитей меньше, чем в тканях сатинового переплетения.

Увеличение числа нитей на 10 см одной системы вызывает уменьшение длины волн другой, противоположной, системы, что, в свою очередь, приводит к увеличению угла обхвата нитей противоположной системы. В результате этого сцепление между нитями

увеличивается, смещение и отделение каждой крайней нити требуют все большего усилия. Таким образом, с увеличением числа нитей одной системы осыпание нитей противоположной системы уменьшается.

В тканях 1-й фазы строения больше осыпаются нити утка, а в тканях 9-й фазы — нити основы. Осыпание нитей в тканях 5-й фазы строения при одинаковом числе нитей на 10 см и толщине пряжи основы и утка примерно одинаковое в обоих направлениях.

Большой осыпаемостью и раздвигаемостью обладают ткани с резко различающимися толщинами нитей основы и утка. Существенно изменяют связанность нитей в ткани отделочные операции. Опаливание, стрижка, ширение увеличивают обособленность нитей в ткани, повышая возможность их раздвигания и осыпания. Аппретирование и валка закрепляют нити и, наоборот, уменьшают раздвигаемость и осыпаемость тканей.

Существует ряд признаков, характерных и для раздвигаемости, и для осыпаемости тканей, тем не менее нельзя считать причины этих двух явлений полностью одинаковыми. Если раздвигаемость швов зависит прежде всего от возможности смещения нитей по причине малого числа нитей на 10 см и слабого закрепления нитей в структуре ткани, то на осыпаемость швов большое влияние оказывает жесткость нитей, определяющая их стремление распрямиться и, освободившись от искусственно изогнутого положения, выскользнуть из ткани. Жесткость нитей затрудняет их взаимную связь и, следовательно, увеличивает осыпаемость тканей.

Нити осыпаются в различных направлениях ткани неодинаково. Нити основы осыпаются легче, чем нити утка, что объясняется их большей круткой, придающей нитям жесткость и гладкую поверхность. Наиболее интенсивно осыпаются нити при разрезании ткани под углом около 15° к нитям основы, наименее интенсивно — под углом 45°. Поэтому для уменьшения осыпаемости зубцы по краю тканей высекают под углом 45°. Для легкоосыпающихся тканей ширину шва увеличивают в 1,5—2 раза, усложняют его конструкцию.

Таким образом, осыпаемость тканей вызывает необходимость введения дополнительных операций в швейном производстве, увеличивает нормы расхода тканей из-за дополнительных припусков на швы.

Осыпаемость ткани определяется на разрывной машине с помощью несложного приспособления (рис. 2.41). 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 пока-

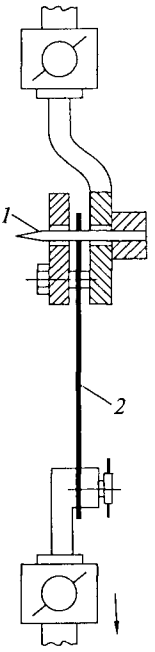


Рис. 2.41. Схема приспособления ЦНИХБИ для определения осыпаемости ткани:
1 — игла; *2* — проба

затель осыпаемости 10—12 даН, шерстяная ткань бостон — более 7 даН, шелковая подкладочная — около 2 даН.

Исследуя осыпаемость тканей, А. М. Рыжникова (ЦНИИШП) установила, что главным фактором, вызывающим осыпание нитей, является трение, а существенное влияние на осыпаемость оказывает влага. А. М. Рыжникова предложила осыпаемость стираемых тканей определять в мокром виде, а нестираемых — в сухом виде на приборе ПООН (рис. 2.42). Показателем осыпаемости в этом случае служит ширина, мм, образовавшейся бахромы нитей (с точностью до 0,1 мм).

Во ВНИИПХВ разработаны метод и прибор ПООТ для определения осыпаемости тканей (ГОСТ 3814—81). Пробу (на приборе возможно одновременно испытывать 20 проб) размером 30 × 40 мм закрепляют в зажим прибора так, чтобы длина свободно провисающего конца пробы составляла 20 мм. За каждый цикл движения абразива (щетки) пробы подвергаются воздействию 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.

Раздвигаемость ткани определяется на разрывных машинах с помощью приспособления (рис. 2.43). Усилие, которое необходимо приложить, чтобы вызвать смещение нитей ткани, служит показателем раздвигаемости. Различают легкораздвигающиеся ткани, для которых усилие составляет 8—9 даН, ткани средней раздвигаемости, для которых усилие равно 9—11 даН, и нераздвигающиеся, для которых усилие составляет более 11 даН.

Раздвигаемость тканей определяется на приборе РТ-2, разработанном во ВНИИПХВ (рис. 2.44). При испытании тканей на этом приборе по ГОСТ 22730—87 устанавливают величину усилия, вызывающего сдвиг одной системы нитей относительно другой и характеризующего устойчивость ткани к раздвигаемости. Приняты следующие показатели раздвигаемости шелковых и полушелковых тканей (кроме ворсовых), креповых из натурального шелка и тканей для вечерней одежды (табл. 2.11).

В ЦНИИШП для оценки раздвигаемости нитей в швах разработана специальная методика испытаний (подробно рассмотрена в

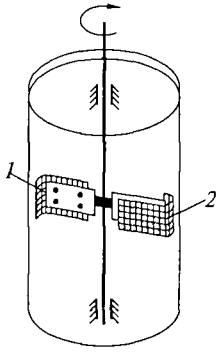


Рис. 2.42. Схема прибора ПООН для определения осыпаемости ткани:
1 — зажим; *2* — проба ткани

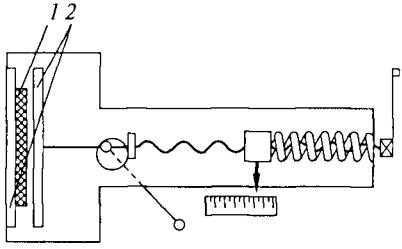


Рис. 2.43. Схема приспособления для определения раздвигаемости ткани:
1 — проба ткани; *2* — зажим

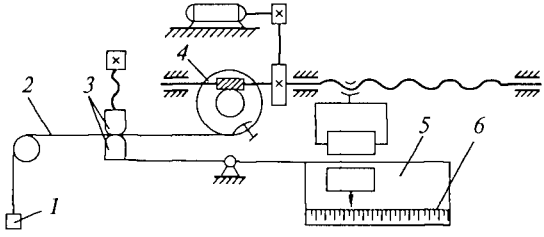


Рис. 2.44. Схема прибора РТ-2 для определения раздвигаемости шелковой ткани:
1 — груз массой 120 г; *2* — полоска ткани; *3* — резиновые губки; *4* — барабан для наматывания при испытании полоски ткани; *5* — механизм нагружения; *6* — шкала нагрузок

Таблица 2.11

Усилие раздвигания тканей, даН

Поверхностная плотность ткани, г/м²	Ткани		
	блузочные, платьевые, костюмные, сорочечные	подкладочные	корсетные
До 80	0,6	0,9	—
81 — 100	0,8	0,9	—
101 — 120	1	1	—
121 — 140	1,2	1,2	2
Более 140	2	1,2	2,5

«Практикуме по материаловедению швейного производства»). По величине усилия раздвигаемости нитей в шве различают легкораздвигающиеся (до 7 даН) и среднераздвигающиеся (более 7 даН) ткани.

Распускаемость трикотажа. Это способность петель трикотажа при обрыве нити перемещаться и выскальзывать из других петель.

Основная причина распускаемости трикотажного полотна при обрыве нити — нарушение его равновесного состояния. Под равновесным понимают такое состояние трикотажа, при котором он не проявляет стремления к дальнейшему изменению размеров и имеет наиболее высокую их устойчивость. Обрыв нити в петле сопровождается нарушением установившегося в трикотажном полотне равновесного состояния. Под действием упругих сил оборвавшиеся концы нити стремятся занять новое положение, при этом они перемещаются по нитям соседних петель и выскальзывают из них. Основной силой, препятствующей выскальзыванию нитей, является сила тангенциального сопротивления, развивающаяся на участках соприкосновения оборвавшейся нити с нитью соседних петель. Если эта сила по своей величине может противостоять упругим силам оборвавшейся нити, которые стремятся переместить ее, нарушение в переплетении ограничивается одной петлей. Если же сила тангенциального сопротивления не может препятствовать упругим силам нити, нить выскальзывает из соседних петель, переплетение нарушается на этом участке и трикотаж распускается. Под действием внешних сил процесс распускания трикотажа значительно ускоряется и сопровождается нарушением переплетения на значительной площади с образованием дыр.

Таким образом, силы тангенциального сопротивления нитей, их упругость в значительной степени определяют распускаемость трикотажа. Распускаемость различных трикотажных полотен неодинакова: она зависит от волокнистого состава и толщины нитей, длины нити в петле, вида переплетения, плотности и других факторов.

Трикотажные полотна, выработанные из пряжи и нитей, характеризующихся значительным коэффициентом тангенциального сопротивления, имеют пониженную распускаемость. К ним относятся полотна из шерстяной, хлопчатобумажной пряжи, текстурированных нитей, нитей фасонной крутки. Наибольшей распускаемостью обладают полотна кулирных переплетений, наименьшей — основовязаных и комбинированных.

Кулирный трикотаж может распускаться в направлении петельных рядов и столбиков. А. С. Далидович, анализируя распускаемость трикотажных переплетений (глади) при обрыве нити в петле, предложил ориентировочно рассчитывать силу Q (рис. 2.45), под действием которой вытягиваются концы оборванной нити b из соседних петель и перетягивается нить из петли $П$ в петлю $С$, т. е. рас-

пускается петельный столбик и увеличивается дыра в полотне, по формуле

$$Q = e^{\mu\alpha}\mu\pi d^3 K_{\text{в}}/(32l),$$

где μ — коэффициент трения нити о нить; α — угол обхвата нити; d — диаметр нити; $K_{\text{в}}$ — напряжение нити при изгибе; l — длина нити в полуостове петли.

Анализ формулы показывает следующее: с уменьшением длины нити в остове петли распускаемость трикотажа уменьшается; распускаемость зависит от диаметра нити и упругости изгибаемой в петле нити; распускаемость уменьшается с увеличением коэффициента трения μ и угла обхвата α.

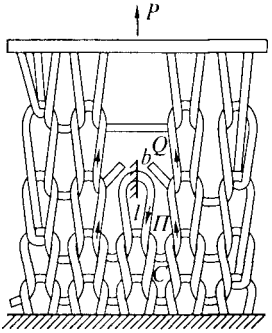


Рис. 2.45. Схема распускания переплетения гладь

Для снижения распускаемости необходимо уменьшить растяжимость трикотажа, длину нитей в петлях или увеличить толщину нитей, коэффициент трения нити о нить и угол обхвата нитей.

На распускаемость трикотажного полотна оказывает влияние вид переплетения. Наибольшей распускаемостью обладает трикотаж переплетения гладь: он может распускаться и в направлении вязания, и в направлении, обратном вязанию. Полотно переплетения гладь с заработанными краями можно распустить только в направлении, обратном вязанию. Трикотаж переплетения ластик характеризуется меньшей распускаемостью, чем трикотаж переплетения гладь. Основовязаные полотна распускаются в направлении, обратном вязанию.

2.3. Физические свойства текстильных материалов

К физическим свойствам текстильных материалов относятся их способность к поглощению и проницаемости, теплофизические, электрические, оптические и акустические свойства. 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. обусловливают 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.).

2.3.1. Поглощение

Ткани, трикотажные и нетканые полотна способны к поглощению различных веществ, находящихся в газообразном, парообразном или жидком состоянии. В зависимости от внешних условий материалы могут удерживать поглощенные вещества или отдавать их в окружающую среду. Как правило, поглощение сопровождается изменением ряда механических (прочность, жесткость, деформация и др.) и физических (теплозащитные, оптические, электростатические и др.) свойств, размеров и массы материалов.

Текстильные материалы относятся к капиллярно-пористым телам, имеющим сложную систему пор и капилляров, различающихся размерами и характером 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, что микропористая структура материалов связана прежде всего с особенностями строения текстильных волокон и нитей, а макропористая — со строением самих материалов, степенью их заполнения волокнистым материалом. В связи с этим поглощение веществ структурой текстильных материалов представляет собой весьма сложный процесс.

Гигроскопические свойства. Текстильные материалы при их производстве, изготовлении швейных изделий и эксплуатации одежды постоянно взаимодействуют либо с водяными парами воздуха, либо с водой. Поэтому одними из важнейших физических свойств текстильных материалов являются гигроскопические свойства — способность текстильных материалов поглощать и отдавать водяные пары и воду.

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 процессов. С первого же момента, когда текстильный материал попадает в среду с большой относительной влажностью воздуха, начинает протекать процесс *адсорбции* — притягивания поверхностью волокон паров воды, которые образуют на ней плотную полимолекулярную пленку. Силы, притягивающие молекулы воды, возникают в результате того, что у макромолекул, расположенных на поверхности волокна, не полностью уравновешены межмолекулярные связи с соседними макромолекулами. В связи с тем что волокна имеют пористое строение, действительная поверхность сорбции волокон значительно больше их наружной поверхности. Адсорбция протекает очень бы-

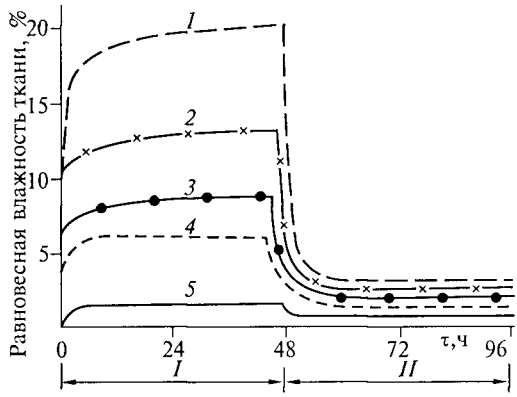


Рис. 2.46. Кривые сорбции и десорбции водяных паров тканями:

1 — вискозными; *2* — из натурального шелка; *3* — хлопчатобумажными; *4* — капроновыми; *5* — лавсановыми; *I* — относительная влажность воздуха 80 %; *II* — то же, 0 %

стро, и равновесное состояние достигается в течение нескольких секунд. При насыщении поверхности волокон водяными парами происходит процесс проникновения (диффузии) молекул воды в межмолекулярное пространство, т.е. 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.

Процесс сорбции водяных паров очень неравномерен (рис. 2.46). В первый период сорбции происходит интенсивное поглощение влаги волокнами, однако по мере насыщения их водяными парами скорость поглощения заметно падает и наступает сорбционное равновесие, при котором дальнейшее поглощение влаги прекращается. Влажность материала, которая соответствует сорбционному равновесию, называется *равновесной влажностью*. При изменении относительной влажности и температуры воздуха равновесная влажность материала также меняется. Об этом можно судить по кривым зависимости равновесной влажности волокон $W_р$ от относительной влажности воздуха φ при постоянной температуре (25 °С), которые называются изотермами сорбции (рис. 2.47). С повышением относительной влажности воздуха равновесная влажность материала увеличивается.

При десорбции наиболее интенсивная отдача влаги происходит в первый момент процесса; по мере приближения к новому равновесному состоянию скорость десорбции снижается (см. рис. 2.46). Однако равновесная влажность материала при десорбции выше равновесной влажности при сорбции в одинаковых атмосферных условиях, т.е. изотермы сорбции и десорбции не совпадают (рис. 2.48), наблюдается гистерезис сорбции. Это связано с тем, что при десорбции часть абсорбированной влаги, находящейся в межмолекулярном пространстве, может удерживаться в надмолекулярной структуре волокна вследствие ее неуравновешенности.

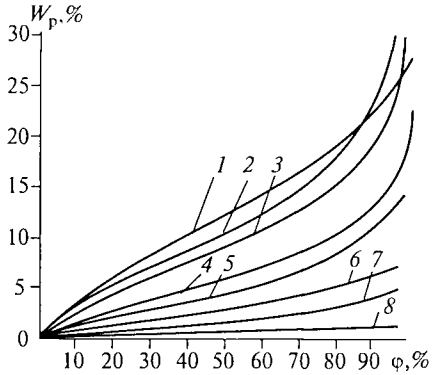


Рис. 2.47. Изотермы сорбции водяных паров текстильными волокнами:

1 — хлопком; *2* — шелком-сырцом; *3* — льном; *4* — шерстью; *5* — лавсаном; *6* — нитроном; *7* — нейлоном; *8* — ацетатом

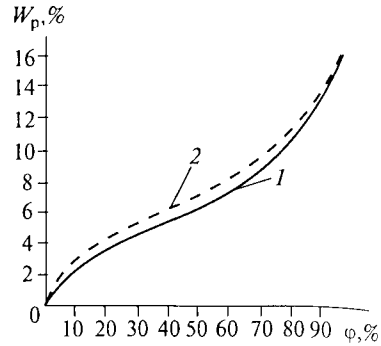


Рис. 2.48. Изотермы хлопкового волокна (по данным Е. Н. Чернова):

1 — сорбции; *2* — десорбции

Кривые сорбции и десорбции текстильных материалов (см. рис. 2.46) наглядно показывают, что волокна различных видов обладают разной способностью поглощать влагу. Это обусловлено прежде всего химическим составом и надмолекулярной структурой волокон.

Наличие в макромолекулах волокон сильнополярных гидрофильных групп (OH, NH_2, COOH, CONH и т.п.) создает значительное силовое поле, которое притягивает и удерживает молекулы воды. Поэтому целлюлозные (хлопок, лен, вискоза) и белковые (шерсть, шелк) волокна обладают большой способностью поглощать водяные пары. Из искусственных волокон небольшой гигроскопичностью обладают ацетатные волокна, так как в элементарном звене целлюлозы гидроксильные группы частично или полностью заменены гидрофобными ацетильными.

Большинство синтетических волокон и нитей (особенно полиэфирные, полиолефиновые, поливинилхлоридные) обладают малой способностью к поглощению влаги, так как в их составе почти отсутствуют гидрофильные группы.

Структура волокон, характер расположения макромолекул, степень их упорядоченности, ориентации, а также степень аморфности и кристалличности структуры, ее пористость определяют размеры активной поверхности сорбции и возможность легкого или затрудненного проникновения молекул воды в глубь волокон. Рыхлая, малоупорядоченная структура вискозных волокон по сравнению с хлопковыми обусловливает их более высокую способность (в 1,8 раза) к поглощению влаги, несмотря на их одинаковый химический состав. В волокнах шерсти макромолекулы имеют более

разветвленную структуру, чем в натуральном шелке, поэтому плотность их упаковки немного меньше, в результате чего влажность шерстяных волокон и материалов из них выше, чем шелковых.

При сорбции водяных паров в микрокапиллярах, имеющих радиус менее 10^{-7} м, и в замкнутых капиллярах текстильных материалов происходит капиллярная конденсация паров влаги, в результате чего капилляры заполняются жидкостью. Поэтому материалы из волокон с низкой гигроскопичностью, но имеющие большое количество мелких и замкнутых капилляров, могут хорошо сорбировать влагу, приближаясь по показателям влажности к хлопчатобумажным и шерстяным материалам (в частности, это относится к материалам из полых и профилированных волокон).

При непосредственном соприкосновении текстильного материала с водой последняя поглощается как путем диффузии ее молекул в полимер, так и путем механического захвата ее частиц структурой материала. В последнем случае существенную роль играют процессы смачивания и капиллярного впитывания.

Смачивание может происходить при полном погружении материала в воду (иммерсионное смачивание) или при частичном соприкосновении воды и материала (контактное смачивание). Контактное смачивание — это полное или частичное растекание жидкости по поверхности материала. Оно характеризуется краевым углом, или углом смачивания Θ, который образуется между поверхностью материала и касательной к поверхности границы жидкость — воздух (рис. 2.49). Краевой угол, определяемый в момент, когда система воздух — вода — материал находится в состоянии термодинамического равновесия, называется равновесным. Равновесный краевой угол для каждой системы при данных внешних условиях имеет определенную величину и является одной из важнейших характеристик смачивания. Тупой равновесный краевой угол $180° > \Theta > 90°$ свидетельствует о плохом смачивании, а острый равновесный краевой угол $90° > \Theta > 0°$ указывает на наличие ограниченного смачивания.

Величина равновесного краевого угла зависит от поверхностных натяжений на границах раздела фаз, участвующих в смачивании. При неполном контактном смачивании поверхности твердого тела каплей жидкости (см. рис. 2.49) по периметру смачивания действуют три силы: поверхностное натяжение $\sigma_{т-г}$ на границе раздела твердое тело — газ, способствующее растеканию капли; поверх-

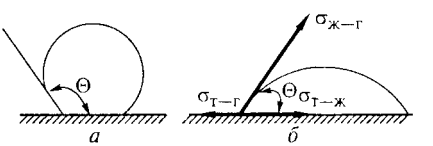


Рис. 2.49. Краевой угол для волокон:
а — не смачиваемых жидкостью ($180° > \Theta > 90°$); *б* — не полностью смачиваемых жидкостью ($90° > \Theta > 0°$)

ностное натяжение $\sigma_{т-ж}$ на границе твердое тело — жидкость, препятствующее растеканию капли; поверхностное натяжение $\sigma_{ж-г}$ на границе жидкость — газ, которое стремится уменьшить поверхность капли. Зависимость равновесного краевого угла Θ от сил, действующих на границах раздела фаз, может быть выражена уравнением Т. Юнга, которое описывает полное равновесие для идеально гладкой поверхности:

$$\cos\Theta = (\sigma_{т-г} - \sigma_{т-ж})/\sigma_{ж-г}.$$

Поверхность реальных материалов, в том числе и текстильных, отличается шероховатостью — совокупностью микронеровностей, образующих рельеф поверхности. Это увеличивает площадь фактического контакта жидкости с материалом по сравнению с номинальной площадью контакта (площадью проекции капли на гладкую поверхность). Поэтому для шероховатой поверхности

$$\cos\Theta_{ш} = k(\sigma_{т-г} - \sigma_{г-ж})/\sigma_{ж-г},$$

где k — коэффициент шероховатости, равный отношению фактической площади поверхности контакта к номинальной площади.

Способность материала к смачиванию определяется прежде всего химической природой волокон, их способностью к адсорбции влаги и характером поверхности, ее шероховатостью. Если вода хорошо смачивает данную поверхность, то увеличение шероховатости приводит к усилению смачивания и, наоборот, если вода плохо смачивает поверхность, то шероховатость повышает значение краевого угла.

Показатель $\cos\Theta$, который называют смачиванием, характеризует способность жидкости смачивать данную поверхность и свидетельствует о степени гидрофильности или гидрофобности материала. Краевой угол чаще всего определяют экспериментально, используя проекцию бокового изображения капли на поверхности материала. На экране очерчивают контур капли и через точку соприкосновения всех трех фаз проводят касательную к контуру капли.

Капиллярное впитывание обусловлено подъемом жидкости по капиллярам материала при соприкосновении с ее поверхностью. Как известно, капиллярный подъем жидкости связан со смачиванием стенок капилляра, образованием вогнутого мениска и возникновением капиллярного давления, стремящегося поднять жидкость в капилляре до тех пор, пока масса столба жидкости не уравновесит это выталкивающее давление. Согласно формуле Жюрена высота h подъема жидкости в капилляре прямо пропорциональна поверхностному натяжению σ и косинусу краевого угла и обратно пропорциональна радиусу R капилляра:

$$h = 2\sigma\cos\Theta/(R\gamma g),$$

где γ — плотность жидкости; g — ускорение свободного падения.

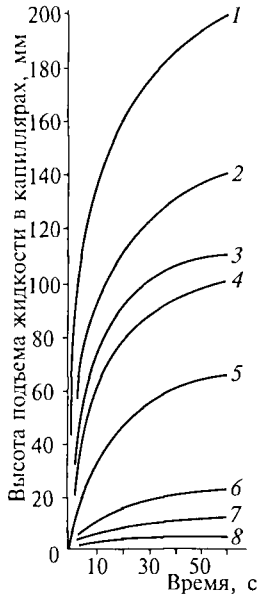


Рис. 2.50. Кривые впитывания влаги материалами: *1* — хлопчатобумажным вязально-прошивным нетканым полотном; *2* — хлопчатобумажной тканью с начесом; *3* — ситцем; *4* — полушерстяной костюмной тканью; *5* — платированным трикотажем из хлопковискозной пряжи; *6* — хлопчатобумажным трикотажем переплетения гладь; *7* — полушерстяной пальтовой тканью; *8* — шерстяным трикотажем переплетения пике

Сложная капиллярная структура пористых материалов, в том числе и текстильных, рассматривается как смесь фракций (групп) капилляров, в пределах которых площадь их поперечного сечения мало отличается одна от другой. Вначале при соприкосновении материала с водой ее подъем протекает во всех фракциях одинаково, далее подъем в первой фракции, куда входят капилляры максимальной площади сечения, замедляется и постепенно прекращается. Затем это будет происходить последовательно во второй, третьей, четвертой и других фракциях капилляров, пока не наступит равновесное состояние (рис. 2.50).

В приближенных расчетах по впитыванию влаги используют понятие среднего радиуса капилляров, который является обобщенной характеристикой капиллярной структуры материала.

Наибольшее распространение получило выведенное из формулы Волковой — Госкинса — Уошбурна уравнение расчета коэффициента капиллярности K, см^2/с,

$$K = h^2/t = \sigma \cos\Theta R/(2\eta),$$

где h — высота подъема жидкости; t — продолжительность подъема жидкости; σ — поверхностное натяжение; Θ — краевой угол; R — средний радиус капилляров; η — вязкость жидкости.

Капиллярные процессы в текстильных материалах возможны прежде всего благодаря их пористой структуре, которая представляет собой систему смежных и сообщающихся капилляров различных размеров, формы сечения и ориентации. Капиллярная система материалов складывается из капилляров микроструктуры волокна и капилляров макроструктуры материала, причем радиусы капилляров обеих структур совершенно разного уровня. Микропоры в структуре волокон располагаются между макромолекулами, микрофибриллами, фибриллами и в межклеточном пространстве. Диаметр капилляров натуральных целлюлозных волокон (по данным В.А. Браславского) колеблется в пределах $40 \cdot 10^{-10}$—$60 \cdot 10^{-10}$ м, шерстяного волокна составляет примерно $6 \cdot 10^{-10}$ м. Пористость

синтетических волокон меньше, так как они обладают компактной укладкой макромолекул. Однако в силу ряда причин (влияния адсорбции, сил электрического притяжения или отталкивания, наличия тупиковых капилляров и т.д.) значительное продвижение жидкости в капиллярах волокон затруднено.

В связи с этим капиллярные процессы в текстильных материалах фактически представляют собой суммарный эффект капиллярного проникновения жидкости в пространства между волокнами и нитями, т.е. в макрокапилляры, размеры которых колеблются в пределах от максимального 10^{-5} м до минимального 10^{-7} м. Поэтому на капиллярность тканей, трикотажа, нитепрошивных нетканых полотен оказывают существенное влияние структурные параметры нитей и материалов.

Влияние крутки нитей на их капиллярность имеет сложный характер. Вначале увеличение крутки нити приводит к сближению волокон и образованию капилляров оптимального радиуса, что сопровождается повышением показателя капиллярности нити до максимального значения. При дальнейшем увеличении кручения уменьшается количество капилляров, появляются щелевидные капилляры, что приводит к снижению показателя капиллярности. На капиллярность материалов оказывает влияние и структура нитей. Например, высота капиллярного подъема воды в трикотаже, выработанном из капроновых комплексных нитей, в три раза ниже, чем в трикотаже из текстурированных нитей эластик.

Расстояния между нитями в структуре материалов зависят прежде всего от числа нитей (петель) на 10 см. Если расстояния между нитями лежат в пределах радиусов макрокапилляров, наблюдается последовательное повышение показателей капиллярности при увеличении числа нитей (петель). Если расстояние между нитями больше размеров макрокапилляров, то капиллярный подъем происходит преимущественно в нитях.

На высоту капиллярного подъема влаги оказывает влияние характер расположения нитей в структуре, степень их изогнутости и ориентации. Так, по данным В.П.Склянникова, повышение коэффициента уплотненности переплетения ткани приводит к уменьшению высоты капиллярного подъема (рис. 2.51). Различие в расположении кривых для тканей из вискозных и полиэфирных волокон свидетельствует о влиянии гидрофильности волокон. В связи с этим, как правило, капиллярное перемещение жидкости в трикотаже значительно меньше, чем в тканях (см. рис. 2.50), а вдоль основы ткани больше, чем вдоль утка.

Нетканые материалы на основе холстов обладают высокоразвитой капиллярно-пористой структурой и поэтому отличаются высокой капиллярностью (см. рис. 2.50).

Таким образом, влага может быть связана с материалом различными способами. По интенсивности энергии связи влаги с ма-

териалом акад. П. А. Ребиндер выделяет три вида связи: химическую, физико-химическую и физико-механическую. К *химически* связанной влаге относится гидратационная влага. К *физико-химически* связанной влаге принадлежит сорбционная влага, влага поглощения водяных паров волокнами. Способность материалов к сорбированию влаги является важнейшим гигиеническим свойством, она способствует своевременному удалению паров влаги из пододежного слоя и обеспечивает комфортные условия в одежде. Влага этого вида связи также играет существенную роль в процессах влажно-тепловой обработки материалов при изготовлении швейных изделий, так как, проникая между макромолекулами волокон и ослабляя связи между ними, она увеличивает пластичность волокон и способствует перестройке их структуры при деформировании. К *физико-механически* связанной влаге относится влага смачивания и капиллярного впитывания. Этот вид связанной влаги имеет большое значение для материалов изделий, близко прилегающих к поверхности тела человека, так как способствует удалению пота и созданию комфортных условий.

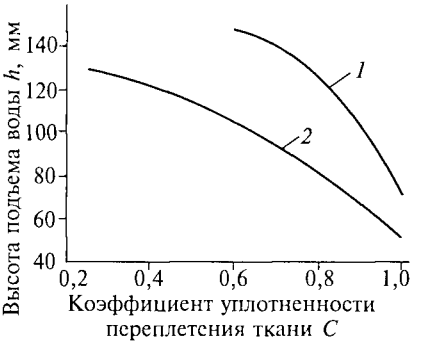


Рис. 2.51. Зависимость капиллярности от коэффициента уплотненности переплетения ткани:
1 — вискозной; *2* — полиэфирной

В процессах влажно-тепловой обработки эта влага не является пластификатором волокон, но ее присутствие создает благоприятные условия для равномерного и быстрого прогревания всех участков материала. В процессе сушки в первую очередь удаляется физико-механически связанная влага, затем физико-химически связанная влага, а при длительном нагревании и высокой температуре может быть удалена и химически связанная влага. Скорость удаления влаги зависит от вида связи и условий сушки. Наиболее быстро удаляется физико-механически связанная влага, поэтому материалы, изготовленные из волокон с низкими сорбционными свойствами (триацетатные, полиэфирные, полиакрилонитрильные и др.), способны к быстрому высыханию.

Поглощение волокнами влаги сопровождается выделением теплоты, называемым *теплотой сорбции*. Различают *интегральную* теплоту сорбции, показывающую, какое количество теплоты выделяется при полном насыщении 1 г сухого волокнистого материала, и *дифференциальную* теплоту сорбции, которая показывает, какое количество теплоты выделяется при поглощении 1 г воды текстильным материалом. Показатели теплоты сорбции зависят от влажно-

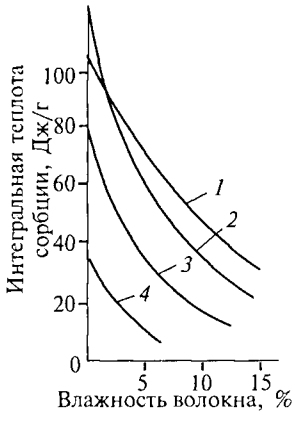


Рис. 2.52. Кривые зависимости интегральной теплоты сорбции от влажности волокна:
1 — вискозного; *2* — шерстяного; *3* — хлопкового; *4* — ацетатного

сти волокна (рис. 2.52). Чем выше влажность волокна, тем меньшее количество теплоты выделяется при поглощении водяных паров. Волокна, обладающие высокой гигроскопичностью (шерстяное, вискозное, хлопковое), при сорбции влаги выделяют большее количество теплоты по сравнению с волокнами малой гигроскопичности (ацетатное волокно).

Интенсивность выделения теплоты уменьшается при увеличении объема поглощенной влаги. Наибольшее выделение теплоты происходит при поглощении влаги до 5 %; поглощение влаги, близкой к насыщению (25—40 %), не влияет на теплоту сорбции. Способность текстильных материалов выделять теплоту при поглощении влаги — важное теплозащитное свойство для одежды, так как выделяемая теплота компенсирует резкое снижение температуры воздуха при выходе человека из теплого помещения на холодный воздух, содержащий больше водяных паров.

При поглощении влаги волокнами наблюдается увеличение их размеров, особенно поперечника (табл. 2.12), т.е. происходит *набухание* волокон. Значительное увеличение поперечных размеров волокон по сравнению с их длиной связано с продольной ориентацией макромолекул фибрилл в структуре волокон. Молекулы воды, проникая в глубь волокна, ослабляют связи между макромолекулами, увеличивают расстояние между ними. Гидрофильные волокна (вискозное, шерстяное, льняное, хлопковое) обладают большей способностью к набуханию, чем волокна малой гигроскопичности. Значительное набухание вискозных волокон по сравнению с другими целлюлозными волокнами обусловлено их рыхлой структурой, малой плотностью расположения макромолекул, что облегчает проникновение молекул воды.

Изменения, происходящие в структуре волокон и материалов при поглощении ими влаги, являются причиной существенных различий в показателях физико-механических свойств одного и того же материала с разной степенью влажности. Поэтому для объективной оценки свойств текстильных материалов их исследования рекомендуется проводить при определенной, так называемой нормальной относительной влажности воздуха, равной 65 %.

Гигроскопические свойства текстильных материалов имеют существенное значение для технологических процессов их обработ-

Таблица 2.12

Изменение размеров текстильных волокон при набухании, %

Волокно	Увеличение площади поперечного сечения	Увеличение длины
Хлопковое суровое	20—34	1
Хлопковое мерсеризованное	26—40	0,2
Льняное	40—47	0,1—0,2
Шерстяное	22—26	1,1—1,2
Шелковое	18—20	1,3—1,7
Вискозное	40—65	4—7
Ацетатное	6—8	0,1—0,3
Капроновое	3—5	2—3
Нитроновое	5—6	1,5—2

ки, изготовления швейных изделий и эксплуатации одежды. Для высококачественного выполнения операций отделки и крашения текстильных материалов необходима хорошая смачиваемость материала, его высокие сорбционные свойства. Чтобы повысить смачиваемость текстильных волокон, часто используют поверхностно-активные вещества (смачиватели), которые понижают поверхностное натяжение жидкости и создают гидрофильные слои на поверхности гидрофобных волокон.

Гигроскопические свойства текстильных материалов определяют назначение этих материалов в одежде. Так, для белья, платьев, блузок, сорочек и т.д. требуются материалы, обладающие высокими сорбционными свойствами, 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.

Характеристики гигроскопических свойств. При оценке гигроскопических свойств текстильных материалов используют ряд характеристик: влажность, гигроскопичность, влагоотдачу, водопоглощаемость, капиллярность, намокаемость.

Влажность $W_ф$, %, показывает, какую часть массы материала составляет масса влаги, содержащейся в нем при фактической влажности воздуха:

$$W_ф = 100(m_ф - m_c)/m_c,$$

где $m_ф$ — масса образца при фактической влажности воздуха, г; m_c — масса абсолютно сухого образца, г.

Кондиционная влажность $W_к$, %, материала (при атмосферных условиях, близких к нормальным, $W_в = 65\,\%$ и $t = 20\,^\circ C$) определяется кондиционной влажностью составляющих его волокон и может быть рассчитана по формуле

$$W_к = (p_1 W_1 + p_2 W_2)/100,$$

где W_1, W_2 — кондиционная влажность составляющих волокон, %; p_1, p_2 — содержание волокон в материале, %.

Гигроскопичность $W_г$, %, — влажность материала при 98%-ной относительной влажности воздуха и температуре (20 ± 2) °С:

$$W_г = 100(m - m_с)/m_с,$$

где m — масса пробы материала, выдержанной в эксикаторе при 98%-ной относительной влажности воздуха, г.

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. 2.13).

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 Р 50720—94).

Таблица 2.13

Нормы гигроскопичности тканей

Ткани	Гигроскопичность $W_г$, %, 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

Влагоотдача $B_о$, %, характеризует десорбционную способность материала; она определяется количеством влаги, отданной в среду с относительной влажностью воздуха 2 ± 1 гигроскопичным материалом:

$$B_о = 100(m_{в.э} - m_{с.э})/(m_{в.э} - m_с),$$

где $m_{в.э}$ — масса пробы материала после выдерживания в эксикаторе при 98%-ной относительной влажности воздуха, г; $m_{с.э}$ — масса пробы после высушивания в эксикаторе с концентрированной серной кислотой.

Водопоглощаемость $П_в$, %, характеризуется количеством влаги, поглощенной материалом при его полном погружении в воду:

$$П_в = 100(m_в - m_0)/m_0,$$

где $m_в$ — масса пробы после замачивания в воде, г; m_0 — первоначальная масса пробы, г.

Капиллярность h, мм, — характеристика поглощения влаги продольными капиллярами материала. Она оценивается высотой подъема жидкости в пробе материала, погруженного одним концом в воду, в течение 1 ч.

Водопоглощаемость и капиллярность являются важными показателями для материалов, предназначенных для бельевых, купальных изделий, полотенец и т. п. В частности, для нетканых махровых полотен водопоглощаемость должна быть не менее 260 %, а капиллярность — не менее 80 мм/ч (ГОСТ 28748—90).

Намокаемость H, г/м^2, — количество воды, поглощенной материалом за 10 мин его дождевания:

$$H = (m_д - m_к)/S,$$

где $m_д$ — масса квадратной пробы после дождевания, г; $m_к$ — масса квадратной пробы после сушки и выдержки в нормальных атмосферных условиях, г; S — площадь пробы, м^2.

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).

Методы определения большинства характеристик гигроскопических свойств материалов можно разделить на прямые и косвенные. Прямые методы основаны на отделении влаги от материала и раздельном 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.

2.3.2. Проницаемость

Способность текстильных материалов пропускать воздух, пар, воду, жидкости, дым, пыль, газы, радиоактивные излучения называется проницаемостью. Характеристика, обратная проницаемости, показывающая способность текстильного материала сопротивляться прониканию воды, пара и т.д., носит название непроницаемости или упорности.

Воздухопроницаемость. Это способность текстильных материалов пропускать воздух. Она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости B_p, дм^3/(м$^2 \cdot$ с), который показывает, какое количество воздуха проходит через единицу площади в единицу времени при определенной разнице давлений по обе стороны материала:

$$B_p = V/(S\tau),$$

где V — объем воздуха, прошедшего через материал, дм^3; S — площадь материала, м^2; τ — длительность прохождения воздуха, с.

При условии наличия разницы давлений p по обе стороны материала воздух проникает через материал в направлении от большего давления к меньшему. Это явление называют инфильтрацией. Перепад давлений выражается в паскалях или миллиметрах водяного столба (1 мм вод. ст. ≈ 9,8 Па).

При повышении разницы давлений увеличивается количество проходящего через материал воздуха (рис. 2.53), причем для плотных тканей эта зависимость близка к линейной, для более редких — к степенно́й. Связь между перепадом давлений и скоростью v прохождения воздуха через материал может быть выражена уравнением, предложенным Х.А. Рахматуллиным:

$$p = av + bv^2,$$

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 мм вод. ст. (49 Па), что соответствует перепаду давлений в пододежном слое и окружающем воздухе в климатических условиях средней полосы России, где скорость ветра не превышает 8—10 м/с.

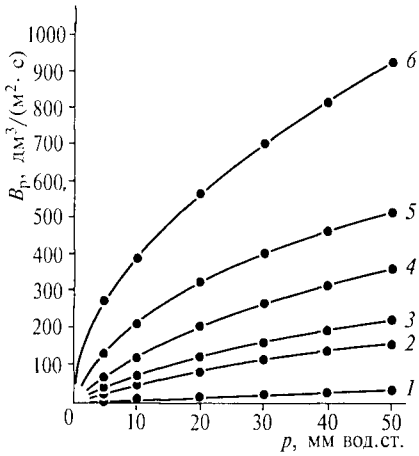


Рис. 2. 53. Зависимость воздухопроницаемости тканей от перепада давлений:

1 — чистошерстяной драп; *2* — малапалам; *3* — миткаль; *4* — суровое полотно; *5* — вольта; *6* — шелковая сетка

Воздухопроницаемость современных материалов колеблется в широких пределах: 3,5—1500 дм³/(м²·с) (табл. 2.14).

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 соот-

Таблица 2.14

Группирование тканей по воздухопроницаемости (по данным Н. А. Архангельского)

Группа тканей	Ткани	Общая характеристика воздухопроницаемости группы тканей	B_p, дм³/(м²·с), при p = 5 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

ветственно большую воздухопроницаемость по сравнению с материалами из толстых пушистых нитей, в которых поры частично закрыты выступающими волокнами или петлями нитей. С увеличением заполнения ткани существенно снижается ее воздухопроницаемость, причем с увеличением поверхностного заполнения на 1 % (при $E_s > 85\,\%$) воздухопроницаемость уменьшается примерно в 2 раза.

Наименьшей воздухопроницаемостью при равных условиях обладают ткани полотняного переплетения. С увеличением длины перекрытий повышается рыхлость тканей и соответственно увеличивается их воздухопроницаемость. Так, для шерстяных тканей при увеличении перекрытий в 2,3 раза воздухопроницаемость возрастает более чем в 2 раза.

Трикотажные полотна обладают большей воздухопроницаемостью по сравнению с тканями, так как петельным строением трикотажа обусловливается наличие крупных сквозных пор.

С увеличением объемной массы материала и его толщины воздухопроницаемость снижается, так как уменьшаются число сквозных пор и их размеры, особенно у материалов плотной структуры.

Воздухопроницаемость холстопрошивных нетканых полотен, тканей и трикотажа с начесом, где сквозные поры практически отсутствуют, зависит от толщины и их общей пористости.

При прохождении воздуха через поры материала часть энергии затрачивается на трение воздуха о материал, а часть — на преодоление инерционных сил внешней среды, что отражается на скорости прохождения воздуха через материал. Поэтому на показатели воздухопроницаемости влияют не только пористость материала, число пор в его структуре, но и размеры пор. Чем крупнее поры, тем меньше энергии затрачивается на преодоление трения воздуха о материал, тем выше скорость прохождения воздуха.

Воздухопроницаемость зависит также от влажности материала: с увеличением влажности материала его воздухопроницаемость снижается. Например, при 100%-ной влажности шерстяных суконных тканей воздухопроницаемость по сравнению с воздушно-сухим их состоянием снижается в 2—3 раза. Уменьшение воздухопроницаемости материалов при увлажнении связано с набуханием волокон и появлением микро- и макрокапиллярной влаги, что вызывает резкое сокращение числа и размеров пор и в конечном итоге приводит к повышению аэродинамического сопротивления материала и соответственно к снижению коэффициента воздухопроницаемости. При увеличении влажности до 25 % коэффициент воздухопроницаемости практически остается постоянным, так как вид связи влаги с материалом носит физико-химический характер. При изменении влажности в интервале 25—55 %, когда в материале появляется физико-механически связанная влага, происходит резкое снижение воздухопроницаемости материала, при дальней-

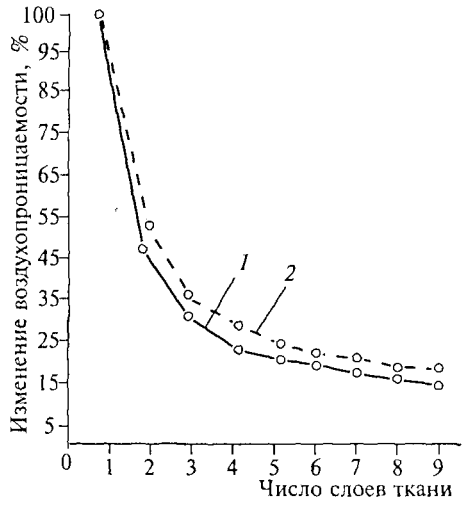


Рис. 2.54. Изменение воздухопроницаемости ткани в зависимости от числа слоев:
1 — драп; *2* — сукно

шем увеличении влажности до 100 % воздухопроницаемость продолжает падать, но менее интенсивно.

На воздухопроницаемость материалов оказывает влияние температура воздуха и материала. Установлено, что с повышением температуры от 20 до 120 °С уменьшается воздухопроницаемость, что, вероятно, связано с увеличением вязкости воздуха, а также повышением амплитуды колебаний молекулярных цепей полимера волокна.

Деформация текстильных материалов вызывает существенные изменения в их структуре (в частности, нарушается пористость), что приводит к изменению воздухопроницаемости. Так, при несимметричном двухосном растяжении ткани наблюдается вначале некоторое уменьшение воздухопроницаемости, а затем ее возрастание до 60 % исходного значения. Это обусловлено сложным характером перестройки структуры материала, которая связана с растяжением и сжатием нитей основы и утка.

При проектировании одежды необходимы сведения не только о воздухопроницаемости материалов, из которых изготовляются те или иные изделия, но и о воздухопроницаемости пакета одежды. Как показали исследования, с увеличением числа слоев материала снижается общая воздухопроницаемость пакета (рис. 2.54). Наиболее резкое снижение воздухопроницаемости (до 50 %) наблюдается при увеличении числа слоев материала до двух; дальнейшее повышение числа слоев влияет в меньшей степени. С введением воздушных прослоек между слоями воздухопроницаемость возрастает и приближается к воздухопроницаемости одного слоя.

Общая воздухопроницаемость многослойного пакета одежды может быть рассчитана с точностью до 10 % по формуле Клейтона

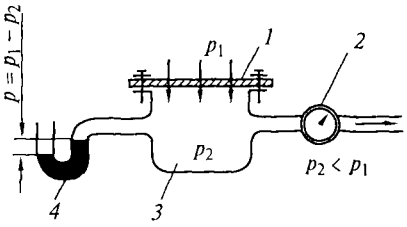


Рис. 2.55. Схема прибора для определения воздухопроницаемости материалов:

1 — проба материала; *2* — счетчик расхода воздуха; *3* — камера разрежения; *4* — манометр

$$B_{общ} = 1/(1/B_a + 1/B_b + ... + 1/B_n),$$

где B_a, B_b, ..., B_n — коэффициенты воздухопроницаемости каждого слоя в отдельности.

Воздухопроницаемость текстильных материалов определяют на специальных приборах (рис. 2.55). Принцип действия этих приборов заключается в создании разницы давлений между окружающей 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.

Воздухопроницаемость текстильных материалов обеспечивает естественную вентиляцию пододежного слоя, что особенно важно для летней и спортивной одежды. Стандартами предусмотрены нормативы воздухопроницаемости для материалов различного назначения и волокнистого состава (табл. 2.15).

Для трикотажных полотен, предназначенных для изготовления детских бельевых и спортивных изделий, согласно ГОСТ Р 50720—94 установлены оптимальные нормы воздухопроницаемости не менее 300 дм^3/(м^2 · с), допустимые — 150 дм^3/(м^2 · с); для спортивных подростковых 200 дм^3/(м^2 · с); для купальных изделий оптимальные нормы установлены не менее 400 дм^3/(м^2 · с), допустимые — 200 дм^3/(м^2 · с).

Однако высокая воздухопроницаемость теплозащитной одежды может снизить ее тепловое сопротивление. Для обеспечения необходимой теплоизоляции воздухопроницаемость основного материала в верхней одежде не должна превышать 40 дм^3/(м^2 · с) при скорости воздуха менее 2,5 м/с и 7—10 дм^3/(м^2 · с) при скорости воздуха более 2,5 м/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.

Влагопроницаемость. Способность текстильных материалов проводить влагу из среды с повышенной влажностью в среду с пони-

Таблица 2.15

Нормы воздухопроницаемости тканей

Ткани	Коэффициент воздухопроницаемости B_p, дм^3/(м^2 · с), не менее	ГОСТ
Льняные:		
костюмные	60	15968—87
остальные	100	15968—87
Сорочечные:		
из химических волокон	150	11518—88
из смешанной пряжи	300	11518—88
Ткани платьевые и костюмные из химических волокон и смешанной пряжи	80	29223—91

енной влажностью является их важным гигиеническим свойством. агодаря этому свойству обеспечивается вывод излишков паробразной и капельно-жидкостной влаги из пододежного слоя или золяция тела человека от воздействия внешней влаги (атмосферные осадки, гидроизоляционная одежда и т. п.).

Процесс прохождения влаги через текстильный материал — ложный многоступенчатый процесс. Он складывается из диффузии влаги через поры в структуре материала и прохождения влаги утем ее сорбции и десорбции волокнами материала. В процессе лагопрохождения можно выделить три характерных периода. В первый период происходят диффузия влаги по толщине материала и нтенсивная сорбция влаги гидрофильными волокнами, протекает процесс влагопоглощения. Во втором периоде происходит роцесс диффузии влаги через материал и одновременно продолжается процесс дальнейшей сорбции влаги волокнами; при этом блюдается некоторое уменьшение диаметров капилляров из-за бухания волокон. Третий период характеризуется наступлением намического равновесия, при котором процессы сорбции и десорбции водяных паров уравновешены 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 влагопрождения у гидрофильных и гидрофобных материалов неодинаков. дрофильные 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 влагопроницаемость 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 влагопроницаемость 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.

Способность текстильных материалов пропускать пары влаги называется *паропроницаемостью.*

Коэффициент паропроницаемости B_h, г/(м^2 · ч), показывает, какое количество водяных паров проходит через единицу площади материала в единицу времени:

$$B_h = A/(S\tau),$$

где A — масса водяных паров, прошедших через пробу материала, г; S — площадь пробы материала, м^2; τ — продолжительность испытания, ч.

Коэффициент паропроницаемости зависит от величины воздушной прослойки h — расстояния от поверхности материала до воды, мм; с ее уменьшением коэффициент B_h увеличивается. Поэтому в обозначении коэффициента паропроницаемости всегда указывается величина h, при которой проводились испытания. Величина воздушной прослойки при проведении испытаний должна быть минимальной, так как сопротивление прохождению паров влаги складывается из сопротивления слоя воздуха и сопротивления самого материала.

Увеличение перепада температур воды и воздуха и уменьшение относительной влажности воздуха вызывают значительное повышение паропроницаемости. Проведение испытаний при температуре воды 35—36 °С приближает условия испытания к условиям

эксплуатации одежды, так как эта температура соответствует температуре тела человека.

Относительная паропроницаемость B_0, %, — отношение массы паров влаги A, испарившихся через испытываемый материал, к массе паров влаги B, испарившихся с открытой поверхности воды, находившейся в тех же условиях испытания:

$$B_0 = 100A/B.$$

Для тканей, по данным Н.А.Архангельского, относительная паропроницаемость 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

$$R = \frac{100}{100 - E_m}(0,9 + 0,34E_m)\delta + 0,5,$$

где E_m — заполнение ткани по массе, %; δ — толщина материала, м; 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. 2.16).

Влагопроницаемость текстильных материалов — одно из ценных гигиенических свойств, так как обеспечивает удаление влаги из пододежного слоя. Организм человека в процессе жизнедеятельности постоянно выделяет пары воды, накопление которых в подпежном слое может вызвать неприятные ощущения, прилипаемость одежды, намокание прилегающих слоев, что приводит к снижению теплозащитных свойств изделия. Высокая влагопроницаемость текстильных материалов обеспечивает постоянную относительную влажность воздуха в пододежном слое, создает комфортные условия для жизнедеятельности организма.

Проницаемость текстильных материалов при прохождении через них капельно-жидкой влаги оценивается с помощью характеристик водопроницаемости и водоупорности.

Водопроницаемость — способность текстильных материалов пропускать воду при определенном давлении. Основная характеристи-

Таблица 2.16

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

ка этого свойства — *коэффициент водопроницаемости* $B_н$, дм^3/(м^2 · с); он показывает, какое количество воды проходит через единицу площади материала в единицу времени:

$$B_н = V/(S\tau),$$

где V — количество воды, прошедшее через пробу материала, дм^3; S — площадь пробы, м^2; τ — время, с.

Коэффициент водопроницаемости определяют, замеряя время прохождения через пробу материала воды объемом 0,5 дм^3 под давлением $H = 5 \cdot 10^3$ Па.

Для материалов с пленочным покрытием или водоотталкивающей отделкой коэффициент водопроницаемости определяют при дождевании в течение 10 мин (ГОСТ 30292—96).

Водоупорность (водонепроницаемость) — сопротивление текстильных материалов проникновению через них воды. Водоупорность может характеризоваться наименьшим давлением, при котором вода начинает проникать через материал (табл. 2.17). Этот принцип определения водоупорности материала положен в основу конструкции прибора пенетрометра (рис. 2.56). На пенетрометре пробу материала закрепляют на цилиндре, в который подается вода. Цилиндр связан с манометром, с помощью которого замеряется давление воды H (мм вод. ст. или Па) на материал в момент появления на его поверхности первых трех капель воды.

Другой метод оценки водоупорности материалов — метод кошеля (рис. 2.57) — состоит в том, что в подвешенную пробу наливают воду до высоты H. Водоупорность определяют по времени с момента наполнения кошеля водой до момента просачивания третьей капли или по максимальной высоте слоя воды, при которой материал не пропускает воду в течение 24 ч.

Таблица 2.17

Нормы водоупорности плащевых тканей

Ткани	Водоупорность H, мм вод. ст., не менее	ГОСТ
Плащевые и курточные из синтетических нитей:		
с пленочным покрытием в 3 слоя:		
до стирки	700	28486—90
после трех стирок	200	28486—90
с пленочным покрытием в 1 слой	115	28486—90
Из химических волокон и смешанной пряжи:		
для плащей	200	29222—91
для спортивной одежды и курток	80	29222—91
Плащевые хлопчатобумажные с водоотталкивающей отделкой	500	7297—90

По времени промокания при дождевании оценивают водоупорность материалов с водоотталкивающей пропиткой или пленочным покрытием (ГОСТ 30292—96).

Водопроницаемость, водоупорность и водоотталкивание зависят от структурных показателей заполнения тканей, трикотажных и нетканых полотен, от их толщины, сорбционных свойств и способности к смачиванию. Для ряда швейных изделий, защищающих человека от атмосферных осадков (плащей, пальто, костюмов, зонтов, палаток и т.п.), водоупорность материалов имеет большое значение.

Водонепроницаемость плащевых тканей оценивают также по способности плащевых материалов к *водоотталкиванию*, которая

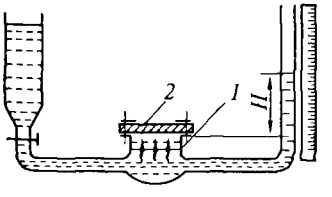


Рис. 2.56. Схема пенетрометра для определения водоупорности:
1 — цилиндрическая камера; *2* — материал

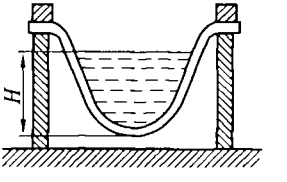


Рис. 2.57. Схема определения водоупорности методом кошеля

определяется по состоянию намокшей поверхности пробы после ее дождевания и встряхивания:

Состояние поверхности пробы материала	*Условные единицы (баллы)*
На поверхности пробы нет капель	100
К поверхности 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

Нормы водоотталкивания плащевых и курточных тканей из синтетических нитей (ГОСТ 28486—90) следующие:

Вид ткани	*Баллы, не менее*
С пленочным покрытием:	
в 3 слоя	80
в 1 слой	70
С водоотталкивающей отделкой	70

Пылепроницаемость. Текстильные материалы в процессе носки изделий способны пропускать в пододежный слой или удерживать в своей структуре частицы пыли. Это приводит к загрязнению как самих материалов, так и слоев одежды, располагаемых под ними. Частицы пыли проникают сквозь материал в основном тем же путем, что и воздух: через сквозные поры материала. Удерживаются частицы пыли в структуре материала вследствие механического сцепления их с неровностями поверхности волокон и масляной смазки. Кроме того, процессу захвата материалом частиц пыли способствует их электризуемость при трении. Мельчайшие частицы пыли (менее 50 мкм) не имеют зарядов, однако способны при трении друг о друга или о ткань приобретать заряд короткой продолжительности. При наличии на поверхности материала слоя статического электричества заряженные частицы пыли притягиваются к поверхности волокон, где они впоследствии удерживаются благодаря механическому сцеплению или масляной смазке. Поэтому чем выше электризуемость материала, тем в большей степени он загрязняется. Рыхлая пористая структура материала из волокон с неровной поверхностью обладает способностью захватывать большее количество пыли и удерживать ее более длительное время, чем плотная структура материала, имеющего гладкие ровные во-

локна. Так, было установлено, что наибольшей пылеемкостью обладают шерстяные и хлопчатобумажные ткани, а добавление в них лавсановых волокон уменьшает пылеемкость.

Различают пылепроницаемость и пылеемкость.

Пылепроницаемость — способность материалов пропускать частицы пыли. Она может характеризоваться коэффициентом пылепроницаемости $П_п$, г/(см^2 · с):

$$П_п = m_1/(S\tau),$$

где m_1 — масса пыли, прошедшей через пробу материала, г; S — площадь пробы, см^2; τ — время, с.

Относительная пылепроницаемость $П_о$, %, показывает отношение массы пыли, прошедшей через материал, m_1, к массе пыли, взятой для испытания, m_0:

$$П_о = 100m_1/m_0.$$

Пылеемкость — способность материала воспринимать и удерживать пыль. Она характеризуется относительной пылеемкостью $П_е$, %, — отношением массы пыли, поглощенной материалом, m_2, к массе пыли, взятой для испытания, m_0:

$$П_е = 100m_2/m_0.$$

Показатели пылепроницаемости и пылеемкости различны для текстильных материалов разных видов (табл. 2.18).

Показатели пылепроницаемости и пылеемкости определяют путем засасывания через материал с помощью пылесоса навески пыли, имеющей определенный состав и размер частиц. Методом взвешивания устанавливают количество пыли, прошедшей через материал и осевшей на материале.

Таблица 2.18

Пылепроницаемость и пылеемкость материалов (по данным М. И. Сухарева)

Материал	Пористость, %	Коэффициент воздухопроницаемости, дм^3/(м^2 · с)	Относительная пылепроницаемость, %	Относительная пылеемкость, %
Ткань пальтовая	88,6	19,1	0,6	27,2
Ткань костюмная	71,7	34,7	1,6	19,4
Хлопчатобумажное прошивное нетканое полотно	78,7	27,7	0	9,4
Хлопчатобумажное прошивное нетканое полотно из очесов	90,1	32,5	0	17,4

2.3.3. Теплофизические свойства

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.

Процесс переноса теплоты весьма сложен. Различают три способа переноса теплоты: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

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.

Теплопроводность. Интенсивность теплопроводности оценивается коэффициентом теплопроводности λ, Вт/(м · К), который показывает, какое количество теплоты проходит в единицу времени через 1 м^2 материала толщиной 1 м при разности температур в 1 К:

$$\lambda = \Phi\delta/[(T_1 - T_2)S],$$

где Φ — тепловой поток, Вт; δ — толщина материала, м; T_1, T_2 — температуры поверхностей материала, К; S — площадь поверхности материала, м^2.

О теплопроводности текстильных волокон, а также воздуха и воды можно судить по данным, приведенным ниже:

Волокно	λ, *Вт/(м · К)*
Хлопок	0,05
Лен	0,04
Шерсть	0,03
Шелк	0,04
Воздух	0,02
Вода	0,60

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.

Для материалов одежды коэффициент теплопроводности $K = 0{,}033 - 0{,}07$ Вт/(м · К).

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.

С. Г. Зырин предложил следующую формулу для определения коэффициента теплопроводности ткани в зависимости от теплопроводности волокон, воздуха и пористости ткани:

$$\lambda = \lambda_{\text{воз}}\left[1 + \frac{\beta}{(1-\beta)/4 + \lambda_{\text{воз}}/(\lambda_{\text{вол}} - \lambda_{\text{воз}})}\right],$$

где $\lambda_{\text{воз}}$, $\lambda_{\text{вол}}$ — соответственно коэффициенты теплопроводности воздуха и волокна, Вт/(м · К); β — доля объема волокон в объеме ткани.

Данная формула применима при наличии в структуре ткани большого количества замкнутых пор и отсутствии сквозных. В менее плотных тканях необходимо учитывать различные участки структуры: поля контакта площадью $F_{3,4}$, поля просвета площадью F_7, свободные поля площадью $F_{5,6}$. Характер передачи теплоты на этих участках будет разным. Поэтому предложено определять коэффициент теплопроводности по формуле

$$\lambda = \varphi_1\lambda_1 + \varphi_2\lambda_2 + (1 - \varphi_1 - \varphi_2)\lambda_3,$$

где φ_1, φ_2 — относительное значение площадей соответственно полей контакта и полей просвета: $\varphi_1 = F_{3,4}/F$; $\varphi_2 = F_7/F$ (где F —

общая площадь); λ_1, λ_2 — соответственно коэффициенты теплопроводности нитей и газовой среды пор; λ_3 — коэффициент теплопроводности многослойной системы.

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

$$\lambda_{вл} = \lambda_{сух} + aW,$$

где $\lambda_{вл}$, $\lambda_{сух}$ — коэффициенты теплопроводности соответственно влажной и абсолютно сухой ткани, Вт/(м · К); 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.

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/(м^2 · К), который показывает, какое количество теплоты передается в единицу времени через единицу поверхности при разности температур в 1 К:

$$\alpha = \Phi/[S(T_м - T_г)],$$

где $T_м$ — температура поверхности материала, К; $T_г$ — температура газовой среды, К.

Тепловое сопротивление. Способность материалов препятствовать прохождению теплоты, т.е. их теплозащитные свойства, характеризуют тепловым сопротивлением R, м^2 · К/Вт:

$$R = \delta/\lambda.$$

Как видно из формулы и подтверждено экспериментально (рис. 2.58), тепловое сопротивление текстильных материалов существенно зависит от их толщины; характер зависимости линейный.

Если в материале имеется большое число сквозных пор, значительная часть теплоты переносится через материал движущимся воздушным потоком, что значительно снижает теплозащитные свойства материала. С увеличением воздухопроницаемости и повы-

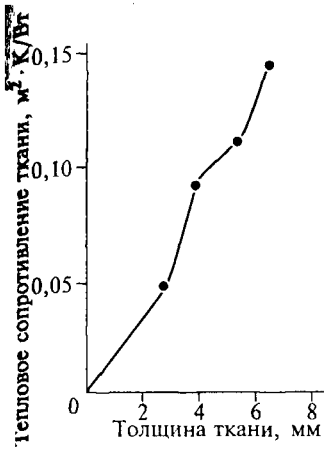


Рис. 2.58. Зависимость теплового сопротивления ткани от ее толщины в условиях неподвижного воздуха

Рис. 2.59. Зависимость теплового сопротивления ткани от скорости воздушного потока (по данным П. А. Колесникова):

1 — бобрик; *2* — сукно; *3* — драп

шением скорости воздушного потока резко уменьшается тепловое сопротивление материала (рис. 2.59).

Чаще всего для характеристики теплозащитных свойств текстильных материалов, из которых изготовляют одежду в условиях, близких к эксплуатационным, определяется суммарное тепловое сопротивление $R_{сум}$, м^2 · К/Вт:

$$R_{сум} = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2.$$

Оно включает сопротивление теплопереходу $1/\alpha_1$ из пододежного слоя воздуха к внутренней поверхности материала, тепловое сопротивление материала δ/λ и сопротивление теплопереходу от наружной поверхности материала во внешнюю среду $1/\alpha_2$. Значения суммарного теплового сопротивления текстильных материалов при скорости воздуха 1 м/с и сжатии пробы до 490 Па приведены ниже:

Материал	$R_{сум}$, *м^2 · К/Вт*
Одежный ватилин	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 · К), — количество теплоты, которое необходимо сообщить материалу массой 1 кг, чтобы повысить его температуру на 1 К:

$$C = Q/[m(T_к - T_0)],$$

где Q — количество теплоты, Дж; m — масса материала, кг; $T_к$ — температура нагрева материала, К; T_0 — первоначальная температура материала, К.

Удельная теплоемкость текстильных материалов для одежды $1{,}09 \cdot 10^3 - 2{,}18 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К). 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 выравнивать температуру в различных точках, передавать теплоту от более нагретых участков к менее нагретым характеризуется *коэффициентом температуропроводности* a, м^2/с. Он зависит от коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости материала:

$$a = \lambda/(C\rho),$$

где ρ — плотность материала, кг/м^3.

Коэффициент температуропроводности показывает скорость выравнивания температуры, т.е. определяет теплоинерционные свойства текстильных материалов. Коэффициент температуропроводности материалов $7{,}17 - 16{,}33$ м^2/с. Он зависит от объемной массы материала и вида волокна. Из натуральных волокон наиболь-

шим 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 теплофизических свойств. Методы, используемые в настоящее время для определения характеристик теплофизических свойств текстильных материалов, можно разделить на две группы: методы, основанные на принципе стационарного теплового режима; и методы, основанные на принципе нестационарного (регулярного) режима.

При стационарном тепловом режиме определяют количество теплоты, необходимой для сохранения постоянной разности температур двух поверхностей, изолированных друг от друга испытываемым материалом. На таком принципе устроен, в частности, прибор ЦНИИшерсти для определения коэффициента теплопроводности (рис. 2.60).

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. По полученным значениям силы тока I и напряжения U рассчитывают мощность теплового потока, Вт,

$$\Phi = IU.$$

Затем определяют коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К),

$$\lambda = \Phi\delta/[(T_1 - T_2)S].$$

Недостатки метода стационарного режима — длительность установления теплового процесса (2—5 ч), что приводит к измене-

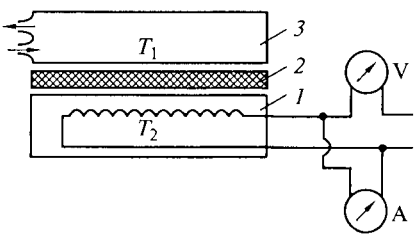


Рис. 2.60. Схема прибора ЦНИИшерсти для определения тепловых характеристик материала при стационарном режиме:
1 — нагревательный элемент; 2 — проба материала; 3 — холодильник

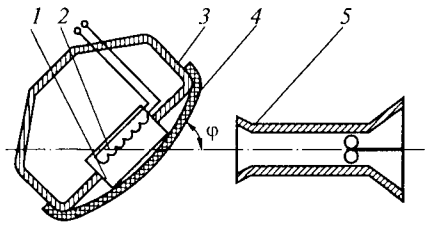


Рис. 2.61. Схема прибора ПТС-225 для определения тепловых характеристик материала при нестационарном режиме:

1 — пластина; *2* — электронагреватель; *3* — корпус прибора; *4* — проба материала; *5* — аэродинамическое устройство

нию влажности испытываемого материала, и допущение, согласно которому температуры нагревателя и холодильника равны температурам соответствующих сторон материала. Более быстрым и простым является способ нестационарного, или регулярного, режима, при котором определяется скорость охлаждения нагретого тела, изолированного от окружающей среды испытываемым материалом. Этот метод позволяет воспроизвести условия теплообмена в одежде, когда изделие одной стороной прилегает к нагретому телу, а другой соприкасается с окружающей средой, в частности с воздухом. На таком принципе работает прибор для определения суммарного теплового сопротивления материалов для одежды ПТС-225 (рис. 2.61).

Пластина с электронагревателем 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). 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.

Тепло- и термостойкость. В процессе производства текстильных материалов и изготовления из них швейных изделий, а также в определенных условиях носки одежды (спецодежда) материалы подвергаются продолжительным и непродолжительным воздействиям высоких температур. При установлении режимов этих процессов необходимы сведения об устойчивости материалов к действию повышенных 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. Об этом можно судить, например, по термомеханическим кривым, показывающим зависимость деформации материала от температуры (рис. 2.62). На графике можно выделить три области, в которых развитие деформации имеет различный характер: с повышением температуры развивается деформация (область *I*), которая при переходе материала в высокоэластическое состояние почти не меняется (область *II*); дальнейшее повышение температуры приводит к интенсивному развитию деформации материала, которая является уже результатом терморазпада материала (область *III*).

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 (см. табл. 1.2).

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 опалятся, снизится устойчивость материалов к истиранию.

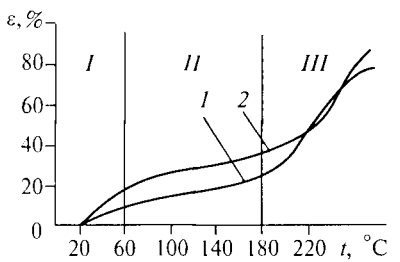


Рис. 2.62. Термомеханические кривые для полушерстяной пальтовой ткани при влагосодержании, %:
1 — 0; *2* — 20

Наличие влаги в материале создает условия для быстрого и 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.

Устойчивость при пониженных температурах. 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 % (по данным Б. А. Бузова).

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 –10...–15 °С. Разрывное удлинение тканей при пониженных температурах уменьшается на 10—30 %. Растяжимость тканей, выработанных из текстурированных нитей, при пониженных температурах изменяется незначительно. Например, для ткани из полиэфирных текстурированных нитей линейной плотности 11,1 текс × 2 снижение разрывного удлинения составило около 7 %. Такое поведение материалов из текстильных волокон при их растяжении соответствует основным представлениям о физикохимии полимеров при пониженных температурах и объясняется уменьшением тепловой подвижности макромолекул волокнообразующих полимеров.

Под действием нагрузки меньше разрывной полная деформация тканей с понижением температуры уменьшается. Изменяется соотношение компонент полной деформации: обратимая часть становится меньше, необратимая часть — больше. Отмечается незначительное сокращение размеров ткани — «холодная» усадка. Растяжимость эластичных тканей при пониженных температурах снижается; наибольшее уменьшение показателей упругой и высокоэластической компонент полной деформации растяжения наблюдается при температуре –20...–35 °С.

При пониженных температурах в условиях повышенной относительной влажности воздуха (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 –60...–70 °С наиболее резко снижаются для тканей из хлопковых волокон и комплексных химических нитей, менее резко — для тканей из текстурированных нитей.

Истирание — один из основных видов механического воздействия, которое материал испытывает при эксплуатации швейных изделий. В условиях пониженных температур устойчивость тканей при истирании существенно изменяется. Так, при понижении температуры от +20 до –70 °С выносливость хлопчатобумажных тканей и тканей из полиамидных нитей снижается более чем в 6 раз. Следует отметить, что показатель выносливости при истирании ткани из полиамидных нитей в нормальных условиях (температура 20 °С) значительно превосходит этот показатель для других тканей, поэтому, несмотря на резкое снижение выносливости этой ткани в условиях пониженных температур, абсолютный показатель ее при температуре –70 °С остается достаточно высоким.

С понижением температуры до –70 °С ткани из полиэфирных текстурированных нитей незначительно (на 10—15 %) снижают выносливость при истирании. По абсолютному значению этот показатель при температуре –70 °С для ткани из полиэфирных текстурированных нитей несколько выше, чем для ткани из полиамидных нитей.

В условиях Крайнего Севера, в арктических и антарктических экспедициях эксплуатация одежды из тканей, выработанных из полиэфирных текстурированных нитей, показала 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. Осмотр одежды после 6-месячной эксплуатации показал, что ткань верха не имеет существенных механических повреждений и обладает стойкостью к действию нефти и нефтепродуктов. Прожогов и разрушений от топливно-смазочных материалов не обнаружено. Следов истирания и воздействия многократных изгибов не наблюдалось. Эти ткани хорошо очищаются при химической чистке, а костюмы после обработки могут быть использованы повторно.

У одежды, изготовленной из традиционной хлопчатобумажной ткани, в условиях пониженных температур были отмечены быстрый износ ткани верха и потеря формоустойчивости; высказывались пожелания о снижении массы одежды. При действии холода в сочетании с влагой и топливно-смазочными материалами хлопчатобумажные ткани грубеют. Одежда из такой ткани не подлежит повторной эксплуатации.

Влага — один из основных компонентов, постоянно присутствующих в текстильных материалах. В условиях повышенной относительной влажности воздуха, прямых контактов с водой количество влаги в материалах существенно возрастает. При пониженных температурах влага в зависимости от ее количества, форм связи с веществом материала и других факторов может переходить из жидкой фазы в твердую (лед) и оказывать определенное влияние на физико-механические свойства материала. При нагревании происходит обратный процесс — лед переходит в жидкую фазу. Фазовый переход вода — лед сопровождается увеличением объема льда на 9 %. Поэтому многократное охлаждение — нагревание влажного материала может вызывать существенные изменения в его структуре и свойствах.

При многократном охлаждении — нагревании текстильных материалов большое значение имеют также такие факторы, как содержание влаги в материале, температура охлаждения, число циклов криолитического воздействия, природа волокон (нитей), их структурные параметры, структура материала и др. Например, для хлопчатобумажной ткани наиболее резкое ухудшение прочностных свойств наблюдается при охлаждении ее от –5 до –40 °С, при числе циклов воздействия 100 и более, при содержании влаги в ткани 60 % и более.

В результате многократного охлаждения — нагревания хлопчатобумажной ткани происходят значительные изменения в структуре и свойствах как самой ткани, так и составляющих ее волокон. Фазовый переход воды, содержащейся в волокнах, приводит к изменениям в их структуре, что подтверждается данными физико-химических исследований (снижением степени полимеризации, увеличением адсорбции красителя и др.). Наличие влаги в структуре ткани ведет к изменениям ее структурных элементов: поперечник нитей увеличивается на 30—40 %, нарушается упорядоченность расположения волокон в нити.

При криолитическом воздействии прочность тканей снижается. Например, после 100 циклов охлаждения — нагревания хлопчатобумажных тканей, содержащих 100 % влаги, первоначальная прочность их уменьшается на 13 % по основе и 7 % по утку. При этом увеличиваются плотность расположения нитей в ткани, толщина ткани и ее поверхностная плотность.

Жесткость при изгибе является одной из основных характеристик свойств текстильных материалов, определяющих их способность приобретать заданную пространственную форму и устойчиво сохранять ее в процессе эксплуатации изделий. Хлопчатобумажные ткани саржа и кирза с увеличением числа циклов криолитического воздействия увеличивают жесткость как по основе, так и по утку (рис. 2.63). В то же время жесткость ткани полотняного переплетения закономерно снижается. Аналогичные изменения были

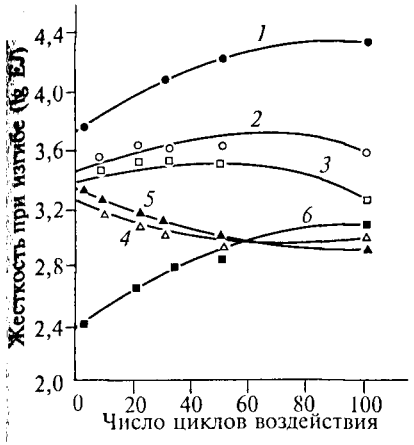


Рис. 2.63. Зависимость жесткости при изгибе ткани по основе (*1—3*) и утку (*4—6*) от числа циклов криолитического воздействия:

1, *2* — кирза; *3*, *6* — саржа; *4*, *5* — полотно

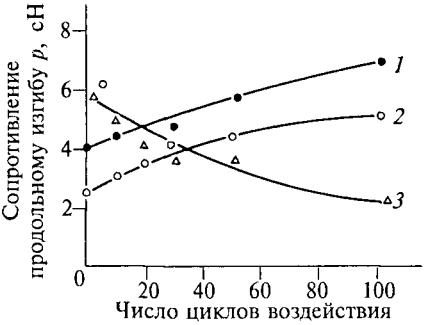


Рис. 2.64. Зависимость сопротивления продольного изгиба ткани от числа циклов криолитического воздействия:

1 — кирза; *2* — саржа; *3* — полотно

обнаружены при определении показателей сопротивления этих тканей продольному изгибу (рис. 2.64) на приборе ПИ-1.

Снижение показателей жесткости при изгибе и сопротивления продольному изгибу можно объяснить тем, что фазовый переход вода — лед в ткани полотняного переплетения, имеющей достаточно высокую связанность нитей, очевидно, не приводит к существенному изменению ее структуры, а плотность нитей в этой ткани под влиянием криолиза также изменяется незначительно. В то же время связи между волокнами в нити и между нитями в ткани после многократного охлаждения — нагревания влажной ткани, видимо, нарушаются, что и приводит к закономерному снижению жесткости этой ткани с увеличением числа циклов криолитического воздействия.

Воздухопроницаемость тканей по мере увеличения циклов криолитического воздействия возрастает, причем тканей кирзы и саржи в значительно большей степени, чем ткани и полотна (рис. 2.65).

Капиллярность хлопчатобумажных тканей также возрастает с увеличением числа циклов криолитического воздействия. Резкое увеличение капиллярности объясняется, во-первых, вымыванием аппрета в результате многократного криолитического воздействия и образованием новых микрокапилляров и, во-вторых, разрыхлением структуры ткани и преимущественным образованием тонких капилляров, обладающих повышенной всасывающей силой.

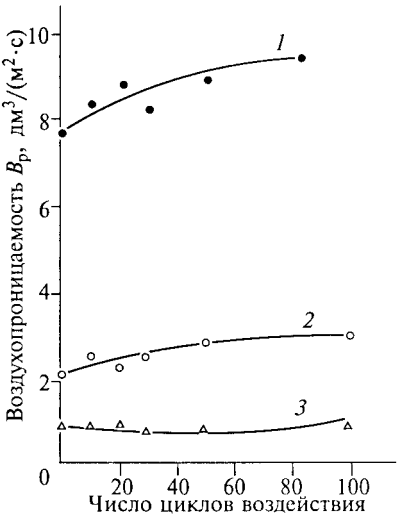


Рис. 2.65. Зависимость воздухопроницаемости ткани от числа циклов криолитического воздействия:

1 — кирза; *2* — саржа; *3* — полотно

Таким образом, у хлопчатобумажных тканей, содержащих повышенное количество влаги, после многократного охлаждения — нагревания существенно изменяется структура и ухудшаются физико-механические свойства. Это необходимо учитывать при выборе материалов для швейных изделий, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности и холодного климата.

В нормальных условиях смешанные ткани, содержащие 67 % лавсановых и 33 % вискозных волокон (арт. 82098, 82043, 82108), характеризуются достаточно хорошими капиллярными свойствами. После многократного охлаждения — нагревания этих тканей изменяется кинетика капиллярного проникновения: высота капиллярного поднятия влаги снижается, в то же время заполнение капилляров жидкостью для всех уровней капиллярного поднятия увеличивается.

Снижение скорости капиллярного поднятия жидкости в смешанных тканях, вероятно, вызвано, с одной стороны, увеличением радиусов капилляров, а с другой — нарушением целостности капилляров с малыми радиусами, что приводит к большому разветвлению капиллярных цепей. Увеличение содержания фракций капилляров с большими радиусами после многократного охлаждения — нагревания и приводит к увеличению количества поглощенной жидкости при одновременном снижении скорости ее поглощения.

Ткани из химических волокон обладают достаточно высокой устойчивостью к воздействию влаги и многократному охлаждению — нагреванию. Для ткани арт. 82108 снижение прочности составляет по основе всего 4,4 %, а по утку 7,6 %, для ткани арт. 82043 — соответственно 9,3 и 3,5 %. Ткань арт. 82098 имеет идентичный волокнистый состав, но более рыхлую структуру. После 100 циклов охлаждения — нагревания этой ткани, имеющей водопоглощение 100 %, ее разрывная нагрузка снижается по основе на 14,9 % и по утку на 17,6 %.

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.

В нормальных условиях фактическая усадка смешанных тканей значительно ниже нормативных показателей. Многократное охлаждение — нагревание смешанных тканей с содержанием влаги 100 % приводит к значительной их усадке. Уже после 20 циклов охлаждения — нагревания усадка тканей по основе и утку в основном превышает нормативный показатель. При дальнейшем увеличении числа циклов криолитического воздействия усадка тканей по основе 4,5 — 5 %.

Трикотажные полотна, содержащие более 50 % влаги, после многократного охлаждения — нагревания также существенно изменяют свои физико-механические свойства.

Многократное охлаждение — нагревание трикотажных полотен, выработанных переплетением интерлок из чистошерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс и из текстурированных нитей линейной плотности 22,2 текс, не приводит к ухудшению основных физико-механических свойств этих полотен. В основном для всех полотен повышаются значения показателей разрывного удлинения, работы разрыва, поверхностной плотности, плотности вязания и немного снижаются значения показателей разрывной нагрузки полотна и нитей, несминаемости и выносливости при истирании для полотна из текстурированных нитей, а также значения показателей условной жесткости при изгибе и воздухопроницаемости для чистошерстяного полотна.

Испытания показали, что устойчивость этих полотен к действию светопогоды достаточно высокая, а линейная усадка чистошерстяного полотна значительно превосходит усадку полотна из текстурированных нитей. Последнее обстоятельство позволяет при выборе материалов для верхних изделий, эксплуатируемых в условиях холода, отдать некоторое предпочтение полотнам из текстурированных нитей.

Физико-механические свойства трикотажных полотен, выработанных из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 8,33 текс, и полотен, связанных из вискозных нитей линейной плотности 11,1 текс, после 100 циклов охлаждения — нагревания существенно улучшаются. Эти полотна имеют также высокую устойчивость к действию светопогоды. Однако усадка полотен первого вида достигает 21 %, а усадка полотен второго вида — всего 6 %. Учитывая, что полотно из хлопчатобумажной пряжи обладает значительной усадкой, которую трудно компенсировать соответствующими припусками при разработке конструкций деталей изделий, применять это полотно для одежды, эксплуатируемой в условиях холода и повышенной влажности, нецелесообразно.

2.3.4. Оптические свойства

Оптическими свойствами материалов называют их способность количественно и качественно изменять световой поток. В результате воздействия материала на световой поток проявляются такие его свойства, как цвет, блеск, прозрачность, белизна, и др. Оптические свойства текстильных материалов имеют существенное значение при оценке внешнего вида, эстетическом восприятии одежды. Они позволяют выявлять, подчеркивать или, наоборот, скрывать 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. 2.66), падающий на текстильный материал, претерпевает ряд изменений: часть его P_ρ отражается от поверхности волокон, часть P_α поглощается и часть P_τ проходит через материал.

Основными характеристиками световых свойств материалов служат коэффициенты: отражения ρ, поглощения α и пропускания τ. Эти коэффициенты представляют собой отношение соответственно отраженного P_ρ, поглощенного P_α и пропущенного P_τ потоков излучения к падающему потоку:

$$\rho = P_\rho/P;\ \alpha = P_\alpha/P;\ \tau = P_\tau/P.$$

На показатели характеристик оптических свойств существенное влияние оказывают такие факторы, как природа волокон и нитей, структура волокон, нитей и материалов.

Отражение светового потока может быть зеркальным, когда световой поток изменяет свое направление, но остается в плоскости падения, и рассеянным в разных направлениях. Это зависит от характера поверхности волокон и их расположения в материале. Так, волокна с гладкой, ровной поверхностью в большей степени обладают зеркальным отражением, чем волокна, имеющие шероховатую неровную поверхность (шерсть, профилированные волокна и т. п.). Материалы, в которых волокна в нитях расположены параллельно (комплексные нити пологой крутки), а переплетения имеют прямолинейные перекрытия нитей (сатиновое, атласное переплетения в тканях, переплетения сукно, шарме в трикотажных полотнах), преимущественно зеркально отражают световой поток. Материалы, имеющие в своей структуре сильно изогнутые волокна и нити (например, текстурированные нити, пряжу аппаратного прядения, нити креповой крутки)

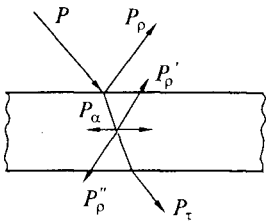


Рис. 2.66. Прохождение светового потока через текстильный материал

и переплетения с большим числом изгибов нитей, отражают световой поток рассеянно. Следует также отметить анизотропию в характере отражения светового потока текстильными материалами: когда плоскость падения светового потока совпадает с продольным направлением волокон и нитей, преобладает зеркальное отражение, когда же она совпадает с поперечным направлением волокон и нитей — рассеянное. По изменению коэффициента отражения ρ можно обнаружить дефекты внешнего вида материала.

Световой поток, проходящий через волокно, изменяется качественно и количественно: часть P_α поглощается веществом волокна, P'_ρ и P''_ρ диффузионно рассеиваются и частично проходят через волокно. Диффузионное рассеивание светового потока обусловлено неравномерностью строения волокна, которое, как известно, имеет структурные элементы различной плотности, часто неравномерно и неплотно расположенные по толщине волокна.

Поглощение светового потока может быть равномерным, когда волны всех длин спектра поглощаются в одинаковой степени, и избирательным, когда преимущественно поглощаются волны определенных длин (непоглощенная часть светового спектра в этом случае отражается). Поглощающая способность волокон и нитей определяется химическим составом и молекулярным строением вещества волокон и красителя (или пигмента). Красители и пигменты проявляют наибольшую способность к избирательному поглощению светового потока. Величина избирательного поглощения зависит, кроме того, от количества и характера распределения частиц красителя в волокнах, прозрачности и равномерности структуры последних.

В материалах редкой структуры часть падающего светового потока проходит через промежутки между волокнами и нитями (сквозные поры), не изменяясь качественно и количественно.

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 — черного.

При избирательном поглощении диффузионно-рассеянный световой поток состоит в основном из излучений, имеющих определенную длину волн. В этом случае воспринимаемый световой поток дает ощущение *хроматического цвета*, причем излучения различных длин волн вызывают разные цветовые ощущения.

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 устанавливать 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.

Как отмечалось ранее, восприятие цвета — очень сложный процесс, на который влияет ряд факторов физического, физиологического и психологического характера. Эти факторы необходимо учитывать как в производстве текстильных материалов (при разработке рисунков, подборе цветов, крашении и печатании), так и в производстве швейных изделий (при моделировании, конструировании и выборе материала для конкретных изделий).

Цвета красные, оранжевые, желтые, желто-зеленые называют теплыми; они в восприятии человека ассоциируются с представлениями о солнечном свете, теплых, нагретых телах. Цвета зеленоголубые, 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, изготовляемые из материалов светлых и теплых цветов, требуют тщательной обработки, так как малейшие ее неточности будут выглядеть как дефекты внешнего вида изделия.

Понятия теплых и холодных цветов не совпадают с физическими понятиями теплых и холодных окрасок. Теплота солнечного света или нагретого тела обусловливается инфракрасным излучением. Поэтому окраски, отражающие в большей степени инфракрасные

лучи, меньше нагревают материал и носят названия 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 — с 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 или 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. Одновременный контраст широко используется в текстильном производстве при выполнении рисунков на материалах, а также в швейном производстве при подборе комплектов одежды, деталей изделий, фурнитуры и т.п. При использовании одновременного контраста принимают во внимание не только соотношение цветов, но и размеры участков цветов. При этом учитывают законы гармонии цвета, т.е. такое сочетание цветов, которое вызывает положительную эстетическую оценку, воспитывает чувство красоты.

При изготовлении текстильных материалов и швейных изделий 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 тождествен 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, в частности расчет кусков для настила, раскрой полотен в настиле и комплектование деталей. Поэтому разнооттеночность материала должна контролироваться как при его производстве, чтобы оперативно устранять вызывающие ее причины, так и при изготовлении швейных изделий, чтобы не допускать появления разнооттеночности в стачиваемых деталях.

Цветовое различие выявляется и при оценке устойчивости окраски материала к различным факторам воздействия: свету, влажности, теплоте, химическим веществам, находящимся в атмосфере, моющим препаратам, потовыделениям и т.д. Изменение цвета под действием этих факторов происходит в результате изменения состояния молекул красителя и химических процессов, приводящих к деструкции красителя. Степень протекания этих процессов зависит от интенсивности и продолжительности действия факторов, а также устойчивости красителя.

Фотохимический процесс выцветания, происходящий при действии видимого излучения, очень сложен. Энергия поглощенной части потока излучений вызывает возбуждение молекул красителя, увеличивает скорость их движения. При этом возникают вторичные процессы (часто окислительного характера), приводящие к деструкции красителя, особенно в присутствии влаги или кислорода воздуха. Подобные процессы протекают и при действии теплоты, энергия которого также вызывает тепловое движение моле-

кул красителя и способствует его деструкции. Изменение цвета может носить обратимый или необратимый характер. В первом случае изменяется состояние молекул красителя, наблюдается их тепловое движение; по окончании действия возбуждающего фактора (света, тепла) молекулы возвращаются в первоначальное состояние и, следовательно, цвет восстанавливается. Например, при утюжильной обработке изделия часто наблюдается кратковременное изменение цвета материала, который восстанавливается при его охлаждении. Однако более длительное или интенсивное тепловое воздействие может вызвать необратимые процессы деструкции красителя, что приведет к появлению цветовых пятен на изделии.

При эксплуатации швейных изделий имеет значение и прочность связи красителя с волокном, которая может нарушаться под действием воды, химических препаратов, механических факторов. В результате происходит частичное удаление красителя из структуры волокна, что 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 цветов. Для этих целей используют атласы цветов, которые представляют собой набор цветовых образцов, расположенных по определенной системе. Атлас цветов играет роль визуального цветоизмерительного инструмента. Наибольшее распространение в мировой практике получили атласы Манселлы и Рихтера и ряд других. В России во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева созданы атласы цветов АЦ-100 и АЦ-1000, включающие соответственно 450 и 1000 стандартных цветовых образцов. Для координации работы предприятий, связанной с выбором цветов, в 1986 г. разработан атлас цветов, включающий в себя 1808 образцов цвета.

Визуально оценивают разнооттеночность, сравнивая цвета различных участков материала, и устойчивость окраски к различным воздействиям, сопоставляя степень посветления окраски материа-

ла и закрашивания белого материала с эталонами соответствующих шкал посветления и закрашивания.

Для оценки отраженного от материала светового потока, его спектрального состава используют систему цветовых характеристик, включающих в себя *доминирующую длину волны* λ, *чистоту цвета* p и *яркость* B. Хроматический цвет представляет собой смешивание монохроматического излучения с ахроматическим. Доминирующая длина волны показывает длину волны монохроматического излучения, которое нужно смешать с ахроматическим, чтобы получить цветность данного образца. Ниже приведены длины волн монохроматического излучения (цветов, составляющих белый дневной свет):

Монохроматический цвет	*Длина волны, нм*
Красный	620—760
Оранжевый	590—620
Желтый	530—590
Зеленый	490—530
Голубой	470—490
Синий	430—470
Фиолетовый	390—430

Соотношение монохроматического и ахроматического излучений определяет чистоту цвета, которая оценивается отношением яркости монохроматического излучения B_λ к яркости всего воспринимаемого излучения B, %:

$$p = 100B_\lambda / B.$$

Яркость представляет собой интенсивность излучения ΔI, приходящегося на единицу площади ΔS, расположенной перпендикулярно направлению света:

$$B = \Delta I/(\Delta S).$$

Несамосветящиеся тела, к которым относятся и текстильные материалы, характеризуются коэффициентом r яркости, который определяется путем сравнения яркости данной поверхности B с яркостью идеально белой поверхности $B_б$, коэффициент отражения которой равен единице:

$$r = B/B_б.$$

Любой цвет может быть также выражен через 3 линейно независимых цвета. Независимость этих цветов состоит в том, что каждый из них не может быть получен смешиванием двух других цветов. Согласно закону смешивания цветов цвет D можно получить, смешивая основные цвета A, B и C соответственно в количествах a, b и c:

$$D = aA + bB + cC.$$

В соответствии с гипотезой трехмерного выражения цвета любой цвет может быть представлен в виде вектора, величина и расположение которого в пространстве определяются системой координат и величинами векторов основных составляющих цветов. Векторы реальных цветов образуют объем, который носит название цветового конуса (рис. 2.67). Поверхность *ABCO* цветового конуса является геометрическим местом векторов монохроматических цветов, а поверхность *ACO* — пурпурных цветов, получаемых смешиванием цветов коротковолновой и длинноволновой частей видимого спектра. Внутри цветового конуса располагаются векторы реальных хроматических цветов, среди которых находится и вектор *OD* ахроматического цвета.

Цветовым графиком называется плоскость сечения цветового конуса, проходящая через точки векторов основных цветов (рис. 2.68). Он является геометрическим местом точек пересечения его плоскости векторами цветов. Эти точки пересечения называют точками цветности. Вид цветового конуса и цветового графика зависит от выбранной системы координат, однако основные характеристики и соотношения в конусе и графике любого вида сохраняются.

При колориметрических измерениях синтезируют цвет, тождественный с цветом образца, из трех эталонных (единичных) цветов и составляют уравнение цвета. Результаты измерений представляют в виде координат цвета или цветности образца. В зависимости от выбора единичных цветов получают разные системы измерений. Наибольшее распространение из этих систем получили система *RGB* Международной осветительной комиссии (МКО) и более совершенная система *XYZ* (МКО), принятые как стандартные. Основные цвета системы *RGB* задаются как монохроматические излучения с длинами волн 700 (***R***), 546 (***G***) и 435,8 (***B***) нм, кото-

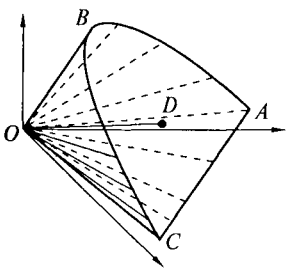


Рис. 2.67. Цветовой конус

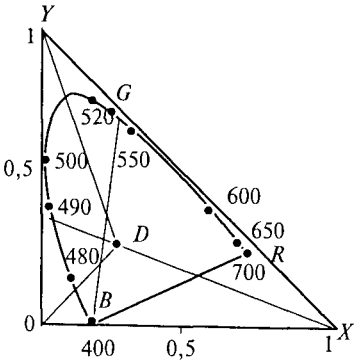


Рис. 2.68. Цветовой график

ла и закрашивания белого материала с эталонами соответствующих шкал посветления и закрашивания.

Для оценки отраженного от материала светового потока, его спектрального состава используют систему цветовых характеристик, включающих в себя *доминирующую длину волны* λ, *чистоту цвета* p и *яркость* B. Хроматический цвет представляет собой смешивание монохроматического излучения с ахроматическим. Доминирующая длина волны показывает длину волны монохроматического излучения, которое нужно смешать с ахроматическим, чтобы получить цветность данного образца. Ниже приведены длины волн монохроматического излучения (цветов, составляющих белый дневной свет):

Монохроматический цвет	*Длина волны, нм*
Красный	620—760
Оранжевый	590—620
Желтый	530—590
Зеленый	490—530
Голубой	470—490
Синий	430—470
Фиолетовый	390—430

Соотношение монохроматического и ахроматического излучений определяет чистоту цвета, которая оценивается отношением яркости монохроматического излучения B_λ к яркости всего воспринимаемого излучения B, %:

$$p = 100B_\lambda/B.$$

Яркость представляет собой интенсивность излучения ΔI, приходящегося на единицу площади ΔS, расположенной перпендикулярно направлению света:

$$B = \Delta I/(\Delta S).$$

Несамосветящиеся тела, к которым относятся и текстильные материалы, характеризуются коэффициентом r яркости, который определяется путем сравнения яркости данной поверхности B с яркостью идеально белой поверхности $B_б$, коэффициент отражения которой равен единице:

$$r = B/B_б.$$

Любой цвет может быть также выражен через 3 линейно независимых цвета. Независимость этих цветов состоит в том, что каждый из них не может быть получен смешиванием двух других цветов. Согласно закону смешивания цветов цвет D можно получить, смешивая основные цвета A, B и C соответственно в количествах a, b и c:

$$D = aA + bB + cC.$$

В соответствии с гипотезой трехмерного выражения цвета любой цвет может быть представлен в виде вектора, величина и расположение которого в пространстве определяются системой координат и величинами векторов основных составляющих цветов. Векторы реальных цветов образуют объем, который носит название цветового конуса (рис. 2.67). Поверхность *ABCO* цветового конуса является геометрическим местом векторов монохроматических цветов, а поверхность *ACO* — пурпурных цветов, получаемых смешиванием цветов коротковолновой и длинноволновой частей видимого спектра. Внутри цветового конуса располагаются векторы реальных хроматических цветов, среди которых находится и вектор *OD* ахроматического цвета.

Цветовым графиком называется плоскость сечения цветового конуса, проходящая через точки векторов основных цветов (рис. 2.68). Он является геометрическим местом точек пересечения его плоскости векторами цветов. Эти точки пересечения называют точками цветности. Вид цветового конуса и цветового графика зависит от выбранной системы координат, однако основные характеристики и соотношения в конусе и графике любого вида сохраняются.

При колориметрических измерениях синтезируют цвет, тождественный с цветом образца, из трех эталонных (единичных) цветов и составляют уравнение цвета. Результаты измерений представляют в виде координат цвета или цветности образца. В зависимости от выбора единичных цветов получают разные системы измерений. Наибольшее распространение из этих систем получили система *RGB* Международной осветительной комиссии (МКО) и более совершенная система *XYZ* (МКО), принятые как стандартные. Основные цвета системы *RGB* задаются как монохроматические излучения с длинами волн 700 (***R***), 546 (***G***) и 435,8 (***B***) нм, кото-

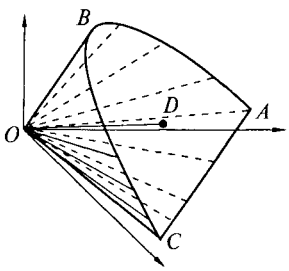


Рис. 2.67. Цветовой конус

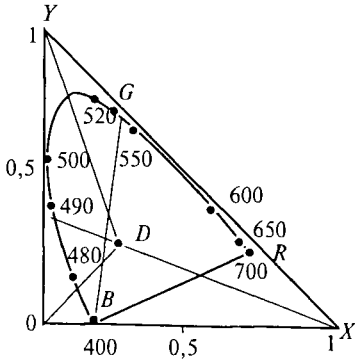


Рис. 2.68. Цветовой график

рые ощущаются как красный, зеленый и синий цвета. Уравнение цвета в этой системе имеет вид

$$Ц = RR + GG + BB,$$

а уравнение цветности

$$Ц = rR + gG + bB,$$

где R, G, B и r, g, b — координаты цвета и цветности.

Система XYZ задается через систему RGB с помощью ряда векторных уравнений.

Положенные в основу колориметрии уравнения цвета позволяют объективно и с достаточной точностью описывать и измерять цвет, определять цветовые различия при воспроизведении цвета в процессе крашения, при оценке разнооттеночности и устойчивости окраски.

Эти методы определения цвета и цветовых различий позволяют разрабатывать автоматизированные системы контроля разнооттеночности в процессе крашения и при приеме текстильных материалов на швейных предприятиях.

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 p, рассчитанным как отношение коэффициентов яркости, измеренных при длине волн 540 и 410 нм:

$$p = r_{410}/r_{540}.$$

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:

$$\omega = 100\rho_r/\rho_{r0},$$

где ω — белизна материала, %; ρ_r — коэффициент отражения образца материала; ρ_{r0} — коэффициент отражения эталонной белой пластины.

Блеск. Это специфическое восприятие человеком светового потока, состоящего из зеркально отраженных и диффузионно-рассеянных излучений. Чем выше составляющая зеркального отражения, тем сильнее блеск материала. Поэтому степень блеска текстильного материала определяется прежде всего характером поверхности волокон и нитей, их расположением в структуре материала. Блеск поверхности меняется в зависимости от угла наблюдения, расположения зеркально отражающих участков.

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. Чтобы уменьшить блеск материала, необходимо создать условия для увеличения рассеивания светового потока. Для этого, например, при формовании химических волокон в их структуру вводят частицы диоксида титана, которые увеличивают диффузионное рассеивание светового потока. Использование переплетений с частым изгибом нитей, применение операций начесывания и валки способствуют созданию шероховатости поверхности материала, пространственному расположению волокон, что приводит к многократному отражению светового потока, увеличению его рассеивания.

При утюжильной обработке и прессовании деталей одежды на отдельных их участках появляется повышенный блеск (ласы), что ухудшает внешний вид изделия. Причиной появления лас является неравномерность распределения давления прессования по поверхности детали из-за наличия на ней утолщенных участков (у швов, вытачек, карманов и др.). В результате значительного давления волóкна на этих участках располагаются преимущественно в одной плоскости, нити сплющиваются, появляются плоские участки с сильным зеркальным отражением. При совместном действии влаги, теплоты и давления эти изменения поверхности материала могут быть достаточно устойчивыми. Для устранения появившихся лас изделие обрабатывают острым паром при одновременном воздействии щеток (отпаривание).

Местный блеск (лоск) появляется на участках материала, подвергающихся в процессе эксплуатации изделия сильному совмест-

ному действию давления и трения. Появление лоска связано со сплющиванием нитей, с разрушением в результате изнашивания выступающих на поверхности волокон, в результате чего образуются участки с повышенным зеркальным отражением светового потока.

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:

$$\varphi = 10 \ln \frac{a_1}{a_2},$$

где φ — число блеска; a_1, a_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. Она связана с ощущением проходящего через материал потока излучений и дает представление о толщине материала. При рассмотрении материала со стороны выхода светового потока в поле зрения наблюдателя попадает поток, состоящий из потока, диффузионно-рассеянного вниз, потока направленного пропускания и потока, проходящего между волокнами. Таким образом, прозрачность материала определяется как прозрачностью волокон, так и плотностью их расположения в структуре материала. Поток, проходящий между волокнами, в зависимости от плотности материала многократно рассеивается, отражаясь от поверхности волокон. В материалах редкой структуры, например ажурных переплетений, в которых имеются крупные сквозные поры, часть светового потока может проходить, не изменяя своего направления. Коэффициент τ пропускания светового потока материалом зависит от поглощательной и отражательной способностей волокон, толщины нитей, вида переплетения и толщины самого материала (с увеличением толщины материала коэффициент стремится к нулю).

Прозрачность материала можно ощущать и со стороны падающего потока света, когда световой поток проходит через материал дважды, отражаясь от поверхности, на которой расположен материал. При этом в определенной мере воспринимаются оптические свойства материала и расположенной под ним поверхности.

2.3.5. Электризуемость

Текстильные материалы в процессе их производства, а также изготовления и эксплуатации швейных изделий постоянно соприкасаются с поверхностями однородных и неоднородных тел. В результате возникновения и нарушения контакта на соприкасающихся поверхностях образуются заряды статического электричества, происходит электризация материалов. Способность материалов в определенных условиях накапливать на поверхности статическое электричество называют электризуемостью.

При соприкосновении (трении) текстильных материалов на их поверхности протекает одновременно два процесса: процесс генерации (возбуждения, возникновения) зарядов статического электричества определенной полярности и процесс диссипации (рассеивания) зарядов. Электризация тел обнаруживается, когда равновесие между этими процессами нарушается.

В настоящее время законченной теории, объясняющей электризацию тел, пока нет. 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, оставлять «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. Текстильные волокна являются полимерными диэлектриками, макромолекулы которых имеют полярные группы и, следовательно, постоянные дипольные моменты. На поверхности тел равновесие зарядов нарушено, и поэтому существует определенный поверхностный потенциал, величина которого зависит от поляризации молекул, характера их расположения в поверхностном слое и его плотности. При соприкосновении двух поверхностей возникает электрическое поле, под действием которого происходит ориентация диполей, в результате чего между контакти-

рующими поверхностями возникает двойной электрический слой. При нарушении контакта поверхностей двойное электрическое поле разъединяется и каждая из контактирующих поверхностей оказывается заряженной электричеством противоположного знака.

Электризация материалов представляет собой поверхностный эффект, возникающий в результате нарушения контакта между двумя поверхностями. При трении электризация повышается вследствие того, что само трение — это ряд последовательных возникновений и нарушений контактов трущихся поверхностей. Повышение поляризации и диполяризации молекул при трении связано с тем, что выделяющаяся теплота способствует большей подвижности диполей и их более легкой ориентации.

Механизм электризации осложняется такими факторами, как электрохимическое сродство, наличие посторонних адсорбированных веществ на поверхности тел, общее состояние поверхностей, приходящих в соприкосновение, состояние внешней среды.

Электризуемость текстильных материалов оценивается *величиной заряда*, т.е. его плотностью σ, Кл/см^2, и *полярностью заряда* (его знак бывает положительным и отрицательным). Так как электризуемость материалов тесно связана с рассеиванием зарядов статического электричества, то одной из основных характеристик электризуемости является *удельное электрическое сопротивление* ρ, Ом · м.

В связи с тем что в настоящее время нет методики раздельного определения объемного и удельного поверхностного электрического сопротивления для текстильных материалов, практически измеряют суммарное удельное сопротивление. Подобной стандартной характеристикой для тканей и трикотажных полотен служит *удельное поверхностное электрическое сопротивление* ρ_s. Под поверхностью в этой характеристике понимается поверхность соприкосновения материала с электродами определенного размера при заданной нагрузке. Следует отметить, что удельное поверхностное сопротивление в значительной степени зависит от площади поверхности соприкосновения материала с электродами прибора: с увеличением этой площади удельное сопротивление уменьшается.

Знак электрического заряда, возникающего на соприкасающихся поверхностях, зависит от химического строения вещества.

Данные табл. 2.20 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.

Таблица 2.20

Трибоэлектрический ряд материалов (по данным А. И. Меркуловой)

Материал	Натуральный мех	Шерсть	Натуральный шелк	Полиамид	Ацетат	Вискоза	Хлопок	Лен	Дерево	Кожа человека	Триацетат	Полиэтилен высокого давления	Полипено-уретан	Полиэфир	Полиакрило-нитрил	Пленка ПВХ	Полиэтилен низкого давления	Полипропи-лен	Хлорин
Натуральный мех	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шерсть	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Натуральный шелк	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Полиамид	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ацетат	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вискоза	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хлопок	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Лен	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дерево	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кожа человека	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Триацетат	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Полиэтилен высокого давления	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+	+
Пенополиуретан	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+	+
Полиэфир	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+	+
Полиакрилонитрил	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+	+
Пленка ПВХ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+	+
Полиэтилен низкого давления	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+	+
Полипропилен	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+
Хлорин	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0

При трении текстильных материалов величины электрических зарядов резко возрастают в течение первых 10 с, затем увеличение зарядов замедляется, достигая насыщения, после чего наблюдается даже некоторое снижение электризации. Поэтому величину заряда определяют обычно в момент насыщения, т.е. электризуемость оценивают по максимальной величине заряда.

Плотность электрического заряда, возникающего на поверхности материала, и его удельное поверхностное электрическое сопротивление зависят прежде всего от волокнистого состава материала (табл. 2.21).

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

Таблица 2.21

Показатели электризуемости текстильных материалов (по данным Н. М. Хабалошвили)

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	$8{,}1 \cdot 10^{13}$	$2{,}88 \cdot 10^{-10}$

промежуточное положение. Смешивание натуральных и гидратцеллюлозных волокон и нитей с синтетическими и ацетилцеллюлозными позволяет значительно снизить электризацию материалов.

Процесс рассеивания зарядов с поверхности наэлектризованных материалов зависит от электропроводности волокон, а также от наличия в воздухе заряженных частиц (электронов и ионов) и их подвижности. Текстильные волокна и нити обладают диэлектрическими (электроизолирующими) свойствами, их собственная электропроводность невелика. Однако текстильные волокна и нити способны адсорбировать из окружающего воздуха влагу, в результате чего на их поверхности присутствует моно- или полимолекулярный слой влаги. Помимо этого на поверхности волокон и нитей имеются загрязнения в виде различных солей, играющих роль электролитов. Наличие влаги и электролитов создает условия для резкого увеличения электропроводности материалов, повышения скорости стекания зарядов.

По этой причине у синтетических текстильных материалов, характеризующихся сравнительно низким влагосодержанием, удельное поверхностное электрическое сопротивление возрастает незначительно при уменьшении относительной влажности воздуха от 65 до 35 %. Однако у материалов из натуральных и гидратцеллюлозных волокон удельное поверхностное сопротивление увеличивается почти на три порядка, при этом ощутимо не изменяется поверхностная плотность заряда.

Таким образом, электризуемость материалов связана не столько с процессом генерации (электризации) зарядов, сколько с процессом их рассеивания. Например, из природных волокон наибольшей способностью к электризации обладает шерсть; электризация вискозных волокон выше, чем полиакрилонитрильных. В то же время электризуемость шерстяных, хлопковых, вискозных волокон, обладающих высокими гидрофильными свойствами, значительно ниже, чем большинства гидрофобных искусственных и синтетических волокон.

Электризуемость текстильных материалов имеет суточные и сезонные колебания, связанные с ионизацией атмосферы. Например, по некоторым данным летом электризуемость материалов выше, так как солнечная активность в этот период сильнее.

На показатель удельного поверхностного электрического сопротивления оказывает влияние характер поверхности материала. Установлено, что наибольшее поверхностное электрическое сопротивление имеют ткани полотняного переплетения, за ними следуют ткани атласного и саржевого переплетений.

В большинстве случаев электризуемость текстильных материалов представляет собой отрицательное явление: она вызывает помехи в технологических процессах производства материалов и изготовления из них швейных изделий. Электризуемость материалов

в одежде при ее носке вызывает неприятные ощущения у человека, прилипание изделия к телу, быстрое загрязнение в результате притяжения частиц пыли и т.д. Кроме того, электризуемость материалов, особенно возникающая при трении их о кожу человека, оказывает биологические воздействия на организм человека. Однако механизм этих воздействий еще до конца не выяснен. Известно, что, с одной стороны, положительное электрическое поле на поверхности кожи человека вызывает ряд патологических реакций со стороны нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма; с другой стороны, поле статического электричества отрицательной полярности оказывает благоприятное воздействие на организм. 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 15968—87, ГОСТ Р 50720—94).

Важное значение имеет разработка способов снижения электризуемости материалов. Одним из таких 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 электростатического заряда такого материала и его полярность зависят от вида компонентов и их процентного соотношения; можно так подобрать волокнистый состав, чтобы суммарный заряд был равен нулю. Степень электризуемости можно также снизить, смешивая гидрофильные и гидрофобные волокна (см. табл. 2.21).

Показатели электризуемости текстильных материалов определяют на специальных установках, которые состоят из устройства для трения пробы материала о какую-либо поверхность и прибора для регистрации величины заряда, его полярности и удельного электрического сопротивления.

2.4. Изменение линейных размеров материалов (усадка)

В процессе хранения, при влажно-тепловой обработке, при стирках и химических чистках и т.п. текстильных материалов происходит изменение их линейных размеров: длины, ширины и толщины.

Термин *изменение линейных размеров* принят как стандартный, однако на практике более привычными являются термины *усадка* — уменьшение размеров и *притяжка* — увеличение размеров. Наиболее часто наблюдается усадка материалов, реже — притяжка. Усадка и притяжка определяют размеростабильность как самих материалов, так и изделий из них.

В соответствии с ГОСТ 30157.0—95 изменение линейных размеров после мокрой обработки (или химической чистки) λ, %, определяют по формуле

$$\lambda = (L_1 - L_0)100/L_0,$$

где L_1 — длина участка после мокрой обработки; L_0 — длина участка материала до мокрой обработки.

Ранее было принято определять усадку $У$, %, по формуле $У = (L_0 - L_1)100/L_0$, т.е. величина усадки была положительной, а притяжки — отрицательной.

2.4.1. Механизм изменения размеров материалов

Многочисленные исследования показали, что в основе изменения линейных размеров текстильных материалов лежат две причины: релаксационный процесс и набухание волокон, приводящее к увеличению поперечника нитей.

В процессе создания и особенно отделки и крашения текстильные 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. При хранении материалов в сухом состоянии релаксационный процесс имеет замедленный характер, однако для трикотажных полотен его результат (усадка и притяжка) может быть весьма заметным. Поэтому предусматривается выдерживание полотен перед раскроем из них деталей изделий.

Под действием влаги и теплоты релаксационный процесс протекает быстрее. Влага, проникая 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 равновесного 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 релакса-

ционного процесса происходят укорочение волокон и нитей и перестройка структуры материала.

При увлажнении текстильных материалов наблюдается набухание текстильных волокон — увеличение их объема и особенно поперечных размеров. В результате набухания волокон изменяется поперечное сечение пряжи или комплексной нити, обычно имеющее эллиптическую форму, степень его сплющивания уменьшается. Увеличение диаметра нити и изменение формы ее поперечника приводят к уменьшению ее длины, что связано со спиралеобразным расположением волокон в структуре нити. Чем выше крутка, тем сильнее напряжены волокна, больше угол наклона спирали и усадка нити по длине. Поэтому ткани из нитей креповой крутки при смачивании имеют значительную усадку. Увеличение поперечника текстильной нити, кроме того, приводит к структурной перестройке текстильного материала, изменению изгиба и расположения нитей в переплетениях. Несмотря на то что после высыхания поперечные размеры волокон значительно уменьшаются (хотя и не полностью), возникшие изменения в структуре текстильных нитей и материала сохраняются благодаря устойчивости нового состояния.

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 действия влаги, но она возможна при действии повышенной температуры (тепловая усадка), особенно если волокна при их изготовлении подвергались значительной вытяжке.

Помимо указанных выше причин усадка шерстяных материалов может возникать в процессе постепенного сваливания (сцепление, перепутывание и уплотнение) шерстяных волокон при носке и многократных стирках.

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. 2.69). При погружении в воду, особенно нагретую, ткань сразу начинает сокращаться в раз-

Рис. 2.69. Циклограмма изменения усадки ткани во времени при замачивании и сушке

мерах; 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.

2.4.2. Усадка тканей

Усадка тканей происходит как за счет проявления релаксационного процесса, так и из-за набухания волокон, приводящих к изменению геометрических параметров ткани на всех уровнях (табл. 2.22).

Приходя в равновесное состояние, нити ткани изменяют высоту и длину изгиба. Так как нити основы в ткани чаще всего напряжены и деформированы больше, чем нити утка, то они релаксируют сильнее и получают дополнительный изгиб, приводящий к изменению фазы строения. Высота волны нитей утка в этих условиях уменьшается, длина волны увеличивается. В результате усадка ткани по длине чаще всего больше, чем по ширине. При увеличении поперечника нитей в результате набухания волокон изменя-

Таблица 2.22

Изменение геометрических параметров ткани, волокон и нитей при замачивании или стирке (по данным В. П. Склянникова)

Ткань	Изменение размеров, %						
	ткани		нити		волокна		
	по основе	по утку	длины	площади поперечного сечения	длины	площади поперечного сечения	
						после обработки	после высушивания
Хлопчатобумажная	−9...−10	−5,0	−2,0	14—16	−1...−2	14—24	0—4,0
Вискозная	−11	−5,5	−1,0	12—40	−1...−2	12—76	0—8,5
Шерстяная	−3	−1,0	−1,3	12	−1...−3	13—34	1—16

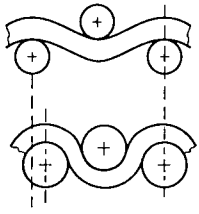


Рис. 2.70. Схема усадки ткани по основе вследствие увеличения поперечного сечения нитей утка

ется изгиб нитей и происходит сближение их центров, влекущих за собой усадку ткани (рис. 2.70). Помимо усадки ткани по длине и ширине происходит увеличение ее толщины.

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.

Для определения усадки нитей измеряют длину нитей, вынутых из ткани (на определенном участке) до усадки — l_0 и после усадки — l_1, затем рассчитывают усадку нити $\lambda_н$, %, по формуле

$$\lambda_н = (l_1 - l_0)100/l_0 = (l_1/l_0 - 1) \cdot 100.$$

Зная длину ткани на данном участке до усадки L_0 и после усадки L_1, определяют избыточную длину нити до усадки u_0 и после усадки u_1, %, следующим образом:

$$u_0 = (l_0 - L_0)100/L_0 = (l_0/L_0 - 1) \cdot 100;$$

$$u_1 = (l_1 - L_1)100/L_1 = (l_1/L_1 - 1) \cdot 100.$$

Разность между избыточными длинами $\Delta u = u_0 - u_1$ характеризует дополнительный изгиб нитей в процессе усадки ткани.

Усадку ткани рассчитывают по формуле

$$\lambda = (L_1 - L_0)100/L_0 = (L_1/L_0 - 1) \cdot 100,$$

или

$$\lambda = \left(\frac{l_0 l_1 L_1}{l_0 l_1 L_0} - 1\right) \cdot 100.$$

Подставив в эту формулу значения l_1/l_0, l_0/L и l_1/L_1 из выражений, приведенных выше, найдем формулу для определения усадки в зависимости от усадки нити и структуры ткани:

$$\lambda = \frac{\Delta u + \lambda_н (1 + 0,01u_0)}{1 + 0,01u_1}.$$

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 (в пределе, стремясь к усадке свободной прямолинейной нити, примерно до 2 %). 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.

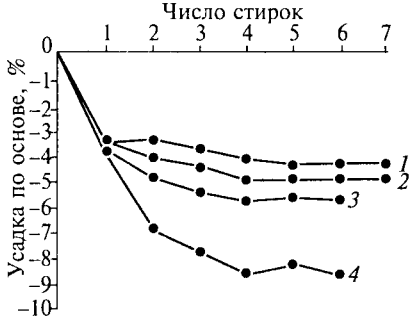


Рис. 2.71. Влияние числа стирок на усадку:

1 — ситца; *2* — льняной ткани; *3* — ткани из вискозных нитей; *4* — ткани из вискозной пряжи

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 (рис. 2.71).

2.4.3. Усадка и притяжка трикотажа

Для трикотажа характерна большая подвижность структуры — легкость деформирования петель, поэтому при замачивании и стирке изменение размеров полотна происходит в основном за счет изменений его петельной структуры. Изменения, происходящие во внутренней структуре нитей и волокон, связаны с их набуханием и играют второстепенную роль.

Усадка трикотажного полотна больше в том направлении, в котором оно было вытянуто при вязании и отделочных операциях. Равновесное состояние полотна обусловлено уравновешенностью сил трения нитей в местах их контакта и упругими силами нитей, стремящимися изменить положение петель в полотне. При смачивании и особенно при стирке, сопряженной с механическими воздействиями, изменяются связи между отдельными элементами петельной структуры, меняются точки контакта петель и форма петли. Набухание волокон способствует распрямлению и изменению размеров нитей. Происходит существенная перестройка структуры трикотажа, приводящая к изменению соотношения высоты петельного ряда и петельного шага и, следовательно, к усадке или притяжке полотна. При увеличении толщины нитей, уменьшении высоты и ширины петли ее размеры в направлении, перпендику-

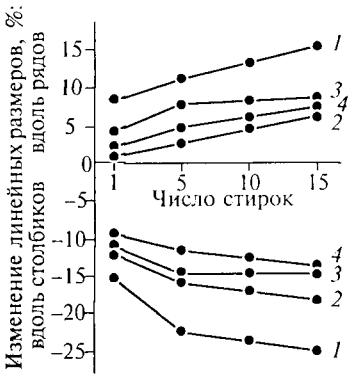


Рис. 2.72. Зависимость изменения длины и ширины трикотажного полотна от числа стирок (по данным Д. Ф. Симоненко):

1 — двуластичного; *2* — начесного; *3* — платированного; *4* — переплетения глаль

лярном поверхности полотна, а следовательно, и толщина трикотажа увеличиваются.

Подобно тканям трикотажные полотна резко изменяют свои размеры при первой мокрой обработке, а при повторных обработках эти изменения проявляются в меньшей степени (рис. 2.72). Исследование усадки хлопковискозных кулирных полотен в процессе 50 стирок показало, что основная усадка по длине и притяжка по ширине проявляются после 10—15 стирок.

На изменение линейных размеров трикотажных полотен при мокрых обработках существенное влияние оказывает их структура. Основовязаные полотна обычно имеют усадку по длине и ширине, поперечновязаные (кулирные) полотна при усадке по длине чаще всего имеют притяжку по ширине. Вид переплетения влияет на усадку и притяжку полотна в той степени, в которой он оказывает влияние на подвижность петельной структуры (см. рис. 2.72). С увеличением длины петли переплетения гладь, ластик, двуластик, трико, сукно изменение размеров полотна по длине возрастает, а по ширине уменьшается. По данным З. А. Торкуновой, увеличение числа петель от 50 до 160 на 100 мм снижает усадку трикотажного полотна в 3 раза.

2.4.4. Усадка нетканых полотен

Изменения линейных размеров нетканых вязально-прошивных полотен, так же как тканей и трикотажа, связаны с релаксационным процессом и набуханием волокон. Усадка большинства нетканых полотен происходит при их замачивании и продолжается при высыхании. Особенно интенсивно материал усаживается при первых мокрых обработках, при последующих обработках процесс усадки носит затухающий характер.

При заключительной отделке холстопрошивных нетканых полотен волокнистый холст утоняется, петли прошивных нитей приобретают овальную форму. При смачивании и особенно при стирке толщина полотна увеличивается вследствие набухания волокон и релаксации петель прошивных нитей, восстанавливающих свою первоначальную пространственную форму. Расширяясь, петли сокращаются в длину и при этом стягивают нетканое полотно. По-

этому холстопрошивные полотна с частой прошивкой, как правило, усаживаются по длине сильнее. Увеличение размеров холстопрошивного полотна по ширине связано с увеличением петельного шага прошивки и с выскальзыванием набухших волокон из расширившихся петель.

Усадка нитепрошивных нетканых полотен происходит вследствие изменения конфигурации петель скрепляющих нитей и частично из-за усадки каркасных нитей. Усадка тканепрошивных нетканых полотен определяется в основном усадкой каркасного полотна. Усадки клееных нетканых полотен в процессе релаксации практически нет.

2.4.5. 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.

2.4.6. Нормирование изменения линейных размеров

Усадка и притяжка текстильных материалов являются одними 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.

Превышение усадки относительно предела, предусмотренного государственными стандартами, расценивается как отклонение от норм физико-механических показателей при определении сорта материала.

В соответствии с ГОСТ 11207—65 по нормам изменения размеров после мокрой обработки ткани подразделяют на 3 группы (табл. 2.23).

Кроме того, нормы изменения линейных размеров отдельных групп материалов предусмотрены соответствующими стандартами.

Таблица 2.23

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

Нормы изменения линейных размеров после мокрой обработки трикотажных полотен для бельевых изделий должны соответствовать ГОСТ 26289—84, для верхних — ГОСТ 26667—85.

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).

2.5. Износостойкость текстильных материалов

2.5.1. Факторы и критерии износа

Материалы в процессе изготовления из них швейных изделий, при транспортировке и хранении, при стирке и химической чистке и особенно в процессе непосредственной эксплуатации изделий подвергаются воздействию комплекса различных факторов. Постепенно они вызывают изменения в микро- и макроструктуре, что приводит к ухудшению внешнего вида и свойств материала и в конце концов к его разрушению, т.е. происходит процесс постепенного его *изнашивания*. Результат изнашивания обычно называют *износом*, а сопротивление материала действию разрушающих факторов — *износостойкостью*.

Изнашивание материала в одежде происходит неравномерно, вследствие чего одни участки изнашиваются быстрее, другие — медленнее. В результате изделие становится непригодным к дальнейшей эксплуатации, хотя большая часть его еще сохраняет первоначальное качество. Исследования топографии износа различных изделий показали, что в первую очередь разрушаются те участки, которые подвержены интенсивному воздействию разрушающих факторов. Топография износа зависит от вида изделия, условий его эксплуатации и индивидуальных особенностей поведения человека. Например, в брюках наиболее интенсивный износ происходит по линии подгиба низа, в области боковых карманов, шагового шва, сидения, коленей; в пиджаке — по линии подгиба низа рукавов, сгибам борта и воротника, в области боковых карманов и в локтевой части рукавов, т.е. в местах, где наиболее интенсивно действуют растягивающие и изгибающие силы и особенно истирание.

Все разнообразные причины, или факторы, износа можно разделить на следующие группы:

механические — многократные деформации растяжения, изгиба, трения (истирание) и др.;

физико-химические — действие света, температуры, влаги, химических веществ, содержащихся в атмосфере, в поте, в моющих жидкостях и чистящих средствах и т.д.;

биологические — разрушение микроорганизмами и повреждение насекомыми;

комплексные — действие светопогоды, стирки, химической чистки, но́ски и др.

Виды факторов, их количество и характер взаимодействия зависят от вида изделия и условий его эксплуатации.

Для оценки износостойкости используют различные критерии износа:

время (долговечность) или число циклов (выносливость) от начала изнашивания до разрушения изделия или непригодности его к дальнейшему использованию;

изменение показателей физико-механических свойств (прочности, жесткости, проницаемости, выносливости при многократном растяжении или изгибе и др.) после определенного периода изнашивания;

уменьшение вязкости раствора вещества, составляющего материал;

уменьшение массы или толщины материала;

количество видимых повреждений (потертостей, дыр, пиллей и др.) и их расположение на изделии.

Выбор критериев оценки износостойкости проводят в зависимости от факторов, определяющих износ материала.

Для изучения и оценки кинетики износа материала проф. А.Н.Соловьевым предложены кинетические характеристики износа, которые можно выразить математическими моделями:

$$u = u_0 - mx^b; \tag{2.15}$$

$$y = 100 - ax^b, \tag{2.16}$$

где u и $y = 100u/u_0$ — соответственно абсолютное и относительное значения позитивного показателя критерия после x циклов износа; u_0 — начальное значение абсолютного критерия для неношенного материала; m, a — константы уравнений, зависящие от вида материала и факторов износа; b — показатель, зависящий от характера и степени интенсивности износа.

Для прогнозирования срока службы изделия определяют минимально допустимое значение позитивного критерия $u_{\min}$ или $y_{\min}$ для годного изделия. Подставив эти значения в уравнения (2.15) или (2.16), решают их относительно x, которое соответствует сроку службы при x_m циклах износа.

Формулы (2.15) и (2.16) можно использовать также для оценки соответствия износа материалов при опытной и лабораторной носке.

2.5.2. Механические факторы износа

К механическим факторам износа относятся многократные деформации растяжения, изгиба, сжатия, сдвига и многократное трение (истирание). Исследованиями установлено, что наибольшая доля механического износа приходится на истирание, меньшая — на многократные деформации растяжения и изгиба.

Многократные деформации. Изнашивание материала при действии растяжения и изгиба имеет усталостный характер, когда вследствие многоцикловой деформации происходит постепенное расшатывание и разрушение микро- и макроструктуры материала (см. п. 2.2.1 и 2.2.2). Наиболее интенсивное многократное растяжение материала в одежде происходит в области спины, сидения, локтей и коленей, карманов и т. д. Величина растяжения в каждом цикле зависит прежде всего от конструкции изделия, припуска на свободу движения. Постепенное накапливание остаточной циклической деформации приводит к потере формы изделия (образование выпуклостей — «пузырей», обвисание карманов и т. п.). В случае сильного зауживания деталей, малой растяжимости и прочности материала достаточно быстро может произойти местный разрыв.

Многократный изгиб материала в швейных изделиях наблюдается чаще всего в области сидения, спины, передней части рукава, в верхней передней части юбок, на участках под коленями. В результате появляются складки, морщины, расположенные чаще всего в поперечном направлении (по утку) или под углом к нитям основы и утка (в области сидения). В малосминаемых материалах эти деформации исчезают после снятия нагрузки достаточно быстро. Однако при длительном воздействии, особенно в материалах, менее стойких к смятию, образуются складки, которые не исчезают даже при глаженьи. Такие деформации в значительной степени ухудшают внешний вид. Кроме того, если одновременно на этих участках действует истирание, то разрушение происходит прежде всего по гребням образовавшихся морщин и складок.

В качестве критерия износа от многократных деформаций используют выносливость, долговечность, изменение разрывной нагрузки и остаточную циклическую деформацию после заданного числа циклов деформирования.

Истирание. Одной из основных причин износа является истирание вследствие внешнего трения материала о другие поверхности, которое сопровождается уменьшением его массы. В трикотажных полотнах при многократном деформировании наряду с внешним истиранием возможно проявление внутреннего истирания нитей из-за подвижности петельной структуры.

В соответствии с современными представлениями о трении истирание представляет собой результат многократного нарушения фрикционных связей между контактирующими поверхностями при

их смещении относительно друг друга. При нарушении молекулярно-фрикционных связей, возникающих на участках касания поверхностей, происходят отрыв микрочастиц, разрушение поверхностных пленок. При нарушении связей механического зацепления микро- и макронеровностей характер истирания зависит от соотношения жесткости элементов контактирующих поверхностей.

Если текстильный материал контактирует с более жесткой поверхностью, то внедрение твердого элемента на глубину менее половины диаметра волокна может при смещении привести к микросрезанию волокон. При более глубоком внедрении твердого элемента (более половины диаметра волокна) может произойти разрыв волокна либо вытаскивание его на поверхность в зависимости от прочности закрепления волокна в структуре материала. Такого рода разрушения могут произойти уже при первом нарушении фрикционной связи.

При трении материала о гладкую поверхность или в случае, когда твердость взаимодействующих поверхностей примерно одинакова (материал по материалу), наблюдается *усталостный износ*, наиболее характерный для текстильных материалов. Перемещение внедрившегося элемента истирающей поверхности вызывает переменные деформации микроучастков материала: на участке перед элементом — сжатие и изгиб, сзади элемента — растяжение. Если возникшие деформации после прохождения элемента исчезают, имеет место упругое оттеснение материала. Однако при повторном многократном воздействии переменных деформаций появляется пластическое оттеснение, что вызывает утомление материала и его разрушение. Выступающие на поверхности кончики волокон при истирании испытывают многократные изгибы в разных направлениях, вследствие чего происходит их разрушение в местах закрепления.

Микроскопические исследования повреждений волокон в процессе истирания показали, что они имеют как поверхностный, так и объемный характер. Повреждение поверхности волокон заключается в разрушении верхнего слоя (в частности, чешуйчатого слоя шерстяных волокон, кутикулы и отщепление фибриллярных комплексов у хлопковых волокон и т. п.). В результате усталостного износа в структуре волокон возникают микротрещины, которые затем объединяются в магистральные трещины. В волокнах трещины располагаются вдоль макро- и микрофибрилл и в зависимости от ориентации последних направлены вдоль волокна или под углом к нему. Например, волокна шерсти в местах разрушения имеют метелкообразные концы из веретенообразных клеток коркового слоя.

Постепенное разрыхление материала, удаление волокон из его структуры приводят к потере массы, уменьшению толщины, разряжению и наконец к разрушению. По данным И. С. Марголина.

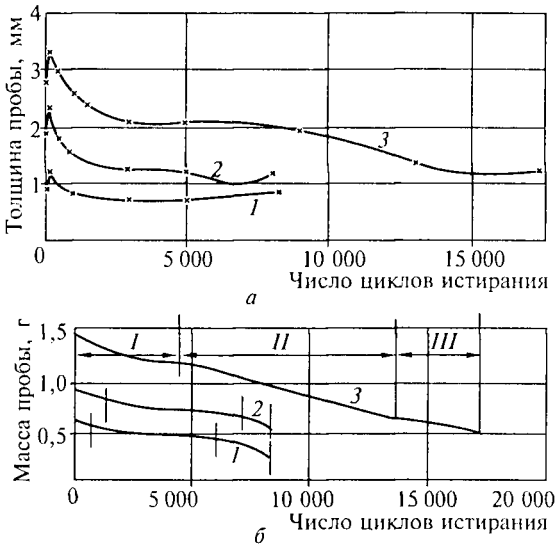


Рис. 2.73. Изменения толщины (*а*) и массы (*б*) тканей в процессе истирания (по данным И. С. Марголина):

1 — бостон арт. 1203; *2* — матросское сукно арт. 4407; драп арт.3644

интенсивность изнашивания в процессе истирания меняется, что ясно видно из графиков изменения толщины и массы образцов шерстяных тканей, на основании анализа которых можно выделить три стадии изнашивания (рис. 2.73):

I — начальное изнашивание, при котором интенсивность истирания ткани постепенно уменьшается. В начале истирания (100—200 циклов) происходит разрыхление поверхности, что приводит к некоторому увеличению толщины, затем постепенное удаление с поверхности ворсового застила с образованием пиллей и появлением потертостей. Для камвольной ткани бостон с открытой поверхностью переплетения продолжительность этой стадии составляет 6 % общей продолжительности; для сукна и драпа, имеющих на поверхности менее или более плотный ворсовой застил — соответственно 15 и 26 %;

II — установившееся изнашивание характеризуется постоянством интенсивности изнашивания, участок линии уменьшения массы практически прямолинейный. Этой стадии соответствуют постоянные площадь опорной поверхности и коэффициент трения. Продолжительность этой стадии наибольшая и составляет для данных тканей 50—70 %;

III — конечного изнашивания, при котором интенсивность истирания повышается и происходит разрушение нижних слоев ткани

в условиях ее разрыхления, в результате чего толщина ткани даже несколько увеличивается. При этой стадии изнашивания площадь опорной поверхности ткани уменьшается, а коэффициент трения увеличивается. Продолжительность этой стадии составляет 15—28 % общей продолжительности.

Пиллингуемость. На начальной стадии процесса истирания образуются пилли — рыхлые комочки из спутанных волокон, которые более или менее прочно удерживаются на поверхности текстильного материала с помощью нескольких 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. 2.74, *а*). Затем волокна начинают группироваться, перепутываться и образовывать рыхлые комочки (рис. 2.74, *б—в*). Далее часть волокон обрывается и запутывается в комочки, которые уплотняются и удерживаются на трех-четырех якорных волокнах (рис. 2.74, *г*). И наконец происходит отрыв пиллей от поверхности материала (рис. 2.74, *д*).

Пилли появляются прежде всего на материалах, изготовленных из пряжи (особенно аппаратной), и на поверхности которых в достаточном количестве располагаются концы волокон. На поверхности материалов из текстурированных нитей выступают петельки элементарных нитей, которые при истирании могут вытягиваться и перепутываться, образуя пилли. На материалах из комплексных нитей пилли могут не образовываться или появляются значительно позднее, когда при истирании разрушается достаточное количество нитей, чтобы образовать ворсистость поверхности. Четкая корреляционная зависимость существует между степенью электризации материала и пиллингуемостью.

Ухудшение внешнего вида изделия связано не столько с процессом образования пиллей, сколько с их продолжительным присутствием на поверхности материала. При этом комочки уплотняются, загрязняются и становятся более заметными. Появляющиеся на поверхности материалов из шерстяных, шелковых, хлопковых и вискозных волокон пилли быстро удаляются и в связи с этим менее заметны. Наибольшей склонностью к пиллин-

Рис. 2.74. Этапы образования пиллей:

а — появление мшистости поверхности; *б* — группировка и перепутывание волокон; *в* — образование рыхлых комочков; *г* — уплотнение пиллей; *д* — отрыв пиллей

гуемости обладают материалы из синтетических волокон и нитей и смешанной пряжи, в которой присутствуют синтетические волокна. Это связано с высокой прочностью синтетических волокон по сравнению с натуральными и искусственными волокнами. Поэтому якорные волокна могут дольше удерживать пилли на их поверхности. Наиболее устойчиво пилли удерживаются полиамидными волокнами, в меньшей степени — полиэфирными и полиакрилонитрильными.

Для уменьшения пиллингуемости материала используют специальные виды обработки его поверхности: нанесение специальных пленкообразующих веществ, препятствующих миграции волокон; облучение материала ультрафиолетовыми лучами для снижения прочности волокон, расположенных на поверхности, что обеспечивает быстрый отрыв пиллей.

Пиллингуемость оценивают числом пиллей, приходящихся на единицу площади пробы после ее истирания заданным числом циклов.

Пиллингуемость шелковых тканей определяют на пиллингометре конструкции ВНИИПХВ (ГОСТ 14326—73). Испытание проводят в 2 этапа: первый — образование ворсистости при качательном движении в течение 300 циклов; второй — образование пиллей при круговом движении держателя. Периодически через заданное число циклов подсчитывают количество пиллей на поверхности ткани площадью 10 $см^2$. За показатель пиллингуемости принимают максимальное их число. В соответствии с ГОСТ 25132—82 для шелковых и полушелковых тканей установлены следующие группы пиллингуемости:

Группа пиллингуемости	*Число пиллей на 10 $см^2$*
Непиллингующаяся	0
Малопиллингующаяся	1—3
Среднепиллингующаяся	4—6

Пиллингуемость материала в определенной степени является показателем качества, и поэтому стандартами предусматриваются ее допустимые нормы (табл. 2.24).

Для определения пиллингуемости шерстяных тканей используют прибор ТИ-1М с абразивом из серошинельного сукна. Подсчет числа пиллей на пробе проводят через каждые 100 циклов истирания. В качестве показателя пиллингуемости принято число пиллей на поверхности ткани площадью 1 $см^2$. Если после 500 циклов истирания пилли не образуются, ткань оценивается как непиллингующаяся.

Нормы стойкости шерстяных тканей к пиллингу (ГОСТ 28000—88) приведены ниже:

Ткани	*Число пиллей на 1 см², не более*
Костюмные камвольные	0
» тонкосуконные	2
Платьевые камвольные	1
» тонкосуконные	2
Пальтовые камвольно-суконные	2

Степень закатываемости ворса драпов и ворсовых пальтовых тканей оценивается сравнением с фотоэталонами и должна быть не выше «Слабой».

Пиллингуемость полульняных тканей с содержанием синтетических волокон проводится на приборе ПЛТ-2 (ГОСТ 15968—87, табл. 2.25). Полоску ткани размером 40 × 200 мм подвергают истиранию кареткой, совершающей возвратно-поступательные движения. Для определения максимального числа пиллей на участке площадью примерно 24 см² подсчет начинают после 2500 циклов истирания, а затем через каждые 500 циклов до начала убывания числа пиллей.

Пиллингуемость трикотажных полотен в соответствии с ГОСТ 30388—95 (Р 50025—92) определяется с помощью устройства УПОЗ-1. Пробы размером 105 × 105 мм закрепляют на трубках, которые помещают во вращающуюся камеру, где они подвергаются хаотическому трению друг о друга в течение 3 ч. После испытания с помощью шаблона подсчитывают число пиллей на поверхности полотна площадью 100 × 100 мм (табл. 2.26).

Таблица 2.24

Нормы пиллингуемости шелковых тканей

Ткани	Число пиллей на 10 см², не более	ГОСТ
Платьевые и платьево-костюмные:		
из натуральных и химических нитей по основе с применением текстурированных нитей и пряжи из различных волокон	4	28253—89
из смешанной пряжи с синтетическими волокнами	5	29223—91
Костюмные из химических волокон	4	29223—91
Плащевые из химических волокон	5	29222—91
Корсетные из химических волокон и нитей	6	29253—91
Сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи	3	11518—88

Таблица 2.25

Нормы устойчивости полульняных тканей к пиллингу (ГОСТ 15968—87)

Ткани	Число пиллей, не более, для тканей	
	улучшенного качества	остальных
С массовой долей синтетических волокон менее 50 %:		
полотняного переплетения	2	4
мелко- и крупноузорчатого переплетений	4	6
С массовой долей синтетических волокон 50 % и более:		
полотняного переплетения	3	5
мелко- и крупноузорчатого переплетений	7	9

Примечание. Устойчивость к пиллингу тканей с массовой долей синтетического волокна до 15 % не определяется.

Таблица 2.26

Нормы устойчивости к пиллингу трикотажных полотен (ГОСТ Р 50719—94)

Полотна	Число пиллей на 100 см^2, не более
Классических переплетений:	
из смешанной пряжи и ее сочетаний с другими видами пряжи	20
из смешанной и ПАН пряжи в сочетании с химическими нитями до 40 % включительно	20
из смешанной и ПАН пряжи в сочетании с химическими нитями свыше 40 %	15
из ПАН пряжи	25
Из смешанной и ПАН пряжи и ее сочетаний с другими видами пряжи и химических нитей с кругловязального и плосковязального оборудования 3—8-го класса, полуфабрикаты ручного вязания из смешанной и ПАН пряжи	10

На начальных стадиях истирания в местах интенсивного трения и давления появляется заметный блеск, *лоск*. Чаще всего в изделии материал лоснится в области сидения, коленей, локтей, застежки, входа в карманы. Изучение этого явления показало, что суще-

ствует несколько причин появления лоска. Прежде всего это снижение ворсистости за счет удаления или значительного укорочения волокон, выступающих на поверхности материала. В структуре ткани и трикотажа заметно изменяется форма волн, образуемых нитями. На залоснившихся участках волны вместо округлой формы в верхней части приобретают плоскую форму, нити несколько сплющиваются. Все эти изменения создают условия для увеличения доли зеркального отражения светового потока, что проявляется как повышенный блеск. При отпаривании сохранившиеся концы волокон приподнимаются, волны нитей приобретают менее плоскую форму и в результате блеск истертых участков на некоторое время уменьшается.

С поверхности материалов, имеющих более или менее плотный ворсовой застил, на начальной стадии истирания наблюдается интенсивное удаление волокон, в результате чего происходит *оголение переплетения*, т. е. появляются *потертости*. Для швейных изделий, изготовленных из таких материалов, появление потертостей является критерием износа. Для материалов с ворсовым застилом стандартами предусматривается оценка устойчивости ворса к истиранию.

Устойчивость ворса к истиранию шерстяных тканей определяется на приборе ТИ-1М при использовании абразива из серошинельного сукна (ГОСТ 9913—90). Снятие ворса определяют визуально через каждые 100 циклов истирания до полного оголения переплетения. Аналогичным методом определяют стойкость к истиранию до оголения каркаса нетканых полотен. Согласно ГОСТ 28000—88 стойкость ворса шерстяных тканей к истиранию должна быть не менее 400 циклов для женских и 600 циклов для мужских драпов и 200 циклов для пальтовых тканей.

Этот показатель для футерованного трикотажного полотна с начесом оценивается потерей массы ворса после 300 циклов истирания на приборе ТИ-1М с жестким абразивом (ГОСТ 12739—75). В соответствии с ГОСТ 16486—93 предусмотрены следующие нормы:

Группа устойчивости к истиранию	*Потеря массы ворса, г*
Особо прочная	Не более 0,25
Прочная	0,25—0,50
Обыкновенная	0,51—0,70

После удаления ворса с поверхности дальнейшее *истирание* вызывает постепенное, а затем и окончательное изнашивание собственно структуры материала. Устойчивость к истиранию текстильных материалов зависит от их физико-механических свойств, износостойкости волокон, прочности их закрепления в структуре. Материалы, имеющие значительную долю обратимой деформации, обладающие гибкостью и мягкостью, более устойчивы к тре-

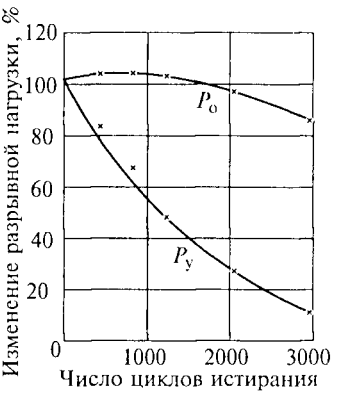


Рис. 2.75. Изменение разрывной нагрузки по основе $P_о$ и утку $P_у$ при истирании хлопчатобумажной бязи арт. 263

нию. Истирание ткани, трикотажных и нетканых полотен происходит по опорной поверхности, т.е. в местах контакта с истирающей поверхностью. Чем больше опорная поверхность, тем меньше интенсивность ее износа, так как давление распределяется на большей площади и, следовательно, истирающее усилие слабее.

Характер и величина площади опорной поверхности ткани определяются высотой рельефа и радиусом кривизны волн нитей, образующих ее. На участках гребней волн при истирании происходят постепенное разделение пряжи и комплексных нитей на отдельные волокна и элементарные нити, их разрушение и выпадение. На равноопорной поверхности разрушаются обе системы нитей, на основоопорной или уточноопорной — та система нитей, которая выступает на поверхность (рис. 2.75). Для повышения износостойкости на лицевую сторону ткани часто выводят ту систему нитей, которая обладает большей устойчивостью к истиранию. На радиус кривизны волн нитей существенное влияние оказывает вид переплетения: чем больше длина перекрытия, тем больше радиус кривизны и, следовательно, выше устойчивость к истиранию.

Износостойкость трикотажа, как и ткани, зависит от структуры и опорной поверхности. Чем больше застил поверхности полотна, тем выше показатель устойчивости к истиранию. Почти прямолинейный характер имеет зависимость устойчивости к истиранию от показателей длины нити в петле, числа петель на единице длины по вертикали и горизонтали, линейной плотности нитей. Однако износ трикотажа происходит быстрее, чем ткани, так как разрушение даже одной нити приводит к спуску петель.

Основной причиной сравнительно быстрого износа при истирании холстопрошивных нетканых полотен является недостаточно прочное закрепление волокон в структуре. При истирании вначале разлохмачивается поверхность, выпадают волокна, обнажается прошивка, которая затем также разрушается.

Отделочные операции в одних случаях увеличивают, а в других — уменьшают устойчивость текстильных материалов к истиранию. Использование препаратов для придания материалам несминаемости, малоусадочности, формоустойчивости, гидрофобности зачастую приводит к значительному снижению износостойкости.

А такие отделочные операции, как мерсеризация, лощение и т. п., повышают стойкость к истиранию.

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 $K_у$ к истиранию по формуле

$$K_у = n/M_S,$$

где n — число циклов истирания до разрушения пробы; M_S — поверхностная плотность материала, г/м^2.

Устойчивость материала к истиранию может оцениваться коэффициентом износостойкости $K_{о.у}$, определяемым путем сравнения выносливости n данного материала с выносливостью $n_э$ эталонного материала:

$$K_{о.у} = n/n_э.$$

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 общих технических условий в зависимости от волокнистого состава, вида нитей, поверхностной плотности (табл. 2.27).

Таблица 2.27

Нормы выносливости одежных тканей при истирании

Ткани	Поверхностная плотность, г/м^2	Выносливость, циклы	ГОСТ
Хлопчатобумажные:			
платьевые с разрезным ворсом	До 300 включительно	900	29298—92
	Свыше 300	1500	29298—92
сорочечные	—	400	29298—92
бельевые	Свыше 110 до 150 включительно	600	29298—92
В том числе:			
гринсбоны	—	1000	29298—92
корсетные	—	700	29298—92

Продолжение табл. 2.27

Ткани	Поверхностная плотность, г/м^2	Выносливость, циклы	ГОСТ
Льняные:			
блузочные, сорочечные и платьевые	До 150	3000	15968—87
платьевые	» 200	5000	15968—87
костюмные, костюмно-платьевые с массовой долей синтетических волокон:			
до 33 %	» 300	7000	15968—87
до 70 %	» 300	12 000	15968—87
детские	» 165	2000	15968—87
	» 250	4000	15968—87
бельевые:			
чистольняные и льняные переплетения:			
полотняного	» 145	6000	Р 50105—92
	Свыше 145	9000	Р 50105—92
мелко- и крупноузорчатого	» 145	6000	Р 50105—92
полульняные	—	6000	Р 50105—92
Шерстяные:			
платьевые:			
камвольные:			
чистошерстяные	—	2000	28000—88
полушерстяные	—	4000	28000—88
тонкосуконные:			
чистошерстяные	—	2000	28000—88
полушерстяные	—	3000	28000—88
костюмные:			
чистошерстяные	—	4000	28000—88
полушерстяные с ВПэф	—	4500	28000—88
остальные	—	4000	28000—88
пальтовые камвольносуконные	—	4000	28000—88

Окончание табл. 2.27

Ткани	Поверхностная плотность, г/м^2	Выносливость, циклы	ГОСТ
Шелковые:			
платьевые и платьево-костюмные из смеси вискозных, модальных и хлопковых волокон	До 150 включительно	150	29223—91
	Свыше 150 до 200	200	29223—91
	Свыше 200	300	29223—91
сорочечные:			
из вискозных нитей в основе и утке	—	700	22542—82
из вискозных нитей с вискозной, хлопковой и лавсановой пряжей	—	900	22542—82
из синтетических нитей с вискозными нитями, хлопковой и вискозно-лавсановой пряжей	—	2000	22542—82
корсетные из химических нитей и пряжи	—	1500	29013—91
подкладочные из химических нитей и пряжи:			
для высококачественных изделий	—	850	20272—96
для повседневной одежды	—	800	20272—96
для внутренних деталей одежды	—	1000	20272—96
для головных уборов	—	500	20272—96

Согласно ГОСТ 16486—93 в зависимости от устойчивости к истиранию трикотажные полотна разделяют на три группы: особо прочная, прочная и обыкновенная, которые указываются в стандартах и технических условиях по отдельным видам полотен (табл. 2.28).

Лабораторные испытания стойкости материалов к истиранию. При разработке или выборе лабораторных методов испытания текстильных материалов на истирание исследователи руководствуются прежде всего двумя принципами: с одной стороны, испытания не должны занимать много времени, с другой — они должны по воз-

Таблица 2.28

Нормы выносливости трикотажных полотен по группам

Группа устойчивости к истиранию	Число циклов истирания до разрушения пробы		
	Для полотен с поверхностной плотностью более 250 г/м² из объемной пряжи, полушерстяной пряжи с нитроном (≥ 50 %) и в сочетании с другими пряжей и нитями; из чистошерстяной и полушерстяной пряжи с нитроном (≥ 50 %); из натурального сырья и с искусственными нитями жаккардовых переплетений	Из всех других видов сырья с поверхностной плотностью, г/м²	
		< 250	≥ 250
Особо прочная	121 и более	201 и более	61 и более
Прочная	61—120	101—200	31—61
Обыкновенная	30—60	50—100	15—30

можности точно моделировать реальные условия изнашивания материала в изделии.

Для определения стойкости к истиранию текстильных материалов используют различные приборы и методы, основанные на ориентированном или неориентированном истирании по поверхности или сгибам с применением мягких или жестких абразивов. Как показали исследования, наиболее близким по характеру разрушения материала при опытной носке является неориентированное истирание мягким абразивом (серошинельное сукно, капроновая щетка и т. п.). Однако они достаточно быстро теряют свою истирающую способность и требуют частой замены. В качестве жестких абразивов применяют наждачные и корундовые поверхности, которые обеспечивают быстрое истирание материала и долго сохраняют истирающую способность. Однако истирание жестким абразивом вызывает чаще всего микросрезание волокон и их растаскивание, что не соответствует усталостному износу материла в одежде. Существенное влияние на характер и продолжительность истирания оказывает статическое давление абразива на материал. С увеличением давления происходит более глубокое взаимное внедрение поверхностей абразива и испытываемой пробы, что приводит к изменению характера истирания.

Для хлопчатобумажных, льняных, шелковых, смешанных тканей используют прибор ДИТ-М (ГОСТ 18976—73), обеспечивающий неориентированное истирание серошинельным сукном (рис. 2.76, *а*). Для испытания шерстяных тканей и нетканых полотен (ГОСТ 9913—90) и трикотажа (ГОСТ 12739—85) предназначен прибор ТИ-М1 (рис. 2.76, *б*), работающий по принципу неориентированного истирания мягким и жестким абразивами. Стойкость к истиранию по сгибам рекомендуется определять для шер-

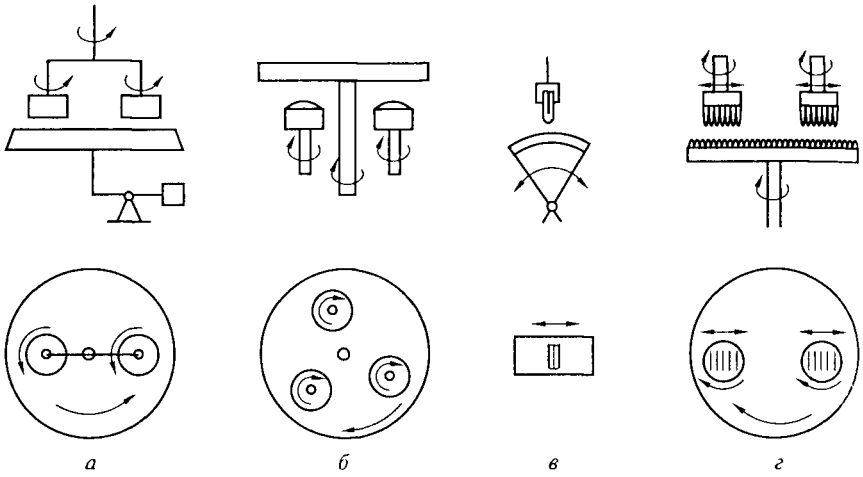


Рис. 2.76. Принципиальные схемы приборов для истирания текстильных материалов:
а — ДИТ-М; *б* — ТИ-1М; *в* — ИС-3; *г* — ИТИС

стяных и полушерстяных тканей на приборе ИС-3 (рис. 2.76, *в*) с ориентированным истиранием серошинельным сукном, а для остальных тканей — на приборе ИТИС (рис. 2.76, *г*) с абразивом в виде капроновой щетки (ГОСТ 16733—71).

Во всех случаях лабораторные испытания только частично воспроизводят износ от истирания, имеющий место при эксплуатации швейного изделия. При носке текстильные материалы в изделии разрушаются в результате длительных, но слабых истирающих воздействий. Циклы истирания происходят с большими промежутками во времени, когда волокна успевают отрелаксировать. На приборах циклы истирания повторяются настолько часто, что наступает преждевременная динамическая усталость волокон, уменьшаются упругие и эластические деформации. Одновременно увеличиваются пластические деформации, что приводит к неравномерному распределению сил сопротивления изнашиванию и ускоряет процесс разрушения материала.

2.5.3. Физико-химические факторы износа

На текстильные материалы в процессе эксплуатации одежды действуют различные физико-механические факторы: свет, влага, температура, химические реагенты, различные виды излучений и т.п. При продолжительном действии этих факторов происходит заметное ухудшение физико-механических свойств материалов, называемое старением, которое связано с химическими превра-

щениями молекулярных цепей и прежде всего с деструкцией и сшиванием макромолекул.

Деструкция полимеров волокон представляет собой разрушение макромолекул и межмолекулярных связей под действием различных внешних факторов. Под действием световой энергии, поглощаемой материалом, происходит разрыв (фотолиз) межмолекулярных и внутримолекулярных связей в полимере волокна. Наиболее активны в фотохимическом процессе лучи с короткими длинами волн, особенно ультрафиолетовые, несущие наибольшее количество энергии. Тепловая энергия может вызвать разрыв макромолекул по наиболее слабым связям, отщеплению боковых или концевых групп, т.е. приводит к термической деструкции. Разрушение связей в молекулярной и надмолекулярной структурах волокон может происходить под влиянием проникающей радиации, что также приводит к снижению молекулярной массы полимера.

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.

При действии химических реагентов, содержащихся в окружающем воздухе, чистящих и моющих препаратах и агрессивной среде, происходят химические реакции, приводящие к разрушению волокон. Одним из основных факторов, вызывающих старение, являются окислительные реакции, протекающие в присутствии кислорода воздуха. К концам оборванных при деструкции цепевидных молекул присоединяется кислород воздуха. Другим важным фактором является влага, под действием которой происходит гидролиз — взаимодействие гидрофильных групп с молекулами воды, который усиливается в условиях фото- и термодеструкции волокон.

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.

2.5.4. Биологические факторы износа

Биологический износ текстильных материалов происходит в результате их разрушения различными микроорганизмами или повреждения насекомыми, для которых вещества, составляющие

волокна (целлюлоза, кератин и др.), являются питательной средой.

Повреждение микроорганизмами материалов происходит во время их длительного хранения, транспортирования при повышенной влажности воздуха (выше 75—95 %) и благоприятной температуре или в процессе эксплуатации в мокром состоянии (спецодежда, плащи, палатки и т. п.). В этих условиях в структуре материала развиваются различные микроорганизмы (плесневелые или другие грибки, бактерии, актиномицеты, микрофлора самого материала, почвы и воздуха), жизнедеятельность которых приводит не только к ухудшению физико-механических свойств материала, но и к потере внешнего вида, цвета, блеска, к эрозии. В наибольшей степени микроорганизмами повреждаются материалы из хлопковых, льняных, вискозных волокон, в меньшей степени — материалы из шерстяных волокон и натурального шелка. Практически совсем не разрушаются синтетические и ацетатные материалы.

Для придания текстильным материалам устойчивости к повреждению микроорганизмами их обрабатывают препаратами на базе синтетических смол, содержащих антимикробные вещества, либо смешивают натуральные волокна с химическими волокнами, имеющими антимикробную модификацию.

Лабораторный метод определения устойчивости ткани к микробиологическому разрушению (ГОСТ 9.060—75) заключается в том, что пробы, на поверхность которых нанесена специальная смесь, содержащая комплекс активной почвенной микрофлоры, выдерживаются при определенных условиях в течение 10 сут. После этого по изменению разрывной нагрузки оценивают устойчивость материала к повреждению микроорганизмами.

Повреждение шерстяных материалов молью является причиной местного износа, из-за которого изделие может стать непригодным к дальнейшей эксплуатации. Этот вид биологического износа является результатом жизнедеятельности личинок моли, которые питаются кератином шерсти и разрушают волокна.

Метод лабораторного испытания устойчивости шерстяных тканей к повреждению молью (ГОСТ 9.055—75) заключается в воздействии моли на пробы в определенных условиях с последующей оценкой степени разрушения. Для этого пробы материала с личинками моли помещают в специальных садках в термостат на 14 дней. Устойчивость ткани к повреждению молью оценивается несколькими показателями: по состоянию гусениц после испытания; по потере массы пробы; по внешнему виду пробы после испытания.

Визуальная оценка повреждения пробы проводится в баллах:

0 — повреждения не обнаружены;

1 — незначительные повреждения поверхности, малозаметные повреждения ворса;

2 — выгрызы с краев, борозды на поверхности, заметное уничтожение ворса;

3 — сквозные отверстия.

Испытываемый образец считают устойчивым к повреждению молью, если потеря массы пробы составляет не более 4 мг для камвольных и 7 мг для суконных тканей; визуальная оценка повреждения соответствует 0 или 1 баллу; менее 75 % гусениц живы, но они малоподвижны и уменьшились в размерах.

Для защиты шерстяных изделий от повреждения молью предусматриваются специальные виды молеустойчивой отделки, основанные на введении отпугивающих препаратов. В соответствии с ГОСТ 28000—88 все чистошерстяные ткани должны иметь молеустойчивую пропитку, исключение составляют ткани для детских изделий, которые по согласованию с потребителем могут выпускаться без молеустойчивой пропитки.

2.5.5. Комплексный износ текстильных материалов

Износ почти всегда происходит в результате воздействия на материал целого комплекса факторов, состав которого зависит от вида изделия и условий его эксплуатации. В процессе изнашивания такие факторы могут действовать одновременно или циклически повторяться (например, светопогода, стирка, химическая чистка и т. п.; А. Н. Соловьев называет их комбинированными). В частности, при эксплуатации верхней одежды параллельно и последовательно действуют механические факторы, светопогода, химическая чистка; изнашивание постельного и нательного белья происходит от многоциклового растяжения, изгиба, истирания, пота и многократной стирки. Значимость факторов внутри группы различна, и среди них всегда можно выделить два-три, определяющих износ. При комплексном изнашивании в значительной степени сказывается влияние не только отдельных факторов, но и эффект их взаимодействия.

Действие светопогоды. При эксплуатации швейных изделий материалы подвергаются одновременному действию климатических факторов: света, температуры, влаги и химического состава воздуха, прежде всего кислорода, которое приводит к фотодеструкции. Комплекс этих факторов носит название «светопогода».

Разрушение материалов от светопогоды является результатом проявления прежде всего трех взаимосвязанных реакций: фотолиза, фотоокисления и фотогидролиза. Повышение температуры ускоряет процесс фотодеструкции текстильных волокон.

Наибольшей устойчивостью к действию светопогоды обладают материалы из шерстяных волокон, наименьшей — из натурального шелка. Малой устойчивостью обладают полиамидные и полиэфирные материалы, а наиболее устойчивыми являются хлорино-

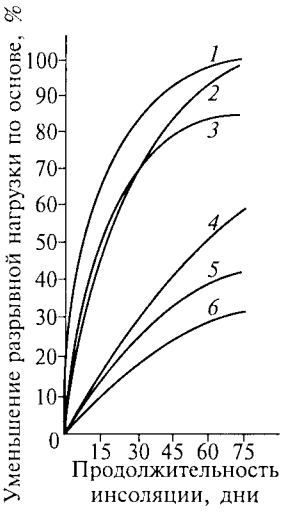


Рис. 2.77. Зависимость потери прочности тканей от длительности инсоляции:

1 — шелковое полотно; *2* — вискозное полотно; *3* — капроновое полотно; *4* — чистошерстяной креп; *5* — хлопчатобумажная бязь; *6* — коломенок полульняной

вые и нитроновые. Меньшей, чем у синтетических материалов, устойчивостью к светопогоде обладают вискозные, триацетатные и особенно ацетатные материалы. На рис. 2.77 приведены кривые изменения разрывной нагрузки тканей разного волокнистого состава и строения под действием светопогоды.

Фотодеструкция затрагивает прежде всего волокна, расположенные на поверхности материала; во внутренние слои толстых, плотных материалов солнечная радиация и окислительные процессы проникают труднее, поэтому разрушение таких материалов протекает медленнее, иногда даже не затрагивая внутренние слои.

Существенное влияние на износ материалов от светопогоды оказывают отделочные операции, часть которых повышает износостойкость, другая, наоборот, снижает. Наличие в структуре ткани аппретов и отделочных препаратов (водоупорных, противогнилостных, малоусадочных и малосминаемых) в определенной степени защищает волокна от инсоляции и замедляют процесс фотодеструкции. Мерсеризованные хлопчатобумажные материалы в меньшей степени подвержены износу, чем немерсеризованные.

Характер влияния красителей на устойчивость материала к светопогоде зависит от их химического строения и величины дисперсности. Красители, с одной стороны, защищают полимеры волокон от разрушающего действия солнечной радиации, с другой — способствуют активизации окислительных процессов. Прямые красители замедляют процессы деструкции. Активные красители, образуя с полимером активные связи, изменяют их надмолекулярную структуру и повышают устойчивость к свету. В то же время кубовые красители для хлопчатобумажных тканей способствуют ухудшению их свойств под действием светопогоды.

Цвет материала, который является результатом избирательного поглощения светового потока материалом, также может оказывать влияние на его светостойкость. По данным Ф. Х. Садыковой, потеря прочности при инсоляции вискозных нитей, окрашенных кубовыми красителями в желтый и оранжевый цвета, составила 16 %, зеленый — 11,5, синий и коричневый — 11, неокрашенных —

10 % первоначальной разрывной нагрузки. В связи с этим при инсоляции тканей с многоцветным печатным рисунком можно наблюдать явление зонального износа, когда отдельные участки рисунка заметно отличаются по степени разрушения.

Устойчивость материалов к действию светопогоды определяют двумя способами: в естественных условиях и лабораторными методами. При испытании в естественных условиях пробы размещают на специальных стендах, располагающихся на открытом пространстве с ориентацией на юг и под углом 45° к горизонту. Такое испытание наиболее приближено к реальным условиям носки, однако серьезными недостатками являются большая продолжительность испытания (недели и месяцы) и невозможность задавать и контролировать метеорологические условия. Доза облучения зависит от климатической зоны, времени года, облачности и других факторов и поэтому не может характеризоваться продолжительностью инсоляции в часах и неделях. Для учета суммарной дозы облучения используют показатель условной дозы облучения (УДО), определяемый с помощью фотоэлемента. За эталон в 5000 УДО принята доза облучения в 2190 Дж/см^2, которую получают пробы за один безоблачный июльский день с 8 до 18 ч.

В лаборатории устойчивость к светопогоде оценивают с помощью приборов искусственной погоды (АИП) — федометрах, фьюджитометрах, везерометрах и др. Они представляют собой камеру, в которой располагаются лампы искусственного освещения, устройства, регулирующие влажностный и температурный режимы. Исследования показали, что АИП по-разному и не полностью воспроизводят естественные климатические условия прежде всего из-за несоответствия солнечному спектру излучения искусственных источников света.

При оценке устойчивости материалов к действию светопогоды используют различные критерии: изменение разрывной нагрузки, стойкости к истиранию, вязкости раствора полимера волокна, жесткости при изгибе и др.

Действие стирки. При стирке износ материалов происходит под действием комплекса физико-химических и механических факторов. К физико-химическим факторам относится действие моющего препарата, температуры и влаги, к механическим — мокрое истирание материала о материал и детали стиральной машины, многократные деформации растяжения, изгиба, сжатия и кручения.

Износ при многократно повторяющихся стирках является следствием разрушений, происходящих в волокнах, нитях и структуре ткани, трикотажного и нетканого полотен. Деструкция молекулярной и надмолекулярной структур волокон происходит под действием комплекса физико-химических факторов, усиленного многократными деформациями при наличии влаги. Под действием теп-

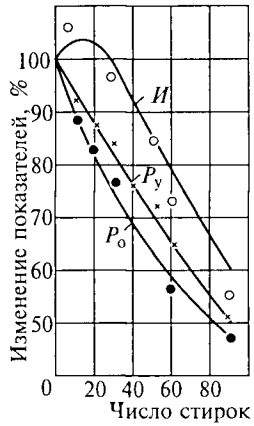


Рис. 2.78. Изменение разрывной нагрузки по основе $P_о$ и утку $P_у$ и устойчивости к истиранию *И* хлопчатобумажной бязи арт. 263 в процессе многократных стирок (по данным И.С.Галык и др.)

лоты и влаги волокна находятся в высокоэластическом состоянии, при котором ускоряются окислительные реакции, гидролиз части молекул, перестройка надмолекулярной структуры, развитие микродефектов и т.п.

Изменения, происходящие в структуре материала и нитей, связаны в основном с действием механических факторов в условиях повышенной температуры и влаги. В процессе первых 10—20 стирок происходят перераспределение напряжений в нитях и существенная перестройка и некоторая стабилизация структуры; в тканях изменяется фаза строения, в трикотаже — форма и размеры петель. Позднее под влиянием многократных деформаций и истирания ослабляются фрикционные связи между волокнами и нитями, происходят расшатывание и постепенное разрушение структуры материала.

В качестве примера на рис. 2.78 приведены кривые изменения разрывной нагрузки и выносливости, характеризующие кинетику износа хлопчатобумажной ткани в процессе многократных стирок. В отличие от понижения прочности при разрыве ткани некоторое повышение ее устойчивости к истиранию связано с уплотнением структуры после первых стирок.

В реальных условиях разрушение материала происходит в результате действия комплекса факторов, а именно носки и стирки (рис. 2.79).

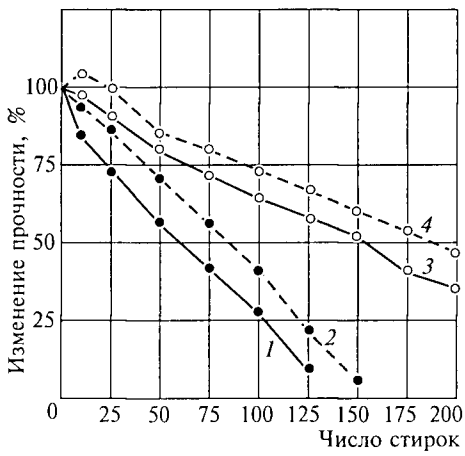


Рис. 2.79. Изменение прочности ткани после носки и многократных стирок изделия:

1 — по основе после носки и стирок; *2* — то же, по утку; *3* — по основе после стирки; *4* — то же, по утку (по данным И.С.Галык и др.)

Устойчивость материалов к многократной стирке определяют на стиральных машинах с использованием мыльного раствора или моющих средств и чаще всего оценивают изменением показателей разрывной нагрузки и устойчивости к истиранию.

Комплексные методы оценки износостойкости материалов. Процесс изнашивания текстильных материалов имеет сложный характер и является результатом одновременного и периодического действия многих факторов, степень влияния которых зависит от конкретных условий эксплуатации изделия.

Наиболее приближенным к условиям эксплуатации комплексным методом определения износостойкости материалов является *опытная носка* изделий. Сущность метода заключается в том, что партия изделий, изготовленных из определенного вида материалов, передается группе лиц-носчиков с примерно одинаковым образом жизни и режимом трудовой деятельности. С учетом цели опытной носки устанавливаются условия, срок эксплуатации изделий и способы наблюдения за процессом изнашивания. При периодическом осмотре изделий определяются внешние признаки и топография износа; проводятся некоторые измерения деформации участков, толщины, числа пиллей и т. п. Часть изделий изымается у носчиков, и из них отбирают пробы материала для проведения лабораторных испытаний.

Для оценки износостойкости в процессе опытной носки чаще всего используют кинетические критерии изменения свойств материала, позволяющие выявить характер изнашивания. По результатам опытной носки устанавливают срок службы материала по предельной изношенности $^2/_3$ всей партии изделий. Продолжительность опытной носки изделий значительна и может составлять для бельевых изделий 1,5 года, костюмов 3 года, пальто 4 года. Кроме того, опытная носка требует больших затрат на изготовление изделий.

В связи с этим стремятся заменить опытную носку экспресс-методами комплексной оценки износостойкости материалов. Существует два направления в применении подобных методов. Первое из них — это создание *приборов* и *установок комплексного воздействия*, в которых материал подвергается одновременному действию нескольких изнашивающих факторов. Например, в аппарат искусственной погоды помещается прибор, совмещающий истирание с многократным растяжением и изгибом. Это в известной степени позволяет имитировать носку верхней одежды. Однако подобного рода устройства весьма сложны и не всегда позволяют с достаточной точностью воспроизвести условия реальной носки и установить, какой из факторов износа является основным. Поэтому это направление не получило широкого распространения.

Чаще применяют *метод комплексного испытания*, при котором одна и та же проба материала подвергается последовательно воз-

действию ряда факторов на соответствующих приборах. В зависимости от вида материала, его назначения и условий эксплуатации разрабатывается программа комплексного испытания, включающая в себя набор факторов износа, выбор приборов, последовательность, параметры и продолжительность испытаний, а также цикличность повторения выбранного комплекса испытаний. Многочисленные исследования износостойкости различных видов материалов, проведенные с использованием метода комплексных испытаний, показали, что при удачно разработанной программе и правильном выборе критериев оценки достигается сравнительно точное соответствие результатов экспресс-метода результатам опытной носки.

Глава 3
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Текстильные материалы, вырабатываемые отечественной промышленностью, в зависимости от способа их производства принято подразделять на ткани, трикотажные полотна (изделия), нетканые полотна.

В соответствии с Общероссийским классификатором промышленной и сельскохозяйственной продукции текстильные материалы обозначаются десятизначным кодом. Первые две цифры кода соответствуют классу продукции, четыре последующие — подклассу, группе, подгруппе и виду. Четыре последние цифры служат для кодирования видового ассортимента продукции.

Ткани бытового назначения и нетканые полотна отнесены к 83-му классу. Этот класс содержит следующие подклассы: 831000 — ткани хлопчатобумажные; 832000 — ткани типа хлопчатобумажных; 833000 — ткани льняные; 834000 — ткани типа льняных; 835000 — ткани шерстяные; 836000 — ткани типа шерстяных; 837000 — ткани шелковые; 838000 — ткани льно-джуто-кенафные; 839000 — нетканые полотна.

В пределах каждого подкласса ассортимент тканей подразделяют на группы. Например, подкласс 831000 включает в себя группы: 831100 — ситцевые, бязевые, сатиновые; 831200 — бельевые; 831300 — платьевые; 831400 — одежные; 831500 — ворсовые, одеяльные и мебельно-декоративные; 831600 — подкладочные, тиковые, полотенечные, платочные; 831700 — суровые, тарные, паковочные, марлевые; 831800 — технические. Каждая группа, в свою очередь, подразделяется на подгруппы. Так, группа 831100 содержит подгруппы: 831110 — ситцевые; 831120 — бязевые; 831130 — сатиновые; 831210 — бязевые бельевые; 831220 — миткалевые бельевые; 831230 — специальные бельевые; 831310 — демисезонные платьевые; 831320 — летние платьевые; 831330 — сорочечные; 831340 — зимние платьевые; 831350 — платьевые с комплексными нитями и т. п. Далее ассортимент тканей делится по видам. Например, ассортимент тканей подгруппы 831320 классифицируется в зависимости от способов оформления, выработки, дополнительной обработки на виды: 831321 — печатные; 831322 — печатные

мерсеризованные; 831323 — гладкокрашеные и т. п. В пределах каждого вида текстильные материалы подразделяют по более частным признакам.

Продукция трикотажной промышленности относится к 84-му классу. Третья цифра десятизначного кода характеризует подкласс продукции: 841 — изделия бельевые; 842 — изделия верхние; 843 — изделия чулочные; 844 — изделия перчаточные; 845 — изделия платочно-шарфовые; 846 — изделия медицинские; 847 — полотна трикотажные; 848 — мех искусственный трикотажный; 849 — изделия прочие. Подклассы подразделяют на группы по видам сырья, в пределах группы — на виды по признаку ассортимента продукции. По разновидностям сырья, видам оборудования, порядковому перечислению продукцию характеризуют 7—10-й разряды кода.

Наряду с классификацией тканей по Общероссийскому классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции существует стандартная (по государственным стандартам) классификация показателей качества продукции, в основе которой лежит признак назначения тканей. В соответствии с этими стандартами ткани подразделяются на группы:

хлопчатобумажные (ГОСТ 4.3—78); по виду сырья они делятся на хлопчатобумажные и смешанные, по назначению — на бельевые (для нательного и постельного белья, корсетных изделий), платьевые (для платьев, блузок, халатов, верхних сорочек), одежные (для костюмов, пальто, плащей), полотенечные, платочные, одеяльные, подкладочные и прикладные, мебельно-декоративные;

шелковые бытового назначения (ГОСТ 4.6—85); их подразделяют по виду сырья на ткани из шелковых натуральных нитей и пряжи, из шелковых натуральных нитей и пряжи с другими волокнами, из искусственных нитей, из искусственных нитей с другими волокнами, из синтетических нитей, из синтетических нитей с другими волокнами; по назначению — на ткани платьевые, блузочные, костюмные, платьево-костюмные, бельевые, корсетные, сорочечные, мебельно-декоративные и портьерные, подкладочные, ворсовые (бархат платьевый, плюш одежный, плюш для игрушек, бархат обувной, прочие ворсовые), искусственный мех одежный (в том числе подкладочный, для обуви, для игрушек), плащевые и курточные; по способу производства и виду основной обработки — на ткани гладкокрашеные, печатные, пестротканые, меланжевые, отварные или отбеленные; по виду дополнительной обработки — на ткани малоусадочные, малолиняемые, со специальной отделкой, с нанесенной пленкой или водоотталкивающей пропиткой;

из химических волокон бытового назначения (ГОСТ 4.51—87): их подразделяют по виду сырья на ткани из химических волокон одного вида, из смеси химических волокон, из химических волокон в смеси с хлопковыми волокнами (менее 50 %), из химических волокон одного вида или их смеси в основе и химических во-

локон в утке; по назначению — на ткани сорочечные, платьевые и платьево-костюмные, костюмные, джинсовые, плащевые, мебельные, портьерные. К этой же группе относятся штучные изделия: ковры безворсовые, покрывала и скатерти, головные платки и шарфы.

Нетканые полотна (ГОСТ 4.34—84) в зависимости от назначения подразделяют на группы: для одежды (платьево-костюмные, блузочно-сорочечные, для комплектов спортивной одежды, детского белья, пляжной одежды, прокладочных, утепляющих, подкладочных), для обуви, полотенечные и др.

Искусственный мех согласно ГОСТ 4.80—82 подразделяют в зависимости от назначения: для одежды, для головных уборов и отделки, для подкладки одежды, для подкладки обуви, для декоративных изделий, для игрушек; по виду применяемого сырья: из синтетических волокон, из синтетических волокон в сочетании с искусственными, из натуральных волокон в сочетании с химическими, из натуральных волокон; в зависимости от длины и тонины волокон — однородной и разнородной структур ворса; по внешнему виду и способу отделки ворса меха — гладкие, пестровязаные, жаккардовые, со стрижкой, без стрижки, с отделкой ворса «под овчину» с тиснением, с рисунчатым эффектом, с рисунчатой укладкой и фасонной стрижкой ворса.

В указанных стандартах содержится перечень общих обязательных показателей, применяемых при оценке качества всех групп тканей, и специализированных показателей, используемых при оценке только отдельных групп.

Стандартная классификация, несмотря на определенные достоинства, не получила широкого распространения при выборе материалов для изделий и в основном применяется для установления номенклатуры показателей качества тканей.

Основные виды бытовых тканей по назначению и волокнистому составу, а также их общая характеристика представлены в государственных стандартах:

ГОСТ 21790—93 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные одежные. Общие технические условия» распространяется на ткани, предназначенные для изготовления швейных изделий пальтово-костюмного ассортимента;

ГОСТ 29298—92 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия» распространяется на ткани, предназначенные для изготовления швейных изделий плательного, сорочечного и бельевого назначения;

ГОСТ 17504—80 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные с отделками синтетическими смолами. Общие технические условия» распространяется на хлопчатобумажные и смешанные ткани, получившие заключительную отделку синтетическими смолами: малосминаемая (МС), легкое глаженье (ЛГ), легкая в уходе (ЛУ),

противоусадочная (ПУХО), тиснение (Т), лощение (Л), серебристо-шелковистая (СШО), несмываемая глянцевая (НГО), малосмываемый аппрет на основе термопластичных смол (МАПС), малосмываемый аппрет на основе термореактивных смол (МАРС), малосмываемый аппрет на основе других различных полимеров (МА);

ГОСТ 9009—93 «Ткани хлопчатобумажные плащевые с водоотталкивающей отделкой. Технические условия» распространяется на хлопчатобумажную ткань арт. 3277 суровую и с водоотталкивающей отделкой;

ГОСТ 10138—93 «Ткани чистольняные, льняные и полульняные бельевые. Общие технические условия» распространяется на ткани для постельного и нательного белья;

ГОСТ 15968—87 «Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия» распространяется на ткани, предназначенные для изготовления швейных изделий одежной группы;

ГОСТ 11518—88 «Ткани сорочечные из химических нитей и смешанной пряжи. Общие технические условия» распространяется на суровые и готовые ткани, выработанные по основе и утку из химических нитей, пряжи из смеси химических волокон и пряжи из смеси химических волокон с хлопком (хлопкового волокна до 50 % включительно);

ГОСТ 29223—91 «Ткани плательные, плательно-костюмные и костюмные из химических волокон. Общие технические условия» распространяется на суровые и готовые ткани, вырабатываемые по основе из химических волокон, смеси химических и хлопковых волокон (хлопковых волокон менее 50 %), химических волокон и нитей (химических нитей менее 50 %), а по утку — из всех видов волокон и нитей;

ГОСТ 29222—91 «Ткани плащевые из химических волокон и смешанные. Общие технические условия» распространяется на ткани суровые и готовые, выработанные из химических волокон, из смеси химических волокон с хлопком, химических волокон в основе и химических нитей в утке и предназначенных для изготовления плащей, курток и спортивной одежды;

ГОСТ 28486—90 «Ткани плащевые и курточные из синтетических нитей. Общие технические условия» распространяется на ткани, вырабатываемые из синтетических нитей по основе и утку и предназначенные для изготовления одежды (плащей-дождевиков, плащей, курток, пальто и других изделий);

ГОСТ 28253—89 «Ткани шелковые и полушелковые плательные и плательно-костюмные. Общие технические условия» распространяется на ткани, вырабатываемые по основе из химических нитей, натурального шелка, шелковой пряжи, пряжи из смеси натурального шелка и химических волокон, а по утку — из всех видов текстильных нитей и пряжи, предназначенных для изготов-

ления швейных изделий блузочного, платьевого и платьево-костюмного ассортимента;

ГОСТ 7081—93 «Полотна шелковые и полушелковые ворсовые. Общие технические условия» распространяется на ткани, выработанные из химических нитей, шелковой пряжи, пряжи с применением натуральных и химических волокон и предназначенные для изготовления швейных изделий платьево-костюмного ассортимента, различных видов одежды и в качестве подкладки для верхней одежды;

ГОСТ 20723—89 «Ткани плательные из натурального крученого шелка. Технические условия» распространяется на ткани, вырабатываемые по основе из нитей шелка-сырца или крепа натурального, а по утку — из натурального крепа и предназначенные для изготовления платьев и других швейных изделий;

ГОСТ 28000—88 «Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные. Общие технические условия» распространяется на ткани камвольные, камвольно-суконные и тонкосуконные, костюмные, платьевые, пальтовые, драпы, фланели, ткани для школьной формы мальчиков;

ГОСТ 20272—96 «Ткани подкладочные из химических нитей и пряжи. Общие технические условия» распространяется на ткани, вырабатываемые из химических нитей в основе и химических нитей или пряжи в утке и предназначенные в качестве подкладки бытовых швейных изделий.

В соответствии с требованиями государственных стандартов на каждый артикул вырабатываемой ткани разрабатывают техническое описание (ТО), в котором приводятся конкретные значения показателей структуры и свойств данной ткани.

Артикул — условный номер (или обозначение), который присваивается данному материалу, отличающемуся от других аналогичных материалов хотя бы одним показателем структуры или свойств.

С 1992 г. в России введена новая система обозначения продукции артикулом, который содержит: букву С — свободная цена, далее стоит число, указывающее порядковый номер продукции, изготовляемой на данном предприятии, а затем шифр (набор букв), раскрывающий название предприятия. Например, ткань хлопчатобумажная, выпускаемая комбинатом Трехгорная мануфактура, имеет артикул С12МЕ, ткань шерстяная, выпускаемая Краснохолмским камвольным комбинатом, — С64АЮ.

Следует отметить, что значительная часть тканей определенных видов вырабатывается без изменений десятки лет; такие виды тканей относятся к классическим (например, ситцы, бязи, льняные полотна, сукно, крепдешин и т. д.). Другая часть ассортимента постоянно обновляется, заменяется более модными тканями новых структур с использованием химических волокон или натурального сырья, смешанного с химическими волокнами. Такие ткани принято называть имитационными.

3.1. Основные виды тканей

Ткани принято подразделять по отраслевому признаку на хлопчатобумажные, льняные, шерстяные и шелковые. В основу этого признака положен вид перерабатываемых волокон.

3.1.1. Хлопчатобумажные ткани

Хлопчатобумажные ткани используют для изготовления широкого ассортимента швейных изделий. В основном это классические однородные ткани, вырабатываемые из хлопка. Наряду с ними все большее распространение получают ткани из хлопка с добавлением вискозных, полинозных, лавсановых, нитроновых волокон и из хлопчатобумажной пряжи вприкрутку с вискозными и капроновыми комплексными нитями.

Хлопчатобумажные ткани обладают рядом положительных свойств: значительной прочностью, достаточной устойчивостью к многократным растяжениям и изгибам, хорошей гигроскопичностью. Изделия из хлопчатобумажных тканей быстро намокают и высыхают, хорошо стираются и гладятся при высоких температурах. Устойчивость хлопчатобумажных тканей к истиранию меньше, чем тканей из синтетических волокон.

Хлопчатобумажные ткани в большинстве случаев хорошо настилаются, легко поддаются резанию, не смещаются, что позволяет укладывать в настил до 180 полотен. Они легко обрабатываются, не осыпаются и редко раздвигаются в швах; при мягкой отделке не прорубаются иглой.

Ткани из хлопка с большим содержанием синтетических волокон легко осыпаются, могут раздвигаться в швах. Вследствие недостаточной термостойкости синтетических волокон температура гладильной поверхности должна быть оптимальной.

К хлопчатобумажным тканям относят ситцы, бязи, сатины, трико, а также бельевые, одежные, полкладочные и ворсовые ткани.

Ситцы и бязи выпускаются гладкокрашеными и печатными с мягкой муслиновой и малосмываемой фулеровочной отделкой, сохраняющейся и после стирки, с жесткой и лощеной отделкой, придающей ткани блеск. Из ситцев и бязей шьют платья, сарафаны, мужские сорочки, бельевые, детские и другие изделия.

Ситцы. Вырабатываются полотняным переплетением из кардной однониточной пряжи (средневолокнистый хлопок) линейной плотности 18,5 текс в основе и 15,4 текс в утке, имеют поверхностную плотность около 100 г/м^2, линейное заполнение 50—53 % по основе и 39—43 % по утку. Ширина ситцев 62—95 см.

Бязи. Более плотные и тяжелые, чем ситцы. Они вырабатываются из кардной пряжи линейной плотностью 25—29,4 текс в основе и 29 текс в утке, имеют поверхностную плотность 140—150 г/м^2.

линейное заполнение 50—53 % по основе и 45—48 % по утку. Освоено производство бязей из пряжи линейной плотностью 25 и 28,9 текс пневмомеханического прядения с поверхностной плотностью 126 г/м^2.

Сатины. Кардные сатины вырабатываются из однониточной пряжи той же линейной плотности, что и ситцы, гребенные сатины — из пряжи линейной плотности 10—15,4 текс в основе и 8,5—11,8 текс в утке. Сатины представляют собой неравноплотные ткани: линейное заполнение их по утку достигает 70—75 %, по основе — 40—45 %. Благодаря этому при сатиновом переплетении лицевая сторона ткани состоит из плотно лежащих уточных перекрытий, придающих ткани гладкую блестящую поверхность. Поверхностная плотность сатинов 110—140 г/м^2. Все сатины мерсеризуются и выпускаются с устойчивой лощеной отделкой.

Печатные сатины со стойким тиснением, придающим тканям рельефную поверхность и уменьшающим их сминаемость, широко используются для пошива платьев, сарафанов, женских халатов.

Гладкокрашеные сатины применяют в качестве подкладочных тканей, для спецхалатов и т.д.

Платьевые хлопчатобумажные ткани. Подразделяют на 4 подгруппы: летнюю, демисезонную, зимнюю и ткани с утком из комплексных нитей. Группа платьевых тканей постоянно обновляется, преимущественно в летней и демисезонной подгруппах.

Платьевые ткани вырабатываются как хлопчатобумажными, так и из смеси хлопка с химическими волокнами. Более $^2/_3$ всех платьевых тканей выпускается из кардной однониточной и крученой пряжи. Лучшие ткани имеют в одной или обеих системах нитей гребенную пряжу. Ограниченное количество тканей вырабатывается из хлопчатобумажной пряжи с прикруткой комплексных вискозных или ацетатных нитей. Получила распространение пряжа фасонной крутки и пряжа с непсами — комочками волокон, окрашенными в разные цвета и прикрученными к пряже.

Создаются новые артикулы платьевых тканей с мелкорельефной поверхностью, получаемые на базе классических переплетений из тонкой пряжи, смешанной с химическими волокнами, тканей с мелкофактурной поверхностью, образуемой путем комбинирования пряжи разных толщины и цвета. Пользуются спросом ткани переплетений пике, панама, основная саржа, ломаная саржа из смешанной пряжи и пряжи роторного, пневмомеханического прядения.

Для платьев, блузок, мужских верхних сорочек модны легкие ткани с мелкорельефными поверхностями, в том числе в пестротканом оформлении, ткани с эффектом жатости, созданные благодаря переплетениям определенных видов и различным способам отделки, а также пестротканые с использованием пряжи фасонной крутки.

Выпускаются платьевые ткани с малоусадочной отделкой, получаемой как химическим, так и механическим способом. Свойства хлопчатобумажных тканей улучшают путем применения малосмываемых аппретов, отделок «стирай — носи» и «форниз».

Ткани летней подгруппы должны быть легкими и обладать хорошей воздухопроницаемостью, поэтому их в большинстве случаев вырабатывают из гребенной пряжи линейной плотности 8,5 — 11,5 текс и крученой пряжи линейной плотности 6 текс × 2 — 11,5 текс × 2 с линейным заполнением 30 — 40 %.

Часть тканей летней подгруппы относится к классическим: майя, вольта, вуаль, маркизет, батист. Это ткани полотняного переплетения, тонкие, легкорастяжимые, поверхностной плотности 60 — 75 г/м^2. Маркизет и вуаль — прозрачные ткани, вырабатываемые из пряжи повышенной крутки (вуаль — из однониточной, маркизет — из крученой), жестковаты на ощупь, сыпучи и могут раздвигаться в швах. Перечисленные ткани выпускаются мерсеризованными, преимущественно печатными, с часто обновляемыми рисунками. Батист вырабатывается из тонкой гребенной пряжи линейной плотности 10 текс в основе и 8,3 текс в утке полотняным переплетением. Изготовляют батист отбеленным, гладкокрашеным, печатным, его поверхностная плотность 71 г/м^2.

Значительная часть летних платьевых тканей — имитационная, часто сменяющаяся. Такие ткани вырабатываются чаще всего мелкоузорчатыми переплетениями из смешанной пряжи.

К летним платьевым тканям относятся ткани типа кисеи, очень прозрачные, одноцветные; ткани с жатыми эффектами, создаваемыми переплетением или разноусадочной пряжей; тонкие ажурные ткани; ткани мелкоузорчатых переплетений, в которых структурные эффекты сочетаются с печатными рисунками; блузочные ткани, отбеленные или окрашенные в светлые цвета, из гребенной тонкой пряжи, с узорными полосами из более толстой пряжи, с блестящим жаккардовым рисунком из вискозных комплексных нитей.

В демисезонную подгруппу объединены платьевые ткани и ткани для мужских верхних сорочек. Ткани демисезонной подгруппы являются дешевыми заменителями шерстяных платьевых тканей и иногда их имитируют. Значительное распространение получили хлопколавсановые ткани, обладающие малой сминаемостью и хорошо сохраняющие форму. Выпускаются также хлопконитроновые шерстистые ткани; хлопковискозные шелковистые, хорошо драпирующиеся, но сильно мнущиеся ткани; хлопкополинозные, напоминающие ткани из гребенной пряжи.

Ткани для демисезонных платьев вырабатываются преимущественно из кардной однониточной пряжи линейной плотности 15,4 — 25 текс или крученой пряжи линейной плотности 15,4 текс × 2 — 25 текс × 2 разнообразными мелкоузорчатыми переплетениями, сар-

жевым переплетением, реже полотняным. Окрашиваются эти ткани в темные цвета, печатные рисунки их мельче, чем ткани летней подгруппы, они часто бывают пестротканными.

К классическим платьевым тканям демисезонной подгруппы, содержащим 100 % хлопка, относятся шерстянка, креп мелкоузорчатого переплетения и кашемир саржевого переплетения — ткани поверхностной плотностью 130 г/м^2 из однониточной кардной пряжи обновляются благодаря новым печатным рисункам.

К более тяжелым тканям из кардной или гребенной некрученой или крученой пряжи относятся шотландка и плетенка, выпускаемые пестротканными с рисунком в клетку и используемые как для платьев, так и для мужских верхних сорочек. Шотландка вырабатывается с поверхностной плотностью 100—160 г/м^2 саржевым или мелкоузорчатым переплетением.

Сорочечные ткани, относящиеся к демисезонной подгруппе, получают в основном из хлопчатобумажной, реже хлопколавсановой пряжи. Для мужских верхних сорочек применяются классические ткани: поплин, репс, пике, а также пестротканые в клетку или полоску, ткани полотняного и мелкоузорчатых переплетений с печатными рисунками, ткани, сочетающие пестротканый рисунок с печатным. Выпускаются также сорочечные ткани с тканым рисунком и легкой фулеровкой (небольшим начесом).

Вырабатываются тонкие мягкие сорочечные ткани с рисунками в виде перемежающихся полос уплотненного атласного или диагоналевого переплетения и прозрачные ажурные; ткани с рисунками в виде сбитых полос и клеток; ткани жаккардовых переплетений с теневыми полосами.

Сорочечные ткани мерсеризуют. Они могут быть подвергнуты химической стабилизации, снижающей их усадку, отделке «стирай—носи», улучшающей их внешний вид и придающей им эффект несминаемости, обработке несмываемыми аппретами.

К зимней подгруппе относятся фланель, бумазея и байка — ткани из кардной пряжи линейной плотности 25—18,5 текс в основе и 50—111 текс в утке, неравноплотные, с большим заполнением по утку, что позволяет получать одно- или двусторонний начес, улучшающий теплозащитные свойства этих тканей.

Фланель вырабатывается с двусторонним начесом полотняным, саржевым, реже мелкоузорчатым переплетением, отбеленной, гладкокрашеной или печатной. Поверхностная плотность 180—200 или 240—250 г/м^2.

Бумазея чаще всего имеет односторонний начес, она может быть полотняного или саржевого переплетения; поверхностная плотность 160—180 или 240—250 г/м^2.

Байка — ткань полутораслойного переплетения с двусторонним начесом, в утке — толстая пряжа линейной плотности 111 или 200 текс. Поверхностная плотность этой ткани 360—400 г/м^2.

Хлопчатобумажные ткани с утком из комплексных нитей (вискозных или ацетатных) вырабатываются мелкоузорчатым или крупноузорчатым переплетением, выпускаются гладкокрашеными, печатными и отбеленными.

Трико. Характерными для трико являются продольные полоски и клетки, образуемые переплетением или цветными нитями. В трико часто используется меланжевая пряжа (из волокон, окрашенных в разные цвета до прядения), пряжа из разноцветных нитей вприкрутку с комплексными химическими нитями. Трико вырабатывается комбинированными переплетениями, переплетением ломаная и усиленная саржа.

Хлопчатобумажное трико имитирует костюмную шерстяную ткань и предназначается для недорогих мужских костюмов. Поверхностная плотность трико 230—270 г/м^2.

Коверкот — ткань, вырабатываемая диагоналевым переплетением или усиленным атласом из крученой двухцветной пряжи линейной плотности 18,5 текс × 2 в основе и одноцветной пряжи линейной плотности 26,3 текс в утке. Плотность по основе в этой ткани значительно больше плотности по утку (в два раза и более).

Диагональ — ткань меланжевая, имеет диагоналевое переплетение. Относительная плотность ее по основе около 100 %; поверхностная плотность 240—290 г/м^2.

Джинсовые ткани вырабатываются саржевым переплетением из однониточной кардной пряжи, крашеной в основе и суровой в утке. Наряду с классической джинсовой тканью, получившей широкое применение для молодежных спортивных костюмов, курток, брюк, юбок, выпускаются джинсовые ткани с цветными нитями, образующими рисунок в полоску и клетку. Для производства джинсовых тканей используется пряжа с добавлением лавсановых волокон, а также вискознолавсановая.

К зимним тканям относятся сукно, вельветон и замша. Сукно вырабатывается из кардной пряжи, более толстой в системе утка, чем в системе основы, с большим заполнением по утку, переплетением усиленный сатин. Лицевая сторона тканей покрыта плотным, хорошо закатанным ворсом, образуемым путем многократного начеса и стрижки. Чаще всего сукна выпускают гладкокрашеными, реже меланжевыми.

Вельветон — ткань, вырабатываемая из крученой пряжи линейной плотностью 29,4 текс × 2—15,4 текс × 2 в основе и однониточной пряжи линейной плотностью 50—58,8 текс в утке переплетением усиленный сатин. Поверхностная плотность вельветона 370—400 г/м^2.

Замша отличается от других тканей очень коротким и хорошо запрессованным начесным ворсом. Поверхностная плотность замши 405—415 г/м^2. Замша вырабатывается из крученой пряжи в основе и однониточной в утке.

Бельевые ткани. Эта группа делится на три подгруппы: бязевую, миткалевую и специальную. Бельевые ткани выпускаются отбеленными или окрашенными в светлые цвета.

В бязевую подгруппу входят бязи и полотна. Бельевые бязи по заправочным данным такие же, как и описанные выше бязи. Бельевые полотна более грубые, чем бязи. *Бязи* применяются для мужского и постельного белья, *полотна* — только для постельного белья.

К миткалевой подгруппе относятся суровые ткани, называемые *миткалями.* По структуре они аналогичны ситцам. При мягкой отделке (менее 1,5 % аппрета) из миткаля получают ткань, называемую муслин, при содержании аппрета 1,5—2,5 % — собственно миткаль, при полужесткой отделке — мадаполам (более 2,5—3 % аппрета). *Муслин* применяется для изготовления детских изделий, женских ночных сорочек, *мадаполам* — постельного белья (пододеяльников, наволочек и т. п.).

К миткалевой подгруппе принадлежит также *шифон* — добротная ткань полотняного переплетения из гребенной пряжи линейной плотности 15,4 или 14,3 текс в основе и 11,8 текс в утке с линейным заполнением 50—60 %, выпускается мерсеризованной.

В специальную подгруппу входит *гринсбон*, вырабатываемый переплетением ломаная саржа, и *тик-ластик* атласного переплетения. Это плотные ткани из однониточной кардной пряжи линейной плотностью в основе 25 текс, в утке 36 текс, поверхностной плотностью 160—197 г/м^2 используются для изготовления мужского белья.

Одежные ткани. Подразделяются на гладкокрашеные и меланжево-пестротканые, зимние и специальные.

Бóльшая часть одежных тканей вырабатывается из кардной пряжи: однониточной пряжи линейной плотностью 25—70 текс и крученой пряжи линейной плотностью 15,4 текс × 2—25 текс × 2. Ткани многих артикулов выпускаются из смешанной пряжи с содержанием химических волокон. Наряду с пряжей кольцевого прядения для этих тканей используется пряжа пневмомеханического прядения. Ткани одежной группы имеют значительное заполнение: 60—100 % по основе, 40—80 % по утку. Поверхностная плотность легких тканей 180—280 г/м^2, тяжелых 280—415 г/м^2. Многие из тканей выпускаются мерсеризованными с малоусадочной и несминаемой отделкой.

К гладкокрашеным относятся ткани классического ассортимента: *диагональ* — очень распространенная ткань саржевого переплетения, имеющая значительное заполнение по основе, поверхностную плотность 180—380 г/м^2; *молескин* — ткань с гладкой блестящей поверхностью, вырабатываемая усиленным сатиновым переплетением с большим заполнением по утку, поверхностной плот-

ностью 200—350 г/м^2; *репс* — ткань полотняного переплетения с поперечным рубчиком, образующимся из толстого утка, поверхностная плотность 180—220 г/м^2. Эти ткани выпускаются окрашенными в темные цвета; ткани многих артикулов мерсеризуются. Их используют для спецодежды, гимнастерок, телогреек и др. Из диагонали шьют также недорогие плащи, в этом случае ей придается водоотталкивающая пропитка.

Значительно возрос выпуск плащевых тканей с фактурными эффектами, которые заменили ткани с гладкой поверхностью. Это плащевая саржа с некрупным диагональным рубчиком, плащевое полотно типа поплина, выпускаемые с полимерным покрытием изнаночной стороны. Вырабатываются ткани типа молескина с глянцевой застилистой поверхностью; ткани с мелкорельефной поверхностью, с продольными рубчиками, с фулеровкой под замшу или подворсовкой с изнаночной стороны; плотные ткани полотняного переплетения из толстой пряжи с отделкой, имитирующей кожу. Поверхностная плотность этих тканей 190—300 г/м^2.

В подгруппу меланжево-пестротканых тканей входят наиболее дорогие, добротные и износостойкие ткани одежной группы. Значительное место занимают ткани из смешанной, особенно хлопколавсановой и хлопконитроновой пряжи.

Подкладочные ткани. К ним относятся: *коленкор* — ткань, аналогичная мадаполаму и ситцу, но с очень жесткой отделкой (содержание аппрета 8—10 %), используется для прокладок в одежде; *саржа рукавная* — отбеленная ткань с печатным рисунком в виде полос; *карманная ткань* — вырабатывается полотняным переплетением, реже переплетением ломаная саржа из кардной пряжи линейной плотностью 25—36 текс.

Ворсовые ткани. В эту группу входят ткани с уточно-разрезным ворсом: вельвет (вельвет-корд, вельвет-рубчик) и полубархат. Освоено производство основоразрезного бархата.

Ткани ворсовой группы имеют основу из гребенной или кардной крученой пряжи и чаще всего однониточный уток. Чтобы после разрезания ворса не ослабить уточную систему, ворсовые ткани вырабатываются с большой плотностью по утку.

Вельвет получают из крученой кардной пряжи линейной плотностью 18,5 текс × 2 или гребенной пряжи линейной плотностью 15,4 текс × 2, 11,7 текс × 2 в основе; кардной пряжи линейной плотностью 41,7, 31,2 и 18,5 текс либо гребенной пряжи линейной плотностью 29,4 и 15,4 текс в утке. Поверхностная плотность вельвета 220—350 г/м^2.

Вельвет-корд имеет на поверхности ворс высотой до 1,5 мм, располагающийся полосами-рубчиками шириной 3—5 мм. Вельвет-рубчик имеет на поверхности мелкие рельефные полосы — рубчики, высота ворса 0,8—0,9 мм. Выпускают вельветы гладкокрашеными или печатными.

Полубархат обладает сплошной гладкой ворсовой поверхностью с высотой ворса до 2 мм. Ворс образуется при разрезании ворсовых уточных нитей.

Бархат — ворсовая ткань с основоразрезным ворсом.

3.1.2. Льняные ткани

Различают льняные ткани бытового назначения, технические и тарные. Объем выпуска тканей бытового назначения постоянно увеличивается вследствие сокращения производства технических тканей из льняных волокон и замены их тканями или неткаными полотнами из химических волокон и другими материалами. Расширяется производство льняных тканей благодаря применению котонина (модифицированного льняного волокна).

Льняные ткани вырабатываются из пряжи льняной мокрого прядения, льняной сухого прядения, оческовой мокрого прядения и оческовой сухого прядения. По волокнистому составу различают чистольняные, льняные и полульняные ткани, которые вырабатываются из льняной пряжи в сочетании с хлопчатобумажной пряжей, химическими нитями, а также из смешанной пряжи, содержащей штапельные химические волокна.

Ткани бытового назначения (полотна, костюмно-платьевые, столовые, бельевые, полотенечные и др.) вырабатываются чистольняными из льняной однониточной пряжи мокрого прядения линейной плотности 33,3—117,6 текс и полульняными с хлопчатобумажной основой линейной плотности 18,5; 20,5; 25; 29,4 текс, часто скрученной в два сложения. Для получения костюмно-платьевых тканей используется смешанная пряжа (льнолавсановая, льнокапроновая, льнонитроновая). Распространение получили льнолавсановые ткани, содержащие 50 или 67 % лавсановых волокон.

Льнолавсановые ткани шерстисты и имеют красивый внешний вид. При вложении более 50 % лавсановых волокон льнолавсановые ткани не сминаются, обладают значительной формоустойчивостью и хорошо ложатся в складки, устойчивы к истиранию, однако их гигроскопичность по сравнению с льняными тканями ниже, что ухудшает гигиенические свойства тканей. Эти ткани подвержены пиллингу.

Льновискозные ткани шелковисты и красивы, хорошо драпируются, гигроскопичны, но сминаются, как и льняные ткани. Вырабатываются эти ткани с содержанием вискозных, триацетатных волокон, а также из льняной пряжи вприкрутку с комплексными капроновыми, лавсановыми и вискозными нитями.

Выпускаются льняные формоустойчивые ткани с выразительными рельефными поверхностями, пластичные ткани с разнообразными рисунками переплетений, в том числе ажурные, имитирующие мережку, с эффектами накладных стежков, с жаккардо-

выми рисунками, имитирующими эффект жатости. Для костюмов, юбок и брюк по-прежнему применяются льняные ткани диагоналевых саржевых переплетений.

Наблюдается тенденция снижения поверхностной плотности льняных костюмных тканей до 160—220 г/м^2, платьевых — до 100—160 г/м^2, блузочно-сорочечных — до 90—120 г/м^2, применения льнолавсановой и хлопчатобумажной пряжи линейной плотности не более 42 текс. Разрабатываются облегченные костюмные ткани с зернистой фактурой поверхности. Фактурная поверхность платьевых тканей создается путем использования разных переплетений или пряжи разной толщины, например, по полотняному фону ткани чередуются полосы из нитей дополнительной узорообразующей основы с ажурами; у блузочных тканей узор клетки выполняется саржевым переплетением с настилами из нитей основы. На платьевых тканях проектируются жаккардовые рисунки, имитирующие эффект непропряда. Оптическим эффектом обладают рисунки пестротканой поперечной полосы в сочетании с переплетением типа вафельного. Ткани для детской одежды имеют печатные и пестротканые рисунки.

Льняные ткани характеризуются большой прочностью и малой растяжимостью. Они устойчивы, жестки и плохо драпируются, быстро сминаются и легко разглаживаются утюгом, гигроскопичны, что повышает их гигиенические свойства, и хорошо стираются.

Льняные ткани хорошо ложатся в настилы, не заминаются, однако из-за гладкой поверхности могут сдвигаться при раскрое. Режутся льняные и льнолавсановые ткани с большим усилием, ножи раскройных машин быстро тупятся и их приходится часто затачивать. Полульняные ткани с хлопчатобумажной основой режутся легче.

Обработка льнолавсановых тканей в швейном производстве вызывает некоторые затруднения: при значительном содержании лавсана в тканях вследствие нагрева иглы лавсановые волокна могут расплавляться и заплавлять ушко иглы; при большой длине шва иногда происходит его стягивание. Температура гладильной поверхности не должна превышать 180 °С.

В швейном производстве широко применяют костюмно-платьевые ткани и бортовку.

Костюмно-платьевые ткани — одна из наиболее развивающихся групп льняных тканей. Ежегодно выпускается около 50 артикулов тканей этой группы. Поверхностная плотность костюмных тканей 150—300 г/м^2, платьевых 100—200 г/м^2.

Костюмно-платьевые ткани имеют немногочисленную подгруппу чистольняных тканей, в которой сохранился ряд артикулов, вырабатываемых из пряжи мокрого прядения линейной плотности 45—85 текс атласным и мелкоузорчатыми переплетениями и вы-

пускаемых в большинстве случаев гладкокрашеными, отбеленными и полубелыми (коломенок, рогожка и др.).

Подгруппа полульняных костюмно-платьевых тканей несравнимо больше и разнообразнее. За последние годы особенно расширился ассортимент тканей новых структур для платьев, блузок, сорочек, костюмов, джинсов, комплектов молодежной и спортивной детской одежды.

Тонкие сорочечные и блузочные ткани разреженных структур вырабатываются из пряжи низкой линейной плотности; при этом используются разнообразные сочетания льняной, хлопчатобумажной пряжи и химических нитей. Эти ткани могут иметь гладкую поверхность, образуемую полотняным переплетением, или мелкофактурную поверхность, создаваемую переплетением или комбинированием нитей различной линейной плотности.

Облегченные платьевые ткани вырабатываются из льнолавсановой и хлопчатобумажной пряжи средней линейной плотности мелкоузорчатыми переплетениями с чередующимися плотными и разреженными полосами. Ткани с меланжевым эффектом получают благодаря использованию смеси волокон, различно воспринимающих красители. Ткани с эффектом зернистости вырабатывают из льняных нитей, скрученных с капроновыми, которые вследствие своей упругости стягивают льняную пряжу, сообщая нитям штопорообразную извитость. В эту подгруппу входят также ткани относительно тяжелых грубоватых структур для костюмов и женских летних пальто, имеющие шероховатую поверхность (типа домотканых холстов), или шерстоподобные пластичные из льнолавсановой пряжи с добавлением цветного непса; ткани с эффектами, создаваемыми нитями разных структур — толстыми и тонкими, льняными, хлопчатобумажными, вискозными или синтетическими высокоусадочными текстурированными; ткани разнообразных переплетений, в том числе крупноузорчатых, пестротканые с нечетко выраженным размытым рисунком полос, печатные с рисунками, нанесенными методами фотофильмпечати; ткани джинсовые повышенной плотности саржевых переплетений, пестротканые с рельефным рисунком в виде полос и клеток, с двухсторонним узором.

Бортовки — ткани полотняного переплетения из льняной или оческовой пряжи мокрого прядения линейной плотности 83,2—200 текс, выпускаются они суровыми, с малоусадочной отделкой.

3.1.3. Шерстяные ткани

Шерстяные ткани одежные бытового назначения в зависимости от вида используемой пряжи и способа выработки подразделяют на камвольные (гребенные), тонкосуконные, грубосуконные.

Камвольные ткани вырабатываются из гребенной однониточной пряжи линейной плотности 22,2—41,6 текс или крученой ли-

нейной плотности 15,6 текс × 2; 19,2 текс × 2; 22,2 текс × 2; 25 текс × 2; 31,2 текс × 2; 41,6 текс × 2 гребенной пряжи. Эти ткани имеют открытый рисунок переплетения.

Тонкосуконные ткани получают из аппаратной пряжи линейной плотности 50—100 текс. Они имеют ворсовой застил, сильно или слегка уваленный, полностью или частично закрывающий рисунок переплетения.

Грубосуконные ткани вырабатываются из толстой аппаратной пряжи линейной плотности 143—333 текс.

Для производства шерстяных тканей используют пряжу, выработанную из тонкой, полутонкой, полугрубой и грубой шерсти (овечьей, верблюжьей), вторичной (восстановленной) шерсти, обратов и угаров шерстяного производства. При выработке полушерстяных тканей применяют хлопчатобумажную пряжу и нити из химических волокон, полушерстяную пряжу из смеси волокон (шерстяных, хлопковых, вискозных, лавсановых, капроновых, нитроновых и др.).

Камвольные ткани вырабатываются из пряжи тонкогребенного и грубогребенного прядений. Для высококачественных тканей применяют пряжу, полученную из окрашенных волокон. В смеси для шерстяных и полушерстяных тканей добавляют лавсановые, нитроновые, капроновые и вискозные штапельные волокна — матированные, крашенные в массе, иногда извитые. Доля лавсановых или нитроновых волокон в смесях составляет 35—75 %, капроновых — 5—10 %. Камвольные ткани, содержащие синтетические волокна, обладают повышенной прочностью, упругостью; ткани, содержащие лавсановые волокна, хорошо сохраняют складки, полученные при влажно-тепловой обработке. Однако химические волокна немного ухудшают свойства тканей: появляется блеск, образуются пилли, ускоряется их загрязняемость, понижаются гигиенические свойства. Так, с увеличением содержания лавсановых или нитроновых волокон до 65—80 % влажность ткани по сравнению с чистошерстяной уменьшается в 2—3 раза. Ткани, содержащие нитроновые волокна, шерстисты, характеризуются чистотой и яркостью окраски.

Как чистошерстяные, так и шерстяные и полушерстяные камвольные ткани делятся на платьевые, гладкокрашеные костюмные, пестротканые костюмные и пальтовые.

Платьевые ткани вырабатываются из крученой пряжи линейной плотности 22—36 текс; 18 текс × 2; 19 текс × 2; 22 текс × 2; 25 текс × 2; 31 текс × 2; 36 текс × 2. При выработке шерстяных и полушерстяных тканей часто применяется подкрутка химических нитей. Линейное заполнение платьевых тканей 40—65 %, поверхностная плотность 130—250 г/м^2 (платьево-костюмных тканей — 150—300 г/м^2).

В выпуске платьевых чистошерстяных тканей большой удельный вес занимают ткани креповых структур из пряжи повышен-

ной креповой крутки, вырабатываемые мелкоузорчатыми переплетениями.

Среди платьевых шерстяных и полушерстяных тканей наибольшую долю составляют ткани полотняного, саржевого и мелкоузорчатого переплетений; малую долю имеют полушерстяные ткани крупноузорчатых переплетений. Если платьевые чистошерстяные ткани чаще всего выпускаются гладкокрашеными, чтобы лучше выявить фактуру шерстяного материала, то полушерстяные ткани чаще всего имеют рисунок в клетку, полоску, для их выработки используется пряжа фасонной крутки, преимущественно буклированная, цветной непс. Выпускаются легкие туали — ткани незначительной плотности, полотняного переплетения, из пряжи грубогребенного прядения, с рисунками в виде клеток и полосок средней и крупной величины, выполненными в мягкой цветовой гамме, а также ткани с печатными рисунками.

По-прежнему среди платьевых шерстяных и полушерстяных тканей большое место занимают классические ткани саржевого переплетения, которые выпускаются под названием «кашемир». Для платьев и платьев-костюмов модны крепы, в том числе с жаккардовым переплетением, ткани с чередованием различных переплетений (полотняного и атласного, крепового и атласного).

Костюмные чистошерстяные и полушерстяные ткани имеют основу, а в большинстве случаев и уток из крученой пряжи линейной плотности 15,7 текс × 2; 19,2 текс × 2; 22,2 текс × 2; 31,3 текс × 2. Для шерстяных и полушерстяных тканей наряду со смешанной крученой пряжей используется пряжа с подкруткой вискозных комплексных нитей линейной плотности 16,6 текс в количестве не более 35 % массы нити, а также капроновые нити линейной плотности 6,6 текс.

Поверхностная плотность камвольных костюмных тканей 150—300 г/м^2 (большинство костюмных полушерстяных тканей имеет поверхностную плотность 160—250 г/м^2). Линейное заполнение костюмных тканей 70—90 %; в отдельных (высококачественных) костюмных чистошерстяных тканях оно достигает 100—110 %.

Гладкокрашеные костюмные ткани как чистошерстяные, так и полушерстяные немногочисленны. В ассортименте чистошерстяных гладкокрашеных тканей сохранились добротные, высококачественные классические ткани — бостон, крепы, трико.

Бостон — гладкокрашеная ткань саржевого переплетения (саржа 2/2) имеет поверхностную плотность 320—340 г/м^2, вырабатывается из пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2 в основе и утке. Отличается повышенной износостойкостью, легко обрабатывается в швейном производстве.

Крепы — ткани, вырабатываемые из пряжи креповой крутки, имеют поверхность с характерным креповым эффектом, выпускаются гладкокрашеными. Эти ткани очень добротные, мало смина-

ются, хорошо драпируются. *Трико* — ткани с ткацкими рисунками, имеют, как правило, мелкоузорчатые переплетения.

К полушерстяным гладкокрашеным костюмным тканям классического ассортимента относятся шевиот, диагональ и креп. *Шевиот* — ткань саржевого переплетения из неоднородной пряжи (полугрубой, шерстяной), скрученной с хлопчатобумажной; *диагональ* — ткань диагоналевого переплетения из смешанной крученой пряжи. Обе ткани жесткие, устойчивой структуры, используются преимущественно для ведомственной одежды. *Крепы* вырабатываются из шерстяной пряжи вприкрутку с комплексными вискозными нитями.

Пестротканые костюмные, чистошерстяные и полушерстяные ткани разнообразнее, чем гладкокрашеные. К высококачественным чистошерстяным классическим тканям относится трико, вырабатываемое комбинированными переплетениями, образующими разнообразные по ширине и структуре полосы. Пряжа для таких тканей — крученая крашеная (разного цвета для основы и утка), иногда скрученная из разноцветных нитей, близких по тональности.

Фланели — ткани полотняного или саржевого переплетения с фулеровкой, гладкокрашеные или меланжевые; габардиноподобные ткани саржевого или диагоналевого переплетения с мягкими по тону полосками; ткани атласного или саржевого переплетения с легкой фулеровкой.

К костюмным полушерстяным тканям относятся разнообразные трико, пестротканые, иногда меланжевые, со структурными эффектами. Если в чистошерстяном трико полосы мелкие, мягких тонов, с едва заметными переходами, то в полушерстяных трико полоска и клетка более яркие, создаваемые разноцветной пряжей или переплетениями — комбинированными, ломаной саржей.

Снижение материалоемкости шерстяных костюмных тканей потребовало применения современных методов отделки этих материалов (несминаемой — для тканей с нитроном, умягчающей — для тканей с лавсаном), а также методов технологической обработки швейных изделий из них («форниз», фронтальное дублирование).

Пальтовые ткани — это классические камвольные ткани (габардин), ткани саржевого или диагоналевого переплетения с крутым рубчиком, с очень большим линейным заполнением по основе.

Габардины (чистошерстяные и полушерстяные) вырабатываются из крученой пряжи переплетением диагоналевым или сложная саржа, имеют поверхностную плотность 300—400 г/м^2; они неравноплотные гладкокрашеные. Габардины хорошо драпируются, характеризуются повышенной износостойкостью. Однако благодаря высокой относительной плотности по основе (100—120 %)

эти ткани легко прорубаются иглой, плохо поддаются влажно-тепловой обработке.

Выпускаются ткани для женских пальто — легкие, застилистые, с разнообразными (в том числе жаккардовыми) переплетениями, с рельефными рисунками, слегка подваленные, с низко остриженным ворсом, а также двухслойные пальтовые ткани с использованием гребенной пряжи в лицевом слое и аппаратной в изнаночном.

Для летних плащей применяются ткани полотняного переплетения, из смешанной (с химическими волокнами) пряжи, сравнительно легкие, с гладкой поверхностью и водоотталкивающими пропитками.

Для мужских, женских, молодежных костюмов, юбок, комбинезонов, курток, брюк используются камвольные ткани: габардины, ткани переплетений саржа и ломаная саржа, коверкоты гладкокрашеные, меланжевые и пестротканые (коверкот — неравноплотная однослойная ткань, вырабатываемая усиленным атласом или саржевым переплетением из крученой по основе двухцветной пряжи).

Тонкосуконные чистошерстяные ткани делятся на три подгруппы: сукна, пальтовые и драпы.

Сукна чистошерстяные — однослойные ткани полотняного, реже саржевого переплетения, сильно уваленные, с войлокообразным застилом, закрывающим переплетение и делающим поверхность ткани матовой. Выпускаются гладкокрашеные, реже меланжевые сукна, их поверхностная плотность 350—500 г/м^2.

Сукна чистошерстяные применяются в основном для ведомственной и военной одежды (мундирное, кительное, шинельное, кантовое).

Пальтовые чистошерстяные ткани — гладкокрашеные или меланжевые; для них характерна мягкая структура с рельефными рисунками. Некоторые артикулы пальтовой ткани вырабатываются с применением верблюжьей шерсти, пестротканые или меланжевые, из пряжи линейной плотности 100—220 текс; поверхностная плотность 450—550 г/м^2.

Драпы чистошерстяные — двухслойные или полутораслойные ткани с линейным заполнением до 100—150 % по основе и утку. Различают драпы одно- и двухлицевые (отделывают соответственно лицевую или лицевую и изнаночную стороны ткани).

Драпы из чистошерстяной пряжи — это добротные, тяжелые ткани поверхностной плотности 500 г/м^2 и более (для мужской одежды), 400—500 г/м^2 (для женской), 400—450 г/м^2 (для детской одежды). Эти ткани подвергают интенсивной валке, в результате чего на поверхности образуется плотный слой переплетающихся волокон, скрывающий рисунок переплетения. Различают высококачественные классические драпы: велюр, у которого после вор-

сования лицевой поверхности образовавшийся волокнистый слой подстригают для получения ворса требуемой высоты; кастор — ткань, которая после увалки подвергается начесу и запрессовке короткого ворса; ратин — разворсованный драп с фигурным расположением волокон ворсовой поверхности (что достигается путем специальной обработки — ратинирования).

Группа тонкосуконных полушерстяных тканей включает в себя следующие подгруппы.

Платьевые полушерстяные ткани вырабатываются из пряжи линейной плотностью 50—100 текс, содержащей кроме шерсти вискозные, нитроновые или капроновые волокна. Они имеют саржевое, полотняное или мелкоузорчатое переплетение, линейное заполнение 55—65 %, поверхностную плотность 180—250 г/м^2.

Костюмные полушерстяные гладкокрашеные и *пестротканые* ткани вырабатываются из пряжи линейной плотностью 50—125 текс с линейным заполнением 60—80 %; их поверхностная плотность 280—350 г/м^2. Промышленность выпускает широкий ассортимент этих тканей, в том числе классические: шевиот, трико, ткань костюмную. Эти ткани изготовляют пестроткаными, чаще всего с рисунками в виде клетки или полоски.

Выпускаются ткани с рельефными поверхностями, имеющие разную последовательность чередования толстых и тонких нитей; ткани комбинированных переплетений; пиджачные ткани с крупными и яркими клетками и полосками; ткани типа джинсовых с различными полосками — широкими и узкими, сближающимися, теневыми, атласного или саржевого переплетения с легкой фулеровкой; фланели — ткани саржевого или полотняного переплетения, сравнительно тонкие, мягкие, гладкокрашеные или меланжевые.

Сукна полушерстяные вырабатываются из смешанной пряжи (шерстяных и вискозных волокон), а также из хлопчатобумажной пряжи (в основе) и смешанной (в утке). Используются эти ткани для изготовления в основном ведомственной или специальной одежды.

Пальтовые полушерстяные — это ткани разнообразного, постоянно обновляющегося ассортимента. Для выработки этих тканей используют пряжу с содержанием 20—70 % шерсти, пряжу фасонной крутки, шерстяную пряжу вприкрутку с вискозными окрашенными нитями. Основная масса пальтовых тканей вырабатывается пестротканой с рельефной поверхностью, образуемой благодаря применению фасонной пряжи. Их поверхностная плотность 400—500 г/м^2. Например, ткань пальтовая с рельефной поверхностью вырабатывается из крученой пряжи, имитирующей фасонную, линейной плотностью 100 текс в основе, 200 текс и 25 текс × 2 в утке, с поверхностной плотностью 516 г/м^2.

Драпы полушерстяные изготовляют из пряжи, содержащей 30—70 % шерстяного волокна, полутораслойными или двухслойными,

гладкокрашеными, пестротканными или меланжевыми. По структуре, внешнему виду, поверхностной плотности они аналогичны чистошерстяным драпам.

Чистошерстяные и полушерстяные ткани вырабатываются из неоднородной грубой или полугрубой шерстяной пряжи линейной плотности 149—333 текс.

Сукна хорошо настилаются, благодаря шероховатой поверхности не смещаются в настиле и легко поддаются резанию. В большинстве случаев они без труда сутюживаются и оттягиваются. Исключение составляют сильно увалянные ремнистые сукна и сукна со значительным вложением синтетических волокон. Тонкие и грубые сукна не осыпаются по срезам, что значительно упрощает их обработку. Разреженные тонкосуконные ткани при смачивании могут давать значительную усадку.

При выработке шерстяных тканей уделяется внимание рациональному и экономному использованию ресурсов шерсти, снижению материалоемкости. К перспективным направлениям развития производства шерстяных тканей можно отнести: увеличение выпуска пальтовых тканей с ворсом, в том числе с применением верблюжьей и других видов шерсти, в пестротканом и гладкокрашеном оформлении; снижение поверхностной плотности тканей, прежде всего костюмных полушерстяных; расширение ассортимента пальтовых тканей благодаря применению аппаратной пряжи на лицевой поверхности ткани, а драпов — благодаря получению пестротканых открытых рисунков переплетений и сложному меланжевому оформлению; создание современных тонкосуконных и камвольно-суконных рельефных тканей путем применения новых рисунков переплетений или вложения пряжи фасонной крутки новых видов, а также ворсовых «под бобрик» в меланжевом или пестротканом оформлении, саржевых или диагоналевых переплетений.

3.1.4. Шелковые ткани

Шелковой промышленностью выпускаются ткани из натуральных и химических волокон, пряжи и нитей, из смесей химических волокон с хлопковыми (хлопкового волокна менее 50 %), из химических волокон и их смесей в основе и химических волокон в утке.

Шелковые ткани предназначаются прежде всего для платьев, платьев-костюмов и блузок. Из них также шьют плащи, пальто, куртки, мужские сорочки, костюмы, предметы женского туалета, их используют для подкладки пальто, костюмов, брюк.

Удельный вес тканей из натурального шелка в общем объеме выпуска шелковых тканей составляет около 3 %. За последние годы в ассортименте этих тканей произошло мало изменений. Основную часть выпуска составляют классические ткани креповой подгруппы: крепдешин, креп-шифон, креп-жоржет.

Креповые ткани вырабатываются с применением нитей креповой крутки: двух-, трех-, четырех- и пятиниточного крепа из шелковых нитей линейной плотности 3,23; 2,33 и 1,56 текс.

Крепдешин — полукреповая ткань полотняного переплетения, вырабатывается из нитей креповой крутки в утке и нитей шелка-сырца в основе, характеризуется слегка зернистой поверхностью, мягким блеском. Поверхностная плотность ткани 55—75 г/м^2.

Креп-шифон — чистокреповая ткань полотняного переплетения, легкая, полупрозрачная. Вырабатывается она из двухниточного крепа в основе и утке, обладает мелкозернистой матовой поверхностью с четко выраженным креповым эффектом. Поверхностная плотность ткани 20—30 г/м^2.

Креп-жоржет — ткань, аналогичная по структуре креп-шифону, вырабатывается из двух-, четырехниточного крепа; поверхностная плотность ткани 35—65 г/м^2.

Гладьевая подгруппа включает в себя ткани, вырабатываемые из крученой пряжи линейной плотности 5 текс × 2 — 10 текс × 2 полотняным переплетением. Типичный представитель этой подгруппы — полотно.

В подгруппу жаккардовых тканей входят атлас, штоф и другие ткани, вырабатываемые из шелка-сырца, шелковой пряжи или нитей пологой крутки жаккардовым переплетением.

Подгруппа ворсовых тканей представлена бархатом. Он вырабатывается из натуральной шелковой пряжи линейной плотностью 5 текс × 2 — 7,2 текс × 2 ворсовым переплетением. Ворс короткий, высотой до 2 мм.

Группа тканей, изготовляемых из натурального шелка в смеси с другими волокнами, очень малочисленна.

В подгруппу креповых входят ткани типа крепдешин, получаемые из натуральных шелковых креповых нитей (в утке) и триацетатных или капроновых нитей (в основе), например ткань платьевая, вырабатываемая из нитей креповой крутки линейной плотностью 2,33 текс × 5 в основе и капроновых нитей шелон линейной плотности 5 текс × 2 в утке.

К подгруппе гладьевых тканей относятся платьевые ткани, имеющие в основе шелк-сырец, а в утке — нити или пряжу из химических волокон. Поверхностная плотность этих тканей составляет 70—130 г/м^2.

Подгруппа жаккардовых тканей включает в себя ткани, изготовляемые из шелка-сырца или шелка-основы (в основе) и триацетатных нитей (в утке). Характеризуются эти ткани атласным фоном, выполненным из натурального шелка, и рисунком из триацетатных нитей. Поверхностная плотность этих тканей составляет 100—140 г/м^2.

Подгруппа ворсовых (бархат платьевый, велюр-бархат, велюр-бархат вытравной) — это ткани, вырабатываемые из натураль-

ных шелковых нитей в основе и утке, имеющие ворс из вискозных нитей. Поверхностная плотность этих тканей составляет 150—180 г/м^2.

Для выработки шелковых тканей из искусственных нитей используют в основном диацетатные и триацетатные, реже вискозные нити пологой, муслиновой, креповой круток, мооскреп, креп-гранит, текстурированные и фасонные, металлизированные и другие нити.

Ассортимент тканей этой группы достаточно широкий и постоянно обновляется благодаря разработке новых структур нитей и тканей, применению новых видов отделки, приданию поверхности тканей определенного внешнего эффекта. Поверхностная плотность тканей этой группы 60—200 г/м^2.

К подгруппе креповых относятся ткани, вырабатываемые из нитей креповой крутки, мооскрепа или креп-гранита (стержневая нить — креп вискозный, обвивающая — диацетатная или триацетатная нить пологой крутки). Эту подгруппу составляют креп-жоржеты, креп-марокены, крепы платьевые, выпускаемые под различными названиями.

Ткани гладьевой подгруппы в основном вырабатываются из нитей пологой или муслиновой крутки, фасонных высокообъемных нитей полотняным, саржевым, атласным или мелкоузорчатым переплетениями.

В эту подгруппу входят полотна и ткани сорочечные, атласы, ткани подкладочные, платьевые разных названий.

Подгруппа жаккардовых тканей — это в основном ткани из нитей пологой крутки, иногда с добавлением металлизированных нитей: пластилекс, метанит, люрекс и др. К этой подгруппе относятся атласы жаккардовые, муар, тафта и другие ткани.

Отдельную группу составляют ткани, вырабатываемые из искусственных, чаще всего диацетатных или триацетатных нитей в основе и синтетических нитей в чистом виде или комбинированных с другими в утке. В ассортименте этой группы достаточно широко представлены ткани гладьевой, жаккардовой и ворсовой подгрупп.

Многие ткани гладьевой подгруппы вырабатываются из диацетатных или триацетатных нитей линейной плотности 11,1 текс в основе и нитей разной структуры и волокнистого состава в утке. Например, в качестве уточной применяется нить линейной плотностью 25,5 текс, представляющая собой объемную триацетатную нить, обкрученную капроновой нитью; комбинированная триацетатная фасонная нить линейной плотностью 11,1 текс × 2, обкрученная капроновой нитью линейной плотностью 5 текс; петлистая ацетатная нить линейной плотностью 16,6 текс, скрученная с капроновой нитью линейной плотностью 5 текс × 2; триацетатная нить линейной плотности 11,1 текс, соединенная с эластичной капро-

новой нитью линейной плотностью 5 текс × 2 и др. Поверхностная плотность этих тканей 80—120 г/м^2.

К подгруппе жаккардовых относятся ткани, вырабатываемые из вискозных, диацетатных или триацетатных нитей в основе и нитей синтетических комплексных или текстурированных, а также комбинированных фасонных из синтетических и искусственных нитей, металлизированных, металлических нитей и профилированных синтетических мононитей в утке. Для тканей этой подгруппы широко применяют высокорастяжимые нити. Выпускаются ткани с характерной поверхностью «гофре» и «клоке».

Типичной для подгруппы ворсовых тканей является плюшевая. Для ворса используются диацетатные, реже вискозные нити линейной плотности 22,2—11,1 текс, для грунта — хлопчатобумажная пряжа.

Ткани из синтетических нитей и из синтетических нитей с другими волокнами в основном вырабатываются из капроновых нитей: комплексных линейной плотности 1,67—15,6 текс, комплексных крученых нитей пологой и муслиновой круток в 2 и 3 сложения, профилированных нитей, в небольшом количестве из мононитей, разноусадочных и текстурированных нитей.

Для выработки тканей данных групп применяются модифицированные полиамидные нити шелон, трилобал, полиэфирные текстурированные нити. Используются также нити фасонной крутки, скрученные из капроновых с вискозными, ацетатными или триацетатными комплексными нитями.

При настилании и резании ткани из синтетических нитей скользят и смещаются, оплавляются из-за нагревания ножа и слипаются между собой. Ткани из капроновых нитей в процессе пошива изделий легко растягиваются, а затем вследствие упругости сжимаются, в результате чего шов получается сосборенным. При большой скорости шитья игла нагревается и ткань в местах прокола оплавляется. При использовании хлопчатобумажных швейных ниток швы после стирки стягиваются. Ткани из капроновых нитей, особенно из мононитей, легко осыпаются.

Из полиэфирных и модифицированных полиамидных нитей шелон, трилобал и др. вырабатываются ткани крепового типа. Внешне они напоминают креповые ткани из натурального шелка, обладают хорошей драпируемостью и высокими показателями механических свойств. Типовой ассортимент этих тканей имеет характерные для креповых тканей структуры. Устойчивый креповый эффект достигается применением разноусадочных нитей, синтетических комплексных нитей повышенной крутки в основе и комплексных или текстурированных нитей правой и левой круток в утке. Ткани с таким эффектом (типа креплешина и креп-шифона), имеющие поверхностную плотность 35—60 г/м^2, не дают усадки, не сминаются, обладают хорошей пористостью и воздухопро-

ницаемостью. Применение разноусадочных нитей позволяет получать ткани типа жатого шифона и ткани с эффектом «гофре».

Из суровых и окрашенных в массе полиэфирных текстурированных нитей мэлан и белан вырабатываются ткани разнообразных переплетений, имеющие уменьшенную объемную массу, приятный гриф и хороший внешний вид. Появились платьевые ткани из комплексных полиэфирных нитей. Интересные ткани с рисунками типа жаккардовых получены из искусственных и синтетических нитей, обладающих различной кислотостойкостью. Рисунок на этих тканях создается методом выжигания искусственных (вискозных) нитей. Применяя загущенную серную кислоту, уничтожают в определенных местах ткани согласно рисунку вискозные нити, в результате в местах, вытравленных кислотой, остается только тонкая сетка из синтетических (капроновых) нитей; на остальных участках эта сетка закрыта плотным застилом из вискозных нитей. По тому же принципу получают ткани с вытравным фасонным ворсом.

Для костюмов вырабатываются легкие малосминаемые ткани из комплексных полиамидных или полиэфирных текстурированных нитей и бикомпонентных нитей с шерстоподобной структурой, имеющие в утке штапельную пряжу или текстурированные нити.

Плащевые ткани получают в основном из капроновых и лавсановых комплексных нитей. Тонкие ткани с отделкой «лаке» и утяжеленные атласы, а также застилистые, со значительным линейным заполнением ткани типа габардина и поплина используются для изготовления пальто, курток и плащей. Легкие ткани с пестротканым рисунком в клетку и с печатными рисунками применяются для женских плащей.

Подкладочные ткани из капроновых комплексных нитей вырабатываются полотняным и саржевым переплетениями. Они имеют небольшую поверхностную плотность, используются при изготовлении пальто и курток, для которых в качестве верха применены синтетические безусадочные материалы.

Для предметов женского туалета выпускаются тонкие ткани с эффектом вышивки и относительно плотные ткани полотняного переплетения, используемые в качестве усилителей и подкладки при пошиве граций и полуграций, ткани с печатными рисунками, имитирующими жаккардовые.

Ткани из искусственных волокон в смеси с другими волокнами и из синтетических волокон в смеси с другими волокнами вырабатываются из однородной и смешанной штапельной пряжи линейной плотности 10—72 текс как однониточной, так и крученой, простой и фасонной круток, а также из штапельной пряжи, скрученной с комплексными нитями.

Используемые для одежды ткани из штапельных искусственных волокон в смеси с другими волокнами отнесены к гладьевым.

Эта подгруппа включает в себя очень разнообразный по назначению, структуре и отделке ассортимент тканей, из которых изготовляют сорочки, платья, платья-костюмы, мужские костюмы, костюмы джинсового типа, плащи, пальто и куртки.

Сорочечные тонкие ткани типа поплина изготовляются из синтетических нитей в основе и смешанной пряжи в утке. Модные легкие сорочечные ткани из смешанной пряжи (хлопколавсановой и вискознолавсановой линейной плотности 10 текс × 2 — 11,8 текс × 2 в обеих системах) выпускаются с рисунком в виде перемежающихся полос или клеток, образуемых переплетением или цветными нитями, нитями фасонной крутки. Сорочечные ткани бывают с печатными рисунками и с непсами.

Большинство платьевых тканей вырабатывается мелкоузорчатыми переплетениями с пестротканым рисунками. Относительно толстые, плотные или разреженные ткани получают из комбинированной пряжи.

В тканях для мужских костюмов чаще всего используются вискозные или вискозные высокомодульные волокна (ВВМ) с лавсаном, крашенные в массе. Эти ткани, зрительно напоминающие шерстяное камвольное трико, вырабатываются комбинированными переплетениями, гладкокрашеными, с рисунком в полоску и клетку, меланжевыми. Наряду с ними выпускаются ткани из толстой пряжи, с грубоватой неровной поверхностью, ткани джинсовых структур для молодежных костюмов.

Плащевые ткани вырабатываются из вискознолавсановой пряжи полотняным, саржевым переплетениями, гладкокрашеными и пестротканым, с гидрофобными отделками.

3.2. Основные виды трикотажных полотен

Вырабатываемые трикотажной промышленностью полотна по назначению могут быть разделены на две группы: бельевые и для верхних изделий. Полотна первой группы используются для изготовления фуфаек, кальсон, комбинаций, мужских сорочек, тренировочных костюмов и т. д. Полотна второй группы предназначены для пошива жакетов, джемперов, пуловеров, пальто, курток, костюмов, платьев и т. д.

Трикотажные полотна разнообразны как по видам переплетений, так и по волокнистому составу. Для выработки трикотажных полотен для верхних изделий применяются: пряжа — хлопчатобумажная, шерстяная камвольная с эффектом суровых и разноцветных волокон большой линейной плотности; фасонная извилистая линейной плотностью 95 — 110 текс; комбинированная фасонная: меланжевая полушерстяная камвольная с вложением 10 — 40 % отходов шерсти; шерстяная меланжевая линейной плотности 42 текс

с вложением суровой ангорской шерсти; меланжевая чистошерстяная линейной плотностью 64 текс; многоцветная меланжевая линейной плотностью 31 и 22 текс; крученая с прикруткой различных видов химических нитей; нити текстурированные; нити металлизированные и др. Для выработки бельевых полотен широко применяются пряжа хлопчатобумажная и смешанная (из натуральных и химических волокон), нити из искусственных и синтетических волокон, текстурированные нити.

Ассортимент трикотажных полотен расширяется благодаря созданию полотен двухстороннего оформления. Расширяется группа облегченных полотен с различными фактурными многоцветными эффектами, полученными путем применения комбинированных переплетений, меланжевых и разноокрашенных пряж, полотен с грубоватой и рельефной фактурой, с эффектом оптического смешивания цветов для достижения иллюзии пространственной глубины.

Новым также является создание полотен со сложным колоритом: использование в заправках нитей шести-семи цветов, которые в переплетении производят впечатление ложноодноцветных; применение пряжи секционного крашения (с изменением цвета по длине нити) и имитация пряжи секционного крашения путем сочетания искусственных и синтетических нитей разных цветов; изготовление полотен сложных комбинированных заправок и полотен из нитей, по-разному воспринимающих красители.

Трикотажные полотна обладают рядом ценных свойств: они мягки, эластичны и не стесняют движений человека даже при плотном облегании тела. Они устойчивы к истиранию и почти не сминаются, хорошо драпируются, обладают высокими гигиеническими свойствами — большой воздухопроницаемостью (в восемь-девять раз большей, чем ткани) и гигроскопичностью, хорошими теплозащитными свойствами.

К недостаткам трикотажа следует отнести его легкую прорубаемость иглой в процессе пошива, что приводит иногда к спуску петель и сокращению срока носки изделия. Полотна одинарных переплетений закручиваются, что затрудняет раскрой и пошив из них изделий. При стирке изделия из трикотажа усаживаются по длине, а изделия из поперечновязаных полотен чаще всего увеличиваются по ширине. Даже химическая чистка иногда изменяет размеры трикотажной одежды.

3.2.1. Бельевые полотна

Бельевые трикотажные полотна вырабатываются на кулирных (кругло-, плосковязальных) и основовязальных машинах.

Переплетением гладь вяжутся хлопчатобумажные полотна для недорогих бельевых изделий — маек, панталон, футболок, тренировочных костюмов и др. Для бельевых изделий улучшенного каче-

ства и спортивных используют полотна ластичного и двуластичного переплетений, обладающие повышенной растяжимостью и упругостью. Трикотаж ластичного переплетения применяют также для напульсников, воротников и других деталей изделий.

Двуластичные полотна с применением прессовых и ажурных переплетений используются для женских и детских бельевых изделий. Большое распространение получили двуластичные полотна из текстурированных полиэфирных нитей в сочетании с пряжей из натуральных и химических волокон, обладающие хорошими гигиеническими свойствами. Для панталон, маек и другого белья выпускаются платированные полотна из вискозных нитей с лицевой стороны и хлопчатобумажной пряжи с изнаночной.

Для теплого белья предназначены начесные полотна из хлопчатобумажной, нитроновискозной, нитронополинозной пряжи. Увеличивается выпуск начесных полотен с покровной нитью, обладающих уменьшенной растяжимостью. В небольших количествах для теплого белья выпускаются полушерстяные и шерстяные полотна.

Основовязаные вертелочные полотна вырабатываются в основном из химических комплексных нитей преимущественно переплетением трико-сукно, обеспечивающим лучшее сохранение размеров и формы изделия. Из них шьют сорочки, комбинации, панталоны, майки, трусы. Для некоторых из перечисленных изделий применяются двухгребеночные полотна переплетений трико-шарме и трико-сукно ажурное. Для летних бельевых изделий используются полотна филейных переплетений из гребенной хлопчатобумажной пряжи и химических нитей.

Промышленностью вырабатываются малоусадочные полотна из вискозных и капроновых комплексных нитей, рисунчатые полотна из очень тонких капроновых нитей для отделки женского белья, полотна плюшевого переплетения для детских и спортивных, а также пляжных изделий.

Бельевые полотна выпускаются отбеленными, гладкокрашеными, с печатными рисунками.

3.2.2. Полотна для верхних изделий

Верхние трикотажные изделия вырабатываются из разнообразных кулирных (кругло- и плосковязаных), а также основовязаных полотен.

Из основовязаных вертелочных полотен с различными рисунчатыми эффектами изготовляют женские платья, блузки, платья-костюмы. Наиболее интересными из них являются мягкие пушистые шерстоподобные полотна, полотна пестровязаные, с рельефными жаккардовыми рисунками; хлопкоподобные полотна футерованных переплетений, в том числе пестровязаные; полотна с отделкой ворсованием, тиснением и лощением; полотна с отдел-

кой под бархат; шелкоподобные полотна контрастного цветового решения из текстурированной капроновой нити трилобал; полотна с металлизированными и другими эффектными нитями; шелкоподобные полотна из блестящих синтетических пряж и нитей с отделкой ворсованием; полотна с эффектом ручного вязания; полотна с рельефной поверхностью, создаваемой путем чередования уплотненных и разреженных участков; облегченные полотна с эффектами мережки; ажурные полотна.

Относительно тяжелые полотна для теплых изделий — жакетов, джемперов, пуловеров, женских и детских костюмов, спортивной одежды — вырабатываются на кулирных и основовязальных машинах. С кулирных машин получают гладкие, ластичные, футерованные, платированные, жаккардовые, интерлочные, прессовые полотна, с основовязальных машин — полотна переплетений трико-трико, трико-сукно, трико-шарме, атлас-трико-сукно, филейное, жаккардовое, ажурное.

Большое количество полотен для мужских, женских, детских жакетов, джемперов, пуловеров и других изделий вяжется из текстурированных нитей и высокообъемной нитроновой пряжи. Для спортивных костюмов используются полотна, платированные нитью эластик. Малообъемные облегченные джемперы вырабатываются из трикотажа ластичного переплетения, иногда с ввязыванием металлизированных нитей.

Для платьев и платьев-костюмов используются одинарные и двойные двух-, трехцветные жаккардовые полотна с неопределенными мелкофактурными рисунками, напоминающими печатные; двойные жаккардовые полотна с мелкими геометрическими или растительными рисунками, с орнаментальными полосами; двойные полотна с разнообразными полосами — вертикальными, горизонтальными, типа ломаной саржи, с мягкими тональными переходами; фланелеподобные полотна из тонкого облегченного плюша — гладкие или с эффектом рубчика.

Для курток и пальто применяются полушерстяные и шерстяные полотна переплетения двуластик и пике, дублированные поролоном.

3.3. Основные виды нетканых полотен

Производство нетканых полотен с каждым годом получает все большее развитие. Для изготовления одежды используются в основном холсто-, ните- и тканепрошивные нетканые полотна типа тканей, в качестве утепляющих материалов — холстопрошивные и иглопробивные ватины. Для прокладок, придающих жесткость отдельным деталям одежды и обеспечивающих сохранение формы, применяются клееные нетканые полотна.

Используемые для одежды нетканые полотна выпускаются отбеленными, гладкокрашеными, пестровязаными, с печатными рисунками. При отделке нетканых полотен применяются начес, валка, стойкое тиснение.

Нетканые полотна для одежды как заменители тканей и трикотажа должны имитировать поверхностные и пластические эффекты тканей и трикотажа. Для платьев, блузок, мужских сорочек вырабатываются тонкие и легкие полотна; для костюмов, курток, пальто — относительно тяжелые, плотные, жесткие с поверхностью типа репса или, наоборот, мягкие полотна, напоминающие шерстяные ткани. Выпускаются нетканые полотна, имитирующие вельвет и бархат, многоцветные полотна с рисунком в виде тающих полос нерегулярного ритма, с эффектами меланжа и шанжана.

Холстопрошивные нетканые полотна представляют собой волокнистый холст, скрепленный трикотажным переплетением, образуемым из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 18,5 текс × 2 — 25 текс × 2, вискозных комплексных нитей линейной плотности 16,6 текс или капроновых нитей линейной плотности 6,7 — 15,6 текс.

Из холстопрошивных нетканых полотен изготовляют женские платья, халаты, пляжные ансамбли, детскую и спортивную одежду, мужские сорочки, пальто. Эти полотна обладают рядом ценных свойств. Пористость и рыхлость структуры сообщают им хорошие теплозащитные свойства и воздухопроницаемость, они гигроскопичны и имеют удовлетворительную износостойкость. Основной их недостаток — большое увеличение ширины со значительной долей пластических деформаций, в результате чего одежда быстро теряет форму и сминается. Большинство холстопрошивных полотен обладает жесткостью и плохо драпируется. При влажно-тепловых обработках эти полотна значительно усаживаются по длине, часто неравномерно. На них вследствие слабого закрепления волокон холста в структуре легко образуются пилли.

Для уменьшения растяжимости нетканых полотен увеличивают плотность прошивки, применяют комбинированные переплетения, мерсеризуют полотно. Чтобы снизить усадку при отделке, используют оборудование, исключающее вытягивание полотна, сообщают ему усадку на тканеусадочных машинах, обрабатывают полотно синтетическими смолами.

Нитепрошивные нетканые полотна («Малимо») состоят из трех систем нитей: продольных, поперечных и скрепляющих. Если совсем недавно нитепрошивные полотна использовались в основном в домашнем обиходе или как обтирочные материалы, то в настоящее время они применяются для изготовления платьев, блузок, костюмов, сорочек, изделий детского ассортимента.

Нитепрошивные полотна имитируют основовязаный трикотаж, хотя имеют менее пористую структуру. Они обладают достаточной

воздухопроницаемостью, гигроскопичностью и теплозащитными свойствами, но меньшей, чем трикотаж, устойчивостью к истиранию. По сравнению с холстопрошивными нитепрошивные нетканые полотна более формоустойчивы благодаря распрямленному положению продольных и поперечных нитей, что придает изделиям из них большую стабильность формы.

Для платьев и блузок вырабатываются нитепрошивные полотна разреженных структур, с эффектом меланжа, получаемым применением мулинированной пряжи (скрученной из нитей разных цветов) и разноцветных поперечных нитей, с вертикальными полосами, создаваемыми продольными нитями разных цветов, пестровязаных структур. Большое количество нитепрошивных полотен выпускается отбеленными или с печатными рисунками.

Для платьев и костюмов применяются полотна относительно плотных структур с модной шероховатой, грубоватой, иногда мелкозернистой поверхностью, с рубчиками типа репсовых, создаваемыми сочетанием в полотне нитей пологой и повышенной круток, фасонной крутки, разноусадочных нитей, нитей разной толщины, в том числе ровницы; полотна разнообразных комбинированных переплетений. Выпускаются гладкокрашеные полотна.

Тканепрошивные нетканые полотна («Малиполь») состоят из легкого каркаса, прошитого системой ворсовых нитей. В качестве каркаса используются ткани, трикотажные полотна, полотна «Малимо» и пленочные материалы. На одной стороне каркаса располагаются ворсовые петли, на другой стороне ворсовая нить закрепляется переплетением трико, что придает полотну вид двухлицевого трикотажа.

Тканепрошивные полотна могут быть махровыми (с петельчатой поверхностью) и ворсовыми, если петли начесываются. Махровые полотна используются для мужских сорочек, пляжных ансамблей, платьев, детских изделий, ворсовые — для пальто и спортивной одежды.

Тканепрошивные полотна вырабатываются гладкокрашеными, печатными, с меланжевыми эффектами, достигаемыми применением пряжи, смешанной из волокон, различно воспринимающих красители, меланжированной пряжи, разноцветных, по-разному расположенных ворсовых нитей.

Создаются новые тканепрошивные полотна с небольшой поверхностной плотностью, мягкой бархатистой поверхностью, получаемой путем уменьшения высоты петель, увеличения плотности их расположения и улучшения качества отделки полотна.

Клееные прокладочные полотна вырабатываются в соответствии с требованиями ГОСТ 25441—90. Они содержат химические волокна. В качестве связующего применяют каучуковые и акриловые дисперсии. По согласованию с потребителем допускается применять светочувствительные латексы.

Глава 4
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество текстильных материалов оценивается по стандартам или другой нормативно-технической документации.

Одной из основных характеристик качества продукции является сорт. Сорт продукции — градация продукции определенного вида по одному или нескольким показателям качества, установленная нормативной документацией.

На швейных фабриках для изготовления изделий используют материалы I сорта, в отдельных случаях — II сорта. Несортные материалы не применяются для швейных изделий. Сорт материала устанавливается на текстильной (отделочной) фабрике и указывается на маркировочном ярлыке каждого куска.

4.1. Сортность тканей

В основу определения сорта хлопчатобумажных и шелковых тканей положена система комплексной оценки, согласно которой выявленные при лабораторных испытаниях ткани отклонения показателей ее физико-механических свойств и устойчивости окраски от норм, установленных в стандартах или технических условиях на данную ткань, оцениваются как пороки. Так же оцениваются и пороки внешнего вида, обнаруженные при просмотре куска ткани. По общему числу пороков $П_{общ}$, полученному за отклонения от норм показателей физико-механических свойств $П_{ф\text{-}м}$ и за пороки внешнего вида $П_{в.в}$, выявленные в куске, определяют сорт каждого куска ткани:

$$П_{общ} = П_{ф\text{-}м} + П_{в.в}.$$

Соответствующими стандартами на сортность установлено определенное число пороков, допускаемое для куска сортной ткани (табл. 4.1).

Допускаемое число пороков для каждого сорта определено независимо от длины ткани в куске, вида ткани и ее назначения. Однако эти факторы учитываются при оценке конкретных поро-

Таблица 4.1

Допускаемое число пороков по сортам тканей

Сорт	Шелковые ткани (ГОСТ 187—85)	Хлопчатобумажные ткани (ГОСТ 161—86)
I	7 (5)	10
II	17 (9)	30
III	30 (25)	—

Примечание. В скобках указано число пороков для ворсовых тканей из натурального шелка и искусственных нитей.

ков внешнего вида. Так, за идентичные пороки внешнего вида, обнаруженные в разных по виду и назначению тканях, установлено разное число пороков. В связи с этим в стандартах на сортность предусмотрено разделение тканей на группы в зависимости от их назначения; для каждой группы установлена своя шкала оценок пороков внешнего вида. Кроме того, при оценке некоторых пороков внешнего вида (местных) принимается во внимание длина куска и при отклонении ее от условной длины число пороков пересчитывается.

4.1.1. Оценка тканей по показателям физико-механических свойств

При лабораторных испытаниях, связанных с установлением сорта ткани, обычно определяют показатели только тех характеристик, которые приведены в стандартах на ткани. Перечень основных характеристик, отклонения показателей которых оцениваются пороками, включает в себя ширину ткани, число нитей на 10 см по основе и утку, разрывную нагрузку и поверхностную плотность (только для хлопчатобумажных тканей).

Общим для стандартов на сортность шелковых и хлопчатобумажных тканей является то, что число пороков при оценке выявленных и учитываемых отклонений показателей физико-механических свойств от норм всегда больше того числа пороков, которое допускается для куска I сорта этих тканей. Поэтому ткань, имеющая отклонение показателя физико-механических свойств от нормы, не может быть I сорта. В зависимости от степени отклонения показателя от нормы эта ткань может быть II или III сорта (для шелковых тканей).

Для лабораторной проверки физико-механических свойств отбирают от партии ткани длиной до 5000 м не менее трех кусков, а от партии ткани длиной более 5000 м — три куска и дополнительно один кусок от каждой последующей начатой партии длиной 5000 м. Из каждого отобранного куска вырезают образец (точеч-

ную пробу), ширина которого равна ширине ткани, а длина зависит от ширины ткани, методов испытаний и перечня характеристик физико-механических свойств, которые предусмотрено проверить.

Результаты лабораторных испытаний ткани сравнивают с нормативами, указанными в стандарте на эту ткань, а выявленные отклонения от норм в абсолютных единицах или в процентах (в соответствии с требованиями стандарта) оценивают числом пороков.

Результаты лабораторных испытаний проб распространяются на всю партию данной ткани, а каждый кусок этой партии получает то число пороков, которое установлено при лабораторных испытаниях. Для шелковых тканей при наличии отклонений по нескольким показателям физико-механических свойств учитывается только то отклонение, которое оценено наибольшим числом пороков. Для хлопчатобумажных тканей подсчитывают сумму пороков за все отклонения показателей физико-механических свойств от норм.

Для некоторых групп хлопчатобумажных и шелковых тканей в стандартах технических условий введены нормативные требования по целому ряду дополнительных показателей физико-механических свойств: удлинению при разрыве, несминаемости, раздвигаемости, устойчивости к истиранию, усадке, водоупорности и др.

4.1.2. Оценка тканей по порокам внешнего вида

Пороки внешнего вида выявляются путем просмотра ткани с лицевой стороны на разбраковочном станке или на столе при дневном освещении. Пороки внешнего вида могут быть местные и распространенные. Местные пороки — небольшие по размерам, расположенные на небольшом участке ткани. Пороки внешнего вида, расположенные на значительной части куска или по всему куску, относятся к распространенным. В отдельных случаях часто повторяющийся по длине куска местный порок может переходить в распространенный.

Пороки внешнего вида как местные, так и распространенные могут быть следствием низкого качества волокнистого сырья или нарушения технологических режимов производства. Перечень местных и распространенных пороков представлен в табл. 4.2.

В стандартах, регламентирующих сортность тканей, местные пороки предусмотрено оценивать числом пороков 0,5—8 в зависимости от вида, характера и размеров порока, его значимости для тканей данного вида. Большинство местных пороков имеет оценку 1—2 порока. Таким образом, число пороков, которым оценивается местный порок, во всех случаях меньше числа пороков, допускаемого для ткани I сорта. Число пороков за местные пороки зависит от вида, назначения и группы ткани.

Таблица 4.2

Пороки внешнего вида тканей

Наименование порока	Вид порока	Этап производства, на котором возникает порок	Характеристика порока
Засоренность	Распространенный	Прядение	Наличие на поверхности ткани костры, репья, оболочек, мертвых инородных волокон
Мушковатость	То же	»	Наличие на поверхности ткани коротких утолщений пряжи в результате скопления волокон или элементарных нитей
Близна	Местный	Ткачество	Отсутствие одной или нескольких нитей основы
Пролет	»	»	Отсутствие одной или нескольких нитей утка
Двойник	»	»	В виде двух или более нитей основы или утка, затканных или переплетенных вместо одной и резко выделяющихся
Недосека	»	»	В виде полосы во всю ширину ткани из-за пониженной плотности ткани по утку
Подплетина	»	»	В виде нескольких рядом лежащих неправильно переплетенных, в том числе оборванных, нитей по основе и утку на коротком участке
Разноотточность	Распространенный	Крашение и печатание	Различная интенсивность окраски, полученная в крашении или печати печатных и гладкоокрашенных тканей
Щелчок	Местный	Печатание	В виде небольшого окрашенного участка различной формы, образовавшегося от попадания под раклю пуха, ниток или дефекта шаблона
Растраф рисунка	»	»	Смещение отдельных деталей рисунка на ткани
Перекос	Распространенный	Отделка	Неперпендикулярное расположение нитей утка к нитям основы в гладкоокрашенных, клетчатых или печатных тканях
Ворсовые плешины	Местный	»	В виде отсутствия ворса на ткани на ограниченном участке

По виду и назначению шелковые и хлопчатобумажные ткани в стандартах на сортность разделяются на группы:

шелковые: I — платьевые, бельевые, одежные и все другие ткани из натурального шелка и искусственных нитей; II — подкладочные ткани из натурального шелка или искусственных нитей; III — ворсовые ткани из натурального шелка или искусственных нитей;

хлопчатобумажные: I — платьевые (в том числе ситцы, бязи печатные, сатины), одежные и мебельно-декоративные ткани; II — бельевые ткани; III — подкладочные ткани, тики матрацные и наволочные, ткани типа туальденора из низких сортов хлопка, товарное суровье; IV — ткани с разрезным ворсом.

Для каждой из перечисленных групп тканей в стандартах установлена своя шкала оценок пороков внешнего вида. При этом оценка пороков основных тканей для верхней одежды более жесткая (т. е. они оцениваются бóльшим числом пороков), чем подкладочных, прокладочных и других тканей. Так, подплетина размером 0,5—1 см в шелковых платьевых, бельевых и одежных тканях оценивается по стандарту 4 пороками, а такой же порок в подкладочной полушелковой ткани — 2 пороками.

Чем значительнее и резче порок, тем строже он оценивается. Например, близна в одну нить длиной 5—26 см в хлопчатобумажных тканях I, II и III групп оценивается 1 пороком, а пробоины и просечки размером от 3 нитей до 1 см в тех же тканях — 7 пороками.

С увеличением размеров порока число пороков также растет. Так, в тканях ворсовых хлопчатобумажных (IV группа) близна в одну нить длиной 2—5 см имеет оценку 2 порока, а близна в две нити такой же длины в тех же тканях оценивается уже 4 пороками.

В стандартах на сортность тканей число пороков за местные пороки указано в расчете на определенную (условную) длину куска. Если фактическая длина куска больше условной, то число пороков за местный порок должно быть соответственно уменьшено, и, наоборот, если длина куска меньше условной, то число пороков за этот же местный порок должно быть соответственно увеличено.

Число пороков $П_м$ с учетом длины куска подсчитывают обычно не по каждому пороку в отдельности, а по всем выявленным местным порокам по формуле

$$П_м = П_1 L_{усл}/L_{факт},$$

где $П_1$ — число пороков за местные пороки в куске фактической длины; $L_{усл}$ — условная длина куска, м; $L_{факт}$ — фактическая длина куска, м.

Установлены следующие условные длины кусков:

Ткани	*Условная длина, м*
Шелковые:	
гладкие	40 ± 3
ворсовые	25 ± 4
Хлопчатобумажные шириной, см:	
до 80	40
» 100	30
более 100	23
Хлопчатобумажные ворсовые	20

Грубые местные пороки, превышающие установленные размеры, в тканях не допускаются. На текстильном предприятии их вырезают или разрезают (при размере порока менее 2 см). К числу грубых пороков в шелковых тканях относятся: дыры и просечки, подплетины и пятна более 1 см, плохо вработанный конец нити основы, полосы по ширине ткани от смешивания сырья, полосы поперечные от останова печатной или красильной машины, засечки красильные и печатные, затаски и щелчки шириной более 0,5 см и длиной более 4 см. Стандартами на сортность тканей, поставляемых швейным предприятиям, грубые местные пороки разрешается отмечать на кромке цветными нитками в начале и конце порока и клеймом В (условный вырез) или Р (условный разрез). Число условных вырезов и разрезов в куске строго регламентировано и не должно превышать норм, установленных стандартом на сортность тканей. Как правило, в куске допускается от одного до трех вырезов или разрезов.

Распространенные пороки в отличие от местных имеют значительную протяженность по куску ткани и в отдельных случаях распространяются по всему куску. При оценке они получают большее число пороков, чем местные пороки. За каждый распространенный порок установлено число пороков, превышающее допускаемое для тканей I сорта. Некоторые резкие распространенные пороки в шелковых тканях оцениваются числом пороков, превышающим допускаемое для тканей II сорта.

Таким образом, ткань, имеющая хотя бы один распространенный порок, не может быть I сорта. Например, у шелковых тканей I группы перекос 2—3,5 % оценивается 8 пороками, перекос 3,5—4,5 % — 18 пороками. При условии, что ткань не имеет других пороков, первый кусок такой ткани будет II сорта, второй — III сорта.

Длина куска при оценке распространенных пороков во внимание не принимается, а число пороков за распространенный порок не изменяется при любой стандартной длине ткани в куске.

Следует иметь в виду, что при наличии в куске шелковой ткани более одного распространенного порока учитывается только тот, который оценен наибольшим числом баллов.

Таким образом, сорт куска шелковой и хлопчатобумажной тканей устанавливается в зависимости от числа пороков, полученных за отклонения показателей физико-механических свойств от нормы $П_{ф\text{-}м}$, за местные $П_м$ и распространенные $П_р$ пороки внешнего вида. С учетом определения числа пороков за местные и распространенные пороки окончательная формула для подсчета общего числа баллов имеет вид

$$П_{общ} = П_{ф\text{-}м} + П_р + П_м.$$

В основу определения сорта шерстяных и льняных тканей положен другой принцип.

Льняные ткани согласно ГОСТ 357—75 выпускаются I и II сортов. Ткани I сорта по показателям физико-механических свойств должны соответствовать нормативам стандартов на эти ткани; отклонения не допускаются. Для тканей II сорта стандарт допускает определенные отклонения по ширине, поверхностной плотности, числу нитей на 10 см по основе и утку, разрывной нагрузке, но пороками эти отклонения не оцениваются. Пороки внешнего вида, выявленные в льняных тканях, также не оценивают пороками. Подсчитывают их число на кусок фактической длины, а затем рассчитывают число пороков на условную площадь куска, равную 30 м^2. Для ткани I сорта допускается не более 8 пороков внешнего вида (местных), а для ткани II сорта — не более 22 пороков (местных) на кусок площадью 30 м^2.

Ткани II сорта могут иметь один распространенный порок. В этом случае число местных пороков, рассчитанное для куска площадью 30 м^2, должно быть не более 17.

Число $n_у$ местных пороков внешнего вида на условную площадь 30 м^2 вычисляют по формуле

$$n_у = n_ф \cdot 3 \cdot 10^3/(Lb),$$

где $n_ф$ — фактическое число пороков на измеряемом куске; L — длина куска, м; b — ширина ткани, см.

Вычисление ведут до первого десятичного знака с округлением до целого числа. Перечень и размеры пороков, которые учитываются, не учитываются или не допускаются в куске льняной ткани I и II сортов, зависят от назначения ткани.

Льняные ткани в стандартах на сортность по назначению принято делить на 7 групп: столовые; бельевые; полотенечные; одежные; декоративные; прикладные; технические.

Основные местные пороки, которые не допускаются в льняных тканях: утолщенные нити основы и утка более пятикратной толщины, слеты более 5 нитей, узлы, засечки, дыры, проколы, протиры, пробоины, близны в 3 нити и более, недосеки с разрежением нитей более 20 % на 1 см, подплетины и отрыв основы — каждый размером более 1 см, масляные пятна размером более 2 см,

пятна, брызги от краски, непробелы, непрокрасы, затеки краски и др. Эти пороки должны быть вырезаны. Разрешается их не вырезать сразу, а отмечать цветными нитками (условный вырез).

К распространенным порокам льняных тканей относятся шишковатость, мушковатость, сбой рисунка, разрыв утка, гофристость, зебристость, полосатость, разноттеночность, перекос рисунка и полотна ткани 2—5 %. Эти пороки в тканях I сорта не допускаются; в тканях II сорта может быть не более одного порока. Степень выражения распространенного порока устанавливается по образцам (эталонам).

Сортность шерстяных тканей устанавливается в соответствии с требованиями ГОСТ 358—82.

Шерстяные ткани могут быть двух сортов: I и II. По физико-механическим показателям ткани I сорта должны соответствовать требованиям нормативно-технических документов на конкретный вид ткани. Для тканей II сорта допускаются отклонения от минимальных норм I сорта: по числу нитей на 10 см основы и утка, разрывной нагрузке и удлинению, поверхностной плотности — не более половины допускаемого отклонения, установленного для I сорта; по массовой доле: шерстяного волокна в полушерстяных тканях — от 1 до 5 %, жира не более 1,5 %; по изменению линейных размеров после замачивания или мокрого глаженья — до 1 % (чистошерстяные) и до 1,5 % (полушерстяные). Для тканей II сорта допускается отклонение от норм не более чем по одному из перечисленных выше показателей.

Пороки внешнего вида шерстяных тканей подразделяют на местные и распространенные. Для тканей I сорта допускается 12 местных пороков и II сорта — 36. При отклонении фактической длины куска ткани от условной число местных пороков (дефектов для нетканых полотен) пересчитывают по формуле

$$n_у = 30n_ф/l_ф,$$

где 30 — условная длина куска, м; $n_ф$ — число пороков на фактической длине куска ткани; $l_ф$ — фактическая длина куска, м.

Пороки, расположенные на кромке и на расстоянии не более 0,5 см от нее, при определении сорта шерстяной ткани не учитывают. В швейной промышленности пороки любой протяженности по всему куску, расположенные на расстоянии 0,5—2,5 см от кромки ткани и не нарушающие ее целостности, считаются распространенными и приравниваются к пороку «недостающая ширина» (ГОСТ 358—82).

В тканях II сорта, кроме печатных, допускается не более одного распространенного порока из приведенных в стандарте, в печатных же тканях — не более двух из перечисленных ниже: непропечатка рисунка, расплыв контура, полоса на основе от приклея, затек краски у кромки по всему куску размером 1—2,5 см, непро-

Таблица 4.3

Зависимость числа местных пороков от числа отклонений показателей шерстяных тканей

Число местных пороков	Число отклонений от норм	
	физико-механических показателей	устойчивости окраски
12	1	—
4	1	1
4	—	2

печатанная кромка по ширине размером 1—2,5 см, разноотеночность, растраф рисунка, недостающая ширина до 1,5 %, засоренность мертвым волосом для тканей из тонкой шерсти, перекос 2—4 %; число местных пороков при этом должно быть не более двух. При наличии одного из перечисленных выше распространенных пороков число местных пороков должно быть не более 10.

В печатных тканях II сорта допускается один из перечисленных ниже распространенных пороков: належки в грунтовых и белоземельных тканях, недостаточное проявление краски, следы старого рисунка при исправлении порока; число местных пороков при этом должно быть не более двух.

В тканях II сорта при наличии одного распространенного порока, приведенного в ГОСТ 358—82,число местных пороков должно быть не более 10, а при наличии одного из следующих пороков: мушковатость, засоренность репьем, отклонение ширины 1,5—3 % по отношению к минимальной норме, разноотеночность, перекос в клетчатых тканях 3—4 %, а в прочих тканях 4—5 % число местных пороков должно быть не более 5.

Для тканей II сорта при наличии отклонений физико-механических показателей и устойчивости окраски от норм число местных пороков не должно превышать значений, приведенных в табл. 4.3.

В кусках тканей для швейной промышленности пороки, превышающие установленные размеры или не допускаемые в сортной продукции, на предприятиях-изготовителях не вырезают, а отмечают у кромки.

4.1.3. Оценка тканей по устойчивости окраски

Ткани по устойчивости окраски должны соответствовать нормам, установленным ГОСТ 28000—88 (шерстяные), ГОСТ 29298—92, ГОСТ 21790—93, ГОСТ 29223—91, ГОСТ 11518—88 (хлопчатобумажные), ГОСТ 10138—93 (льняные), ГОСТ 7779—75 и ГОСТ 20272—96 (шелковые).

По устойчивости окраски вырабатываемые ткани подразделяются на несколько видов. Так, шелковые, хлопчатобумажные и

шерстяные ткани выпускаются обычной (ОК), прочной (ПК) и особо прочной (ОПК) устойчивости окраски; льняные ткани — прочной (ПК) и особо прочной (ОПК) устойчивости окраски.

Устойчивость тканей к различным физико-химическим воздействиям проверяют при лабораторных испытаниях, проводимых согласно ГОСТ 9733.0—83—ГОСТ 9733.27—83, и оценивают в баллах путем сравнения испытываемых проб с эталонами. В качестве эталонов служат шкалы синих и серых эталонных окрасок. Один образец каждой шкалы имеет первоначальную окраску, а другие образцы — окраски, отличающиеся в определенной степени от первоначальной с оценкой в баллах. При этом, чем устойчивее окраска, тем выше балл.

Шкала синих эталонных окрасок предназначена для определения степени изменения первоначальной окраски ткани от воздействия света, погоды и позволяет оценить устойчивость окраски 1—8 баллами (8 баллов — высшая степень устойчивости окраски).

Первая шкала серых эталонных окрасок служит для определения степени изменения первоначальной окраски ткани от других физико-химических воздействий и дает возможность оценивать устойчивость окраски 1—5 баллами (5 баллов — высшая степень устойчивости окраски). По второй шкале серых эталонных окрасок оценивают степень окрашивания белого материала при тех же воздействиях 1—5 баллами.

Для тканей, имеющих особо прочную окраску, установлены более высокие нормативы (т.е. более высокие баллы), чем для тканей, имеющих прочную или обычную окраску. Так, шерстяные ткани, окрашенные в темные тона, должны иметь показатель устойчивости обычной окраски к свету 5 баллов, прочной — 6 и особо прочной — 7 баллов.

Стандартные показатели устойчивости окраски гладкокрашеных, пестротканых или печатных (кроме шерстяных) тканей к различным видам физико-химических воздействий указываются в баллах и являются гарантийными. Устойчивость окраски хлопчатобумажных, льняных и шелковых тканей ниже нормы, указанной в стандарте, не допускается. Для шерстяных тканей II сорта допускается отклонение в группе обычной устойчивости окраски от нормы на 1 балл по одному или двум различным видам воздействий при условии, что показатели устойчивости окраски по этим видам воздействий составляют не менее 3 баллов.

4.1.4. Приемка и разбраковка тканей на швейных предприятиях

На швейные предприятия ткани поступают партиями. Размер партии и ассортимент тканей в ней устанавливаются на основании договоров, заключенных швейным предприятием с постав-

щиками (текстильными фабриками или объединениями, оптовыми базами).

Каждая поступившая на швейное предприятие партия тканей в первую очередь принимается по числу мест (кусков, кип, ящиков) согласно сопроводительным документам. При этом, если ткани упакованы в кипы или ящики, проверяется сохранность упаковки. При приемке партии в кусках проверяется также наличие маркировочных ярлыков на всех кусках. Как правило, на ярлыках указываются: наименование, товарный знак предприятия-изготовителя, название ткани, артикул, номер стандарта или технических условий, длина и ширина, сорт и т.д. Кроме того, на ярлыках приводится процентное содержание волокон в ткани.

Затем ткань каждой партии принимается по качеству и количеству. Приемка тканей по количеству должна быть произведена в 10-дневный срок. Приемка тканей по качеству должна быть выполнена в следующие сроки: 10 дней — при поступлении на швейное предприятие партии ткани для местных поставщиков и 20 дней — для иногородних. Для получателей, находящихся в районах Крайнего Севера, отдаленных и приравненных к ним районах досрочного завоза продукции, срок приемки продукции по количеству и качеству 60 дней.

Приемка тканей на предприятии выполняется в соответствии с ГОСТ 20566—75. В стандартах общих технических условий правилами приемки предусмотрены определенные сроки испытаний тканей изготовителем. Например, для тканей из вискозной пряжи изготовитель должен проводить испытания: по устойчивости окраски к мылу и сухому трению тканей, окрашенных в полотне и печатных, — каждой партии; по усадке тканей после стирки — первой партии из каждых 10 партий; по остальным физико-механическим и химическим показателям тканей — не менее чем одной партии в квартал.

Для выявления пороков внешнего вида все основные ткани (верха одежды) проверяют на разбраковочных станках. Имеются различные конструкции разбраковочных станков. Так, платьевые ткани вначале просматривают на горизонтальной стеклянной доске на просвет, выявляя пороки ее структуры, а затем — на наклонной поверхности, устанавливая дефекты крашения или печатания.

При количественной приемке измеряют длину ткани в каждом куске, но прежде проверяют целостность куска ткани по наличию маркировки (клейма) в начале и конце куска. Длину ткани измеряют на разбраковочных станках, оснащенных счетчиками длины, или на промерочных столах. Одновременно измеряют ширину ткани через каждые 2—3 м. Результаты измерения длины и ширины ткани записывают в промерочную ведомость, составляемую на всю партию поступившей ткани.

Ткани хранят в специальных помещениях, где поддерживаются нормальные условия (температура 20 °С и влажность 65 %). Днем

ной свет и тем более прямые солнечные лучи не должны попадать на ткань. Лучше всего ткани хранить в помещении с искусственным освещением. Куски ткани для хранения укладывают штабелями на поддоны либо на стеллажи или полки в несколько рядов и закрывают занавесками (куски ворсовых тканей для хранения укладывают в один ряд).

На крупных швейных предприятиях применяют способы хранения разбракованных материалов с широким использованием различных подъемно-транспортных устройств. Для размещения кусков материала на верхних полках стеллажей применяют тележки с подъемной платформой. Легкие платьевые и сорочечные ткани хранят в секционных стеллажах. При этом способе хранения вначале несколько кусков разбракованной и подобранной ткани укладывают в специальные контейнеры; с помощью кранов-штабелеров эти контейнеры устанавливают в секции стеллажа.

При элеваторном способе хранения каждый кусок ткани помещают в отдельную люльку элеватора. Загрузка кусков ткани в элеватор и разгрузка элеватора выполняются автоматически по команде с пульта управления.

4.1.5 Примерные задачи по определению сорта ткани

Задача 1. Определить сорт куска шелковой ткани длиной 24 м, изготовленной из ацетатных нитей (ГОСТ 28253—89). По назначению это платьевая ткань, ее поверхностная плотность 90 г/м^2.

При лабораторных испытаниях элементарных проб этой ткани по показателям физико-механических свойств установлено следующее:

фактическая ширина ткани в куске 97,5 см. Согласно ГОСТ 9202—87 ширина ткани должна быть (100 ± 1,5) см, а с учетом допуска минимальная ширина должна составлять 98,5 см. Таким образом, отклонение по ширине от минимальной нормы составило 1 см (1 %), что в соответствии с ГОСТ 187—85 оценивается 8 пороками;

фактическая стойкость к истиранию составила 150 циклов, что соответствует требованиям ГОСТ 28253—89 (по стандарту устойчивость к истиранию должна быть не менее 110 циклов);

несминаемость ткани составила 44 %, что соответствует требованиям ГОСТ 28253—89 (несминаемость не должна быть менее 40 %).

По показателям физико-механических свойств данный кусок ткани, как и все остальные куски в партии, получает оценку $П_{ф\text{-}м}$ = = 8 пороков.

При просмотре ткани в куске были обнаружены следующие пороки внешнего вида.

Местные пороки оцениваются 6 пороками при фактической длине куска 24 м.

К местным порокам относятся следующие:

близна из двух нитей длиной 8 см — 1 порок;

утолщенная нить утка трехкратной толщины по всей ширине ткани — 3 порока;

подплетина 0,4 см — 2 порока.

При пересчете на условную длину 40 м за местные пороки получено 10 пороков ($6 \times 40/24$).

К распространенным порокам относятся *перекос полотна* в куске, который составил 3 %, что согласно ГОСТ 187—85 оценивается 8 пороками.

Таким образом, для данного куска ткани общее количество пороков

$$П_{общ} = П_{ф\text{-}м} + П_{м} + П_{р} = 8 + 10 + 8 = 26.$$

Согласно ГОСТ 187—85 данный кусок ткани III сорта.

Задача 2. Определить сорт куска полушерстяной костюмной ткани длиной 20 м. Ткань изготовлена в соответствии с требованиями ГОСТ 28000—88.

При лабораторных испытаниях элементарных проб, вырезанных из образцов данной ткани, было установлено следующее:

фактическая разрывная нагрузка 400 Н. По ГОСТ 28000—88 этот показатель должен быть не менее 390 Н, т.е. отклонения показателя в худшую сторону нет;

фактическая поверхностная плотность этой ткани $M_S = 220$ г/м^2. Согласно ТО $M_S = 235$ г/м^2, т.е. отклонение по этому показателю составляет 15 г/м^2. Согласно ГОСТ 10641—88 для ткани I сорта допускается отклонение M_S на 5 %, или на 11,75 г/м^2, т.е. для ткани I сорта $M_{S_{min}} = 223{,}25$ г/м^2. ГОСТ 358—82 предусматривает, что если имеется отклонение фактического M_S от $M_{S_{min}}$ и оно не превышает половины допускаемого отклонения для I сорта — 5 %, т.е. 2,5 %, то ткань может быть отнесена ко II сорту. В данном случае отклонение M_S от $M_{S_{min}}$ составило 3,25 г/м^2, или 1,4 %, что меньше допускаемых 2,5 %. Таким образом, по показателю поверхностной плотности эта ткань II сорта и соответственно все куски ткани данной партии по физико-механическим показателям относятся ко II сорту.

Согласно ГОСТ 358—82 в таких случаях допускаемое число местных пороков в каждом куске 12, причем допускается один распространенный порок.

По условиям задачи при просмотре куска ткани были обнаружены следующие пороки внешнего вида:

утолщенная нить трехкратной толщины длиной 35 см (местный порок) оценивается как 1 порок;

заметная штопка до 1 см (местный порок) оценивается как 6 пороков;

перекос ткани 3 % (распространенный порок, который допускается в кусках ткани II сорта).

Таким образом, число местных пороков в данном куске ткани 7. С учетом условной длины имеем: 7 · 30/20 = 10,5 порока (допускается 12). Следовательно, данный кусок ткани II сорта.

4.2. Сортность трикотажных полотен

Готовые трикотажные полотна на предприятиях-изготовителях проходят тщательный технический контроль, задача которого — проверить качество полотна, установить его сорт. При проверке качества путем лабораторных испытаний устанавливают соответствие фактических показателей физико-механических свойств трикотажного полотна требованиям стандарта или технических условий на это полотно, соответствие нормам прочности окраски, выявляют дефекты внешнего вида. Для проведения лабораторных испытаний от каждой партии отбирают 5 % кусков, но не менее 5 кусков. Из каждого куска вырезают 2 образца: один — для определения влажности, другой — для определения показателей физико-механических свойств.

Влажность трикотажных полотен имеет большое значение при их испытаниях. Так, отклонение фактической влажности от кондиционной может существенно повлиять на результаты физико-механических испытаний полотен. Кроме того, влажность трикотажных полотен играет важную роль при их приемке и поставке, которые осуществляются по массе (в килограммах), а не по метражу (в метрах), как это принято для тканей. Таким образом, определение влажности имеет не только техническое, но и экономическое значение. ГОСТ 8845—87 устанавливает следующие значения кондиционной влажности трикотажных полотен:

Полотно	*Кондиционная влажность, %*
Хлопчатобумажное	7
Вискозное	11
Капроновое	5
Ацетатное	7
Из гребенной пряжи (тонкой и полутонкой шерсти)	18,25
Из гребенной пряжи (грубой и полугрубой шерсти)	16
Из аппаратной пряжи (тонкой и полутонкой)	15

Кроме влажности для трикотажных полотен из химических нитей предусматривается определять содержание замасливателя, которым обрабатывают нити.

В стандартах на трикотажные полотна записаны технические требования и нормативы для следующих характеристик структуры

и физико-механических свойств: вид нити и ее линейная плотность, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, растяжимость (при разрыве полотна или при заданной нагрузке), плотность (число петель) по вертикали и горизонтали. Для некоторых видов полотен, кроме того, установлены предельные значения угла перекоса полотна. При лабораторных испытаниях определяют показатели перечисленных характеристик. Для изготовления швейных изделий допускается использовать только доброкачественные трикотажные полотна, которые по показателям физико-механических свойств и структуры соответствуют нормативам стандартов. Результаты испытаний полотен включаются в документ, который сопровождает партию полотна.

При оценке качества полотен проверяется также устойчивость их окраски. Предусмотрено определять устойчивость окраски к воздействию света, раствора мыла (при температуре 40 °С), пота, глаженья, дистиллированной воды, трения, а у полотен для верхних изделий, кроме того, устойчивость к химической чистке. Устойчивость окраски к тому или иному виду воздействия устанавливают по методикам, изложенным в ГОСТ 9733.0—83 — ГОСТ 9733.27—83, а оценивают в баллах.

Установлено 3 степени устойчивости окраски трикотажных полотен: обыкновенная (оценка устойчивости окраски к указанным видам воздействий составляет в основном 3 балла), прочная (3—4 балла), особо прочная (4—5 баллов). Снижение прочности окраски относительно норм не допускается.

Дефекты внешнего вида, встречающиеся в трикотажных полотнах, могут возникать по причинам низкого качества нитей (пряжи): утолщение или утонение — от обрыва одного или нескольких волокон, составляющих нить; зебристость, полосатость полотна — от применения нитей, неравномерных по толщине, крутке или окраске; вработка масляных или загрязненных нитей. Дефекты могут появляться по причинам разладки вязальных машин или поломки игл: штопка — вследствие поднятия (восстановления) спущенных петель; накидка (надевка) в виде поперечной полосы и свободно висящих нитей — вследствие обрыва нити и сбрасывания ее с игл; набор петель — из-за образования на одной игле нескольких петель, врабатываемых в полотно.

При нарушении режимов отделки, крашения и печатания полотен могут возникать дефекты: пятна, непроворсовка (для начесных) — отсутствие начесанного ворса на отдельных участках полотна; заломы — складки, замины, имеющие более темную окраску, чем все полотно, и возникающие вследствие нарушения режима крашения; разнооттеночность — различный тон окраски по участкам полотна; растраф — смещение краски относительно контуров рисунка (при печатании); перекосы полотна — расположение петельных столбиков не под прямым углом к петельным рядам.

Дефекты внешнего вида выявляют при просмотре полотна на разбраковочных станках. Трикотажные полотна в зависимости от дефектов внешнего вида могут быть I и II сортов.

Многие из перечисленных дефектов внешнего вида определенных размеров, заметные и резко выраженные, могут допускаться в полотнах II сорта. Для полотен I сорта допускаются отдельные из дефектов при условии, что они мало заметны и нерезко выражены.

Малозаметные и заметные дефекты определяются в соответствии с эталонами, установленными изготовителем и потребителем, а перечень дефектов, которые допускаются на площади 1 $м^2$ полотна I и II сортов, приводится в соответствующих документах на сортность полотен. Как правило, на площади 1 $м^2$ полотна разрешается иметь не более 3 дефектов, установленных для I или II сорта. Если на площади 1 $м^2$ полотна одновременно имеются дефекты, свойственные I и II сортам, этот участок полотна получает оценку низшего сорта. Если на площади 1 $м^2$ полотна дефектов окажется больше, чем допускается для II сорта, или же будут дефекты, не допускаемые для II сорта, этот участок полотна вырезают и оценивают как 0,25 массы полотна площадью 1 $м^2$ (в килограммах).

Определение сорта трикотажного полотна существенно отличается от определения сорта тканей. Для трикотажных полотен не устанавливают сорт целого куска. Учитывая, что трикотажные полотна реализуются по массе, из общей массы куска выделяют массу полотна первосортного, массу полотна второсортного и массу забракованного полотна.

Методика определения сорта трикотажного полотна сводится к следующему. Полотно просматривают по внешнему виду, выявляют совокупность дефектов, относящихся к I, II сортам и браку. По числу выявленных дефектов устанавливают число квадратных метров полотна соответственно I, II сортов или брака. Зная поверхностную плотность данного полотна, определяют в куске массу (в килограммах) полотна I и II сортов и забракованного (с учетом 0,25 массы участков полотна площадью 1 $м^2$).

Трикотажные полотна, как известно, характеризуются большой растяжимостью. Неравномерная растяжимость трикотажного полотна осложняет выполнение технологических операций при раскрое и пошиве изделий, влияет на качество готовых изделий. Для уменьшения растяжимости полотна и приведения его в стабильное состояние предусматривают отлеживание полотна в течение определенного времени (до 24 ч) сразу же после снятия с вязальных машин; вторично полотно отлеживается после его влажно-тепловой обработки. Проводят отлеживание и хранят трикотажные полотна в специальных помещениях, где должны поддерживаться нормальные условия.

4.3. Сортность нетканых полотен

Сортность вязально-прошивных полотен бытового назначения определяется по показателям физико-механических свойств и дефектам внешнего вида. Методика определения сортности основана на системе допусков по показателям физико-механических свойств и по числу дефектов внешнего вида.

Для нетканых полотен установлено два сорта. Полотно I сорта по физико-механическим свойствам должно соответствовать требованиям стандартов или нормативно-технических документов на это полотно; отклонений от норм не допускается. Для полотна II сорта допускаются отклонения от минимальных норм, установленных для полотна I сорта, %: по ширине — 3; поверхностной плотности — 10; плотности прошивки — 10; разрывной нагрузке — 10; усадке после стирки — 2. При оценке полотен по дефектам внешнего вида учитывают местные и распространенные дефекты. К местным дефектам, допускаемым в сортной продукции, относят такие: утолщенные прошивные продольные и поперечные нити от трех- до пятикратной толщины общей длиной до 2 м; местное утолщение волокнистого холста длиной до 8 см (в полотне I сорта не более трех мест с этим дефектом на условную площадь); обрыв нити длиной не более 10 см (в полотне I сорта не более трех мест с данным дефектом); штопка заметная длиной не более 10 м; масляные и загрязненные пятна длиной до 2 см (в полотне II сорта не более 10 мест с этим дефектом); дефекты крашения и печати площадью не более 2,5 $см^2$ (в полотне II сорта не более 10 мест с данным дефектом) и др.

К распространенным дефектам полотен относят: засоренность, мушковатость, полосатость, разнооттеночность, заломы, зебристость и др.

Для полотен I сорта допускается 12 местных дефектов, для полотен II сорта — 24 местных дефекта, рассчитанных на условную площадь полотна 30 $м^2$. Число местных дефектов на условную площадь 30 $м^2$ рассчитывают по формуле, приведенной на стр. 344.

В полотне I сорта распространенные дефекты не допускаются. Для полотна II сорта допускается не более одного распространенного дефекта. При этом число местных дефектов на условную площадь 30 $м^2$ не должно превышать 17.

Методика определения сорта нетканых полотен, как и методика определения сорта льняных и шерстяных тканей, в полной мере согласуется с методикой определения сорта готовых швейных изделий в зависимости от размеров и числа дефектов внешнего вида материалов верха для этих изделий.

Глава 5
НАТУРАЛЬНЫЙ И ИСКУССТВЕННЫЙ МЕХ

5.1. Натуральный мех

Меховая шкура была первым материалом, используемым человеком в качестве одежды. Прошли тысячелетия, а натуральный мех не потерял своего значения как один из основных материалов для одежды. Благодаря хорошим теплозащитным свойствам, высокой износостойкости и красивому внешнему виду натуральный мех и сегодня широко применяется для изготовления одежды различных видов, для отделки и украшения швейных изделий.

Россия имеет самую богатую в мире пушно-меховую базу: в стране насчитывается около 100 видов пушных зверей и животных, шкуры которых перерабатываются в меховой промышленности. Большое внимание обращается на развитие звероводства, каракулеводства, кролиководства, овцеводства, на акклиматизацию и расселение ценных пушных зверей.

Среди пушно-меховых* шкур выделяют зимние и весенние виды. К зимним видам относятся шкуры (шкурки) зверей, имеющих лучший мех зимой и не залегающих в зимнюю спячку (норка, лисица, белка, колонок, куница, соболь, заяц и др.), а также шкуры животных, волосяной покров которых бывает лучшим в зимнее время (кролик, кошка, собака). К весенним видам принадлежат шкуры (шкурки) зверей, залегающих в зимнюю спячку (суслик, сурок, крот, ондатра, нутрия и др.), охота на которых производится весной, осенью или летом. К весенним видам относятся также шкуры молодых домашних животных (овцы, козы, олени, жеребята, телята и др.). Из шкур морских зверей и птиц промышленное значение имеют шкуры морских котиков и тюленей (определенных возрастов), гагар, бакланов, пеликанов и др.

Различают пушно-меховое сырье, полуфабрикаты и изделия.

Пушно-меховое сырье — сырые (парные или законсервированные) невыделанные шкуры. Сырые шкуры очень гигроскопичны,

---

* Пушными (пушниной) называют шкуры, полученные от зверей, добытых охотой или разводимых в зверохозяйствах, меховыми — шкуры, полученные от домашних или сельскохозяйственных животных.

легко загнивают и по своим физико-механическим свойствам непригодны для изготовления пушно-меховых изделий.

Пушно-меховые полуфабрикаты — выделанные, а иногда и окрашенные шкуры, по своим физико-механическим свойствам пригодные для выполнения скорняжно-пошивочных работ и изготовления различных пушно-меховых изделий.

Пушно-меховые изделия включают в себя все виды изделий, изготовленных из натурального меха, и в том числе пластины и меха.

Пластина — несколько выделанных однородных шкур (или участков шкур), подобранных по качеству и сшитых в виде полосы.

Мехом называют несколько пластин, подобранных по качеству и скрепленных вместе.

5.1.1. Строение пушно-меховой шкуры

Пушно-меховая шкура состоит из волосяного покрова и кожевой ткани. Для многих видов пушно-меховых шкур характерно крайне неравномерное развитие волосяного покрова по высоте, густоте, мягкости, окраске волос и кожевой ткани по различным топографическим участкам. Поэтому принято особыми названиями выделять участки шкуры (рис. 5.1). Учитывая резкую дифференциацию волосяного покрова по участкам шкуры, часто для изготовления изделий шкуры используют не целиком, а отдельными участками. Например, шкурки белки обычно раскраивают на участки: хребты, черева, загривки, огузки и т. п., из которых сшивают пластины (хребтовые, черевовые, огузочные, загривочные и др.). Из этих пластин изготовляют изделия определенного назначения.

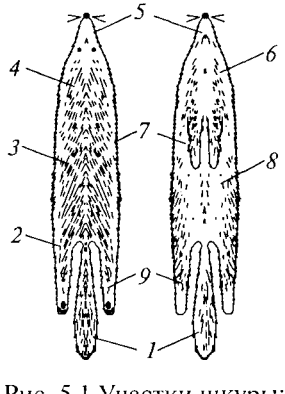


Рис. 5.1 Участки шкуры:

1 — хвост; *2* — огузок; *3* — хребет; *4* — загривок; *5* — мордка; *6* — душка; *7* — бок; *8* — черево; *9* — лапы

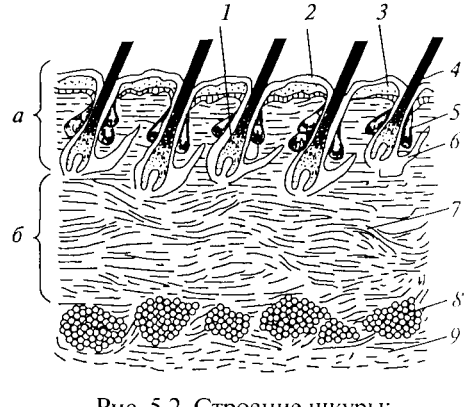


Рис. 5.2. Строение шкуры:

а — сосочковый слой; *б* — сетчатый слой; *1* — волосяная луковица и сумка; *2*, *3* — эпидермис; *4* — волос; *5* — сальная железа; *6* — мышца волосяной сумки; *7* — дерма; *8* — мускульная прослойка; *9* — подкожно-жировой слой

Строение кожевой ткани. Кожевая ткань шкуры состоит из эпидермиса, дермы и подкожно-жирового слоя (рис. 5.2).

Эпидермис — очень тонкий слой, образованный эпителиальными клетками, составляет 2—4 % общей толщины кожного покрова. Эпидермис связан с волосяными сумками, обеспечивает их закрепление в кожевой ткани. Поэтому при выделке пушно-меховых шкур эпидермис сохраняют.

Дерма — основной слой в кожевой ткани, имеющий волокнистую структуру, образованную переплетением коллагеновых, эластиновых и ретикулиновых волокон. Коллагеновые волокна (коллаген), составляющие основную массу волокон дермы, залегают пучками, переплетающимися между собой. От характера переплетения пучков и плотности их расположения зависит прочность дермы. Отличительной особенностью коллагена является то, что он обладает свойством вступать в соединение с дубильными веществами, т. е. задубливаться.

Эластиновые волокна (эластин) располагаются вокруг волосяных сумок, желез и придают кожевой ткани эластичность, повышают ее упругость. Ретикулиновые волокна (ретикулин) располагаются в виде сеток сросшихся между собой волокон, оплетающих пучки коллагеновых волокон.

В дерме различают два слоя: сосочковый и сетчатый. Сосочковый (термостатический) слой включает в себя волосяные сумки, потовые и сальные железы, мышцы волос, нервные окончания. Этот слой заканчивается на глубине залегания волосяных сумок и отличается рыхлостью и небольшой прочностью. Сетчатый слой состоит из более толстых, плотно расположенных пучков коллагеновых волокон и характеризуется большим, чем сосочковый слой, пределом прочности при растяжении.

Соотношение толщины сосочкового и сетчатого слоев непостоянно и изменяется в зависимости от возраста зверя, времени года и смены волосяного покрова (линьки).

Подкожно-жировой слой располагается непосредственно за дермой и состоит из рыхло расположенных пучков коллагеновых волокон, жировых клеток, отдельных включений мышечной ткани. При выделке меха этот слой со шкуры удаляют.

Строение волосяного покрова. Волосы, составляющие волосяной покров шкуры, неоднородны и различаются по толщине, высоте, извитости, внутреннему строению. Различают кроющие и пуховые волосы. Среди кроющих выделяют два типа волос: направляющие и остевые.

Направляющие — прямые, толстые и длинные волосы веретенообразной формы, выступающие над волосяным покровом. Для многих зверей количество направляющих волос невелико и составляет 5—20 на 1 $см^2$ шкуры. Эти волосы защищают пуховые волосы от механических повреждений.

Остевые волосы всегда короче и тоньше направляющих, но длиннее и толще пуховых. Количество остевых волос на шкурах разных зверей неодинаково, но больше количества направляющих волос. Остевые волосы по размерным признакам подразделяются на несколько морфологических категорий (1-я, 2-я категории и т.д.). Они, как и направляющие волосы, защищают пуховые волосы от механических воздействий.

Пуховые волосы самые тонкие и короткие, почти всегда извитые. Они составляют основную массу волосяного покрова. По размерным признакам пуховые волосы также неоднородны и могут подразделяться на категории. Эти волосы определяют теплозащитные свойства меха.

Волос состоит из корня и стержня (см. рис. 5.2). Корень — часть волоса, залегающая в кожевой ткани. Нижняя часть корня называется луковицей.

Стержень — часть волоса, выступающая над кожевой тканью. Снаружи стержень покрыт очень тонким чешуйчатым слоем (кутикулой), образованным из ороговевших клеток (чешуек). Чаще всего чешуйки располагаются черепицеобразно (одна чешуйка находит на другую). Каждая чешуйка, в свою очередь, состоит из трех слоев: эпикутикулы, экзокутикулы и эндокутикулы, различающихся химическим составом и свойствами. За чешуйчатым слоем расположен второй, основной, слой стержня — корковый (кортекс). Корковый слой образован из клеток вытянутой формы, имеющих фибриллярную структуру. Степенью развития этого слоя определяются механические свойства волоса.

Стержни многих волос (кроме тонких пуховых) имеют третий, сердцевинный, слой, расположенный за корковым, в центральной части волоса. Степень развития этого слоя волоса различна для зверей разных видов. Сильно развит сердцевинный слой в волосах северного оленя, зайца, слабо развит в волосах выдры, морского котика, ондатры.

5.1.2. Изменчивость пушно-меховой шкуры

Пушно-меховая шкура — продукт естественного, природного происхождения. После выделки свойства волосяного покрова сырой шкуры в полуфабрикате практически не изменяются. Поэтому в основу сортировки как сырья, так и полуфабрикатов положены основные качественные признаки волосяного покрова, зависящие от прижизненных биологических факторов.

К числу факторов, влияющих на формирование волосяного покрова и вызывающих его изменчивость, относятся следующие: образ жизни и условия обитания зверя, район (географический) обитания, время года, пол, возраст, а также индивидуальные особенности.

Изменчивость шкуры в зависимости от условий обитания зверя. Пушных зверей можно разделить на четыре группы: наземные, подземные, полуводные, водные.

Волосяной покров зверей, ведущих наземный образ жизни или лазающих по деревьям (лисица, белка, соболь, куница, волк, кошка, рысь и др.), густой, пушистый и крайне неоднородный по топографическим участкам: на хребтовой части волосяной покров более густой и высокий, а кожевая ткань более толстая и плотная, чем на череве.

У зверей, большая часть жизни которых проходит под землей (крот, слепыш), волосяной покров характеризуется равномерностью развития по топографическим участкам. Так, у крота количество волос на 1 $см^2$ черева составляет 10 тыс., хребта — 12 тыс., а различие в высоте волосяного покрова на хребте и череве составляет 1 — 1,5 мм. Волосяной покров этих зверей кажется равномерным по высоте, густым, бархатистым, а шкуры их используются целиком.

Шкуры полуводных зверей, большая часть жизни которых проходит на суше, а меньшая — в воде (выдра, ондатра, нутрия, водяная крыса и др.), также характеризуются равномерностью развития волосяного покрова и кожевой ткани по топографическим участкам. Их волосяной покров имеет очень густой пух, закрытый хорошо развитыми остевыми волосами.

У многих водных зверей (кит, дельфин) волосяной покров видоизменился или полностью исчез, у некоторых зверей (тюлень) волосяной покров сохраняется только в раннем периоде жизни; с возрастом пышный мягкий густой волосяной покров выпадает и на смену вырастает редкая грубая ость.

Географическая изменчивость шкуры. В зависимости от климатических условий географического района обитания зверя в той или иной степени развиваются его волосяной покров и кожевая ткань. Различие в густоте, высоте, шелковистости, окраске и блеске волос, толщине и плотности кожевой ткани, а также в размерах шкур, наблюдаемое у зверей одного вида, обитающих в разных географических районах, называется географической изменчивостью шкур.

Шкуры зверей, обитающих в районах с холодным климатом, несколько больше по размерам и имеют более густой высокий шелковистый волосяной покров и более тонкую плотную кожевую ткань, чем шкуры зверей такого же вида, обитающих в районе с менее холодным климатом. Это характерно не только для диких зверей, но и для зверей, разводимых в зверохозяйствах. В районе с более влажным климатом волосяной покров грубее. Шкуры зверей, обитающих в степных и пустынных районах, имеют низкий и грубый волосяной покров и бледную песочно-серую окраску.

В связи с географической изменчивостью шкуры зверей многих видов принято подразделять по кряжам. Кряж — это совокупность качественных признаков (густота, высота, шелковистость, окрас-

ка, размеры и т. п.), характерных для пушных шкур данного вида, добытых в определенном географическом районе.

Сезонная изменчивость шкуры. Изменение качества волосяного покрова шкуры, связанное с сезонными климатическими изменениями в районах обитания зверя, называется сезонной изменчивостью.

Сезонная изменчивость проявляется прежде всего в смене волосяного покрова (линька). Линька у зверей, не залегающих на зимнюю спячку, и домашних животных происходит два раза в год — весной и осенью (белка, лисица, собака и др.). Весной зимний густой мягкий высокий волосяной покров выпадает и на смену ему вырастает летний низкий и редкий более грубый волосяной покров. В летнее время кожевая ткань делается более толстой и рыхлой. Осенью, наоборот, на смену выпадающему летнему волосяному покрову вырастает зимний.

У зверей, залегающих на зимнюю спячку, линька бывает один раз в год и продолжается все лето (сурки, суслики и др.).

У различных зверей линька происходит по-разному, но в строго определенной топографической последовательности: начинается она с определенного участка и заканчивается также в определенном месте. Чаще всего линька происходит от мордки к огузку.

Возрастная изменчивость шкуры. С возрастом у зверя или животного происходят изменения в его волосяном покрове и кожевой ткани.

Почти у всех пушных зверей и некоторой части домашних животных (кошка, собака, кролик) шкуры молодняка малоценны, так как первичный волосяной покров их очень мягкий, низкий, легко сваливающийся. Остевые волосы почти не отличаются от пуховых. Кожевая ткань тонкая, рыхлая и непрочная. С возрастом первичный волосяной покров сменяется вторичным, кожевая ткань уплотняется. Качество волосяного покрова и кожевой ткани улучшается у зверей каждого вида до какого-то определенного, предельного возраста, после которого мех начинает тускнеть, грубеть. Например, у серебристо-черных лисиц лучшие по качеству шкуры имеют самки в возрасте 2—3 лет.

У домашних животных (каракульские овцы, лошади) и морских зверей (тюлень) шкуры молодняка, наоборот, более ценные, чем шкуры взрослых животных. У большинства видов пушных зверей шкуры самцов крупнее, чем шкуры самок, и кожевая ткань их толще. Волосяной покров самцов более высокий и грубый, чем самок.

Индивидуальная изменчивость шкуры. Различия в качестве волосяного покрова и размерах шкур зверей одного вида, не зависящие от других рассмотренных выше факторов, называются индивидуальной изменчивостью шкуры. Чаще всего эти различия проявляются в окраске, высоте, густоте и шелковистости волосяного покрова, реже — в размерах шкур.

У одних зверей индивидуальные особенности окраски волосяного покрова выражаются не резко, но свойственны почти каждой шкуре (соболь, лисица), у других зверей изменения в окраске очень резкие (белый и голубой песцы).

5.1.3. Основы технологии пушно-меховых полуфабрикатов

При выделке сырой шкуры в результате комплекса химических, физико-химических и механических воздействий ее кожевая ткань приобретает ценные свойства: мягкость, пластичность, устойчивость к загниванию и намоканию. При этом свойства волосяного покрова почти не изменяются. Некоторые изменения в качестве волосяного покрова происходят при крашении, а также при стрижке, щипке, глаженьи и некоторых других видах специальной обработки волосяного покрова.

Технологические операции производства пушно-меховых полуфабрикатов разделяют на 3 группы: подготовительные; собственно выделки; отделочные. Подготовительные операции включают в себя: отмоку, мездрение, обезжиривание.

Отмока — обработка шкур водой с добавлением поваренной соли, моющих веществ, ферментов, антисептиков. В процессе отмоки из шкур удаляются консервирующие вещества и загрязнения; шкура приводится в состояние, близкое к парному.

Мездрение — срезание (удаление) подкожно-жирового слоя.

Обезжиривание — удаление избытка жировых веществ из шкуры; проводится для шкур овец, морских животных, в волосяном покрове и кожевой ткани которых содержится значительное количество жира. Для обезжиривания используют эмульсии, содержащие мыло, сульфонол, стиральный порошок.

К операциям *собственно выделки* относятся пикелевание, дубление, жирование, сушка.

Пикелевание — обработка шкур раствором кислоты (серная, уксусная и др.) и поваренной соли. При пикелевании происходят обезвоживание кожевой ткани и расщепление пучков коллагеновых волокон. Дерма разрыхляется, кожевая ткань становится более пластичной, мягкой, но прочность ее уменьшается.

Дубление — обработка шкур раствором дубящей соли (хрома, алюминия, формальдегида и др.). Дубление закрепляет эффект пикелевания. После дубления повышается термостойкость (температура сваривания) кожевой ткани, возрастают прочность и упругость дермы в обводненном состоянии, снижается набухаемость кожевой ткани в воде. Вместе с тем кожевая ткань уплотняется, уменьшаются ее пластичность и мягкость.

Жирование — обработка кожевой ткани жиром или жировой эмульсией. Для жирования используют жиры животных и рыбы, синтетические жиры, минеральное масло. После жирования повы-

шаются пластичность, мягкость и прочность кожевой ткани, предупреждается возможность склеивания волокон при дальнейшей переработке, снижается способность кожи к намоканию.

Сушка — обработка шкур в сушильных камерах. При сушке из шкуры удаляется избыточная влага, содержание ее в шкуре доводится до 16—18 %.

При отделке выполняют следующие основные операции: откатку и разбивку.

Откатка — обработка шкур в глухих барабанах с сухими опилками и опилками, смоченными растворителями (скипидар, уайт-спирит). При откатке очищается волосяной покров, повышается мягкость и пластичность кожевой ткани.

Разбивка — обработка кожевой ткани шкур на специальных разбивочных машинах. В результате такой обработки кожевая ткань становится мягкой, пластичной (податливой).

Многие виды меха красят или подкрашивают. Крашение проводят перед операциями отделки. Натуральный мех красят, чтобы, во-первых, улучшить или углубить естественную окраску ценных видов меха и, во-вторых, придать новый цвет (расцветку) волосяному покрову или имитировать окраску ценных видов меха на шкурах массовых видов пушно-меховых полуфабрикатов.

Технологический процесс крашения состоит из многих операций, которые можно разделить на 3 группы: подготовительные; *крашения*; *отделочные*. *Подготовительные операции включают* в себя: нейтрализацию, протравливание, отбеливание.

Нейтрализация — обработка волосяного покрова шкур слабыми щелочами, в результате которой происходит обезжиривание волос, улучшаются условия для проведения последующих операций.

Протравливание — обработка шкур раствором солей хрома, меди или железа. После такой обработки улучшается окрашиваемость меха.

Отбеливание — обработка волосяного покрова окислителями (пероксид водорода, хромпик) или восстановителями (гипосульфитом). После отбеливания волосяной покров обесцвечивается, его можно окрашивать в любой цвет или имитировать под ценные виды пушнины.

Для крашения пушно-меховых шкурок используют кислотные, кубовые, протравные, активные, дисперсные, анилиновые, окислительные красители и азокрасители. Окрашивание шкур выполняют окуночным, намазным или комбинированным способом.

При окуночном способе крашения шкуры целиком погружают в раствор красителя, при намазном способе краситель наносят на волосяной покров с помощью щеток (пробивка, верховое крашение). Применяется также аэрографное, трафаретное, резервное крашения.

Комбинированный способ крашения сочетает в себе окуночный и намазный.

После крашения шкуры подвергаются указанным выше операциям отделки.

Для улучшения внешнего вида некоторые пушно-меховые полуфабрикаты проходят специальные обработки: щипку, стрижку, эпилирование, облагораживание волосяного покрова. Кроме того, шубная овчина некоторых видов со стороны кожевой ткани покрывается пленкой, кожевая ткань меховой овчины отделывается под велюр.

Щипка — удаление путем выщипывания грубых и толстых остевых волос на специальной щипальной машине или вручную.

Стрижка — подрезание волосяного покрова до определенной высоты на стригальной машине.

Эпилирование — срезание остевых и направляющих волос у основания (у кожевой ткани) на эпилировочной машине. Для эпилирования используют первосортные полноволосые шкуры. После эпилирования волосяной покров подстригают.

Облагораживание (особая обработка волосяного покрова) применяется для меховой овчины в целях улучшения ее внешнего вида. Обработку ведут в 2 этапа. На первом этапе волосяной покров обрабатывают водным раствором спирта и муравьиной кислоты и проглаживают на гладильной машине, в результате чего волос размягчается и распрямляется. На втором этапе для закрепления полученного эффекта волосяной покров обрабатывают формальдегидом и вновь проглаживают на гладильной машине. В результате такой обработки волосяной покров становится блестящим, шелковистым, рассыпчатым, уменьшается его свойлачиваемость.

Для повышения водостойкости шубной овчины разработан способ покрытия кожевой ткани пленкой наиритового латекса. Получается тонкое, мягкое, эластичное пленочное покрытие, не разрушающееся при растяжении кожевой ткани.

Отдельные виды меховой овчины со стороны кожевой ткани отделывают под велюр, применяя дополнительную обработку на шлифовальной машине. В результате такой обработки кожевая ткань становится мягкой, бархатистой.

Разработан способ модификации волосяного покрова овчины для получения искусственного завитка. Для получения завитка волосяной покров обрабатывают раствором, содержащим тиогликолевую кислоту, аммиак, ализариновое масло. После пролеживания шкуры следуют сушка и глаженье, а затем намазывание волосяного покрова пероксидом водорода и сразу же тиснение его на прессе при давлении $4 \cdot 10^4 — 5 \cdot 10^4$ Па и температуре 50—60 °С. Образующиеся на волосяном покрове завитки достаточно устойчивы к воздействию влаги.

5.1.4. Свойства пушно-меховых полуфабрикатов

Качество пушно-меховых полуфабрикатов, их назначение и рациональное использование в меховом производстве определяются показателями основных свойств волосяного покрова и кожевой ткани, а также показателями свойств меха: теплозащитных, износостойкости.

Свойства волосяного покрова. Основные свойства волосяного покрова — это густота, высота, мягкость или шелковистость, свойлачиваемость, сминаемость, цвет, окраска, блеск, прочность и удлинение волос, прочность закрепления их в кожевой ткани.

Густота волосяного покрова характеризуется количеством волос всех видов, находящихся на единице площади. Густота волосяного покрова неодинакова у шкур разных видов и зависит главным образом от прижизненных факторов: района обитания зверя или условий содержания животного, времени года отстрела, пола и возраста зверя или животного.

На разных участках шкуры густота волосяного покрова также неодинакова: на одних участках она больше, на других меньше.

Густоту волосяного покрова определяют путем подсчета числа волос на образце определенного размера либо с помощью радиометрического густомера РГ-4.

Высота волосяного покрова определяется естественной высотой волос всех видов, составляющих мех. Высота волосяного покрова на шкурах зверей различных видов 10 — 120 мм. Шкуры большинства пушных зверей (лисица, песец, белка, норка, рысь) и некоторых домашних животных (кошка, собака, кролик) с относительно высоким волосяным покровом ценятся дороже. Шкуры каракуля, жеребка, каракульчи со сравнительно низким волосяным покровом, наоборот, ценнее шкур с переросшим волосом.

Высота волос на разных участках шкуры также неодинакова, причем наиболее резко это проявляется у наземных зверей и менее резко — у водных и полуводных.

Большинство используемых пушно-меховых полуфабрикатов длинноволосые (соболь, куница, колонок, норка, лисица, кошка, собака и др.). Полуфабрикаты некоторых видов поступают в скорняжное производство щипаными, т.е. имеющими только пуховые волосы (выдра, морской котик), стриженными и эпилированными (кролик).

Высоту волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов оценивают органолептически или измеряют штангенциркулем.

Мягкость, или *шелковистость*, меха зависит от строения, густоты волосяного покрова, количественного соотношения кроющих и пуховых волос. Чем больше кроющих волос приходится на единицу площади, тем грубее волосяной покров. Мягкость волосяного покрова на участках шкур различных зверей, как правило,

неодинакова. У наземных животных различия в степени мягкости волосяного покрова проявляются более резко, чем у водных и полуводных.

На практике мягкость, или шелковистость, меха определяют органолептически, проводя рукой по волосяному покрову. Предусмотрены следующие оценки меха: особошелковистый, шелковистый, мягкий, полумягкий, грубоватый, грубый.

Свойлачиваемость — способность волосяного покрова уплотняться вследствие сближения, переплетения и сцепления волокон. Свойлачиваемость зависит от количественного соотношения пуховых и кроющих волос, густоты волосяного покрова, упругости волос, их извитости и расположения на них чешуек. Шкуры, волосяной покров которых легко свойлачивается, обладают малой износостойкостью; теплозащитные свойства их во время носки резко ухудшаются, изменяется внешний вид.

Сминаемость — уменьшение толщины волосяного покрова при действии сжимающей нагрузки. Сминаемость зависит от упругости волос, густоты и высоты волосяного покрова. Чем выше упругость волос и гуще волосяной покров, тем меньше сминаемость меха. Вследствие сминаемости волосяного покрова ухудшаются теплозащитные свойства меха и его внешний вид.

Цвет волосяного покрова натуральных (некрашеных) пушно-меховых полуфабрикатов может быть белый, черный, коричневый, рыжий, голубой, серый, бурый. Следует отметить, что отдельные названия цвета волосяного покрова условны. Например, под голубым цветом меха понимается темно-бежевая окраска с голубым оттенком (голубой песец). Пушно-меховые полуфабрикаты некоторых видов выпускаются крашеными. Крашение (подкрашивание) проводится для улучшения внешнего вида меха или для имитации менее ценного меха (пушнины) под более ценный (овчина под выдру).

Цвет, окраска волосяного покрова играют большую роль не только при определении ценности шкуры (например, шкура соболя с особо темной окраской волосяного покрова значительно ценнее шкуры со светло-каштановой окраской), но и в скорняжном производстве при подборе шкур для изделия. Меховое изделие, изготовленное из плохо подобранных по цвету волосяного покрова шкур, имеет некрасивый внешний вид.

Окраска волосяного покрова может быть однотонная (крот, выдра), пятнистая (барс, леопард) и зонарная, при которой волосы по высоте имеют несколько цветов: у основания один цвет, у концов — другой.

У натуральных (некрашеных) шкур цвет волосяного покрова довольно устойчив и может изменяться лишь под воздействием света или от продолжительного хранения (серый каракуль желтеет, соболь рыжеет).

Светостойкость (цветостойкость) — устойчивость окраски волосяного покрова натуральных и крашеных шкур к воздействию солнечных лучей, повышенной температуры и влаги. Испытание на цветостойкость проводят на приборе «Ксенотест», где образец меха при определенной температуре и влажности подвергается облучению ксеноновым излучателем. Степень выцветания волосяного покрова устанавливается по пяти- и восьмибалльной системам.

Для полуфабрикатов, подвергаемых крашению, определяют также устойчивость окраски волосяного покрова к трению — маркость. Для определения маркости применяют прибор ПМ-3.

Блеск волосяного покрова зависит от строения кутикулярного слоя отдельных волос (характера расположения чешуек), а также от строения волосяного покрова: остевые и направляющие волосы увеличивают блеск, пуховые волосы делают волосяной покров матовым. Принято различать блеск сильный, средний, слабый и матовый. Выделяют шкуры, имеющие блеск шелковистый (мягкий, нерезкий, напоминающий блеск натурального шелка), металлический (напоминающий блеск стали) и стекловидный (сильный, резкий, создающий на поверхности волосяного покрова яркие блики).

Разрывная нагрузка, характерная для волос сырой шкуры, почти не изменяется для полуфабриката при условии полного соблюдения режимов выделки, крашения и отделки.

Прочность волос зависит от строения и развития их коркового слоя; для волос разных видов разрывная нагрузка 2—120 сН. Относительное удлинение волос в нормальных условиях сравнительно велико и достигает более 30 %. С повышением влажности *удлинение волос* возрастает, иногда составляет более 100 %; их прочность при этом уменьшается.

Прочность закрепления волос в кожевой ткани имеет большое значение при оценке качества пушно-меховых полуфабрикатов и особенно их носкости. Это свойство зависит от времени заготовки шкуры, характера строения дермы и глубины залегания волос (к концу осенней линьки прочность закрепления волос наибольшая, так как их корни находятся глубоко в дерме и прочно связаны с сосочками), от степени соблюдения режимов операций выделки, крашения и отделки.

Прочность закрепления волос в кожевой ткани можно оценивать нагрузкой, которую необходимо приложить, чтобы оторвать пучок волос от кожевой ткани площадью 1 мм^2. У большинства пушно-меховых полуфабрикатов волосы достаточно прочно закреплены, при носке изделий в основном изнашиваются и обрываются стержни волос.

Свойства и химический состав кожевой ткани. Основные свойства кожевой ткани полуфабриката — прочность и удлинение, пластичность (тягучесть), продубленность и намокаемость. Кожевая ткань

характеризуется также химическим составом (содержанием влаги, жировых веществ, золы, свободной кислоты).

Предел прочности при растяжении и удлинение кожевой ткани определяются ее толщиной, строением и характером переплетения в ней коллагеновых волокон, методом выделки, содержанием в полуфабрикате влаги и жира. Прочность и удлинение, свойственные сырым шкурам, в процессе выделки, крашения, отделки резко изменяются: прочность уменьшается, удлинение возрастает. Повышение влажности и введение жировых веществ в кожевую ткань в определенных пределах увеличивают ее прочность.

Пластичность (тягучесть), т.е. способность после растягивания сохранять приданную форму и размеры, — очень ценное свойство полуфабрикатов, особенно при выполнении скорняжных работ. При увлажнении пластичность кожевой ткани значительно возрастает. Хорошая пластичность (потяжка) кожевой ткани позволяет изменять конфигурацию шкуры в различных направлениях, несколько увеличивать ее размеры.

Намокаемость кожевой ткани, или ее способность впитывать влагу, определяется тем увеличением массы, которое она получает после двухчасового пребывания в воде. Для полуфабрикатов нежелательно, чтобы их кожевая ткань поглощала много влаги, так как при этом заметно увеличивается ее масса и после высыхания кожевая ткань делается жесткой — ухудшается ее пластичность. Степень намокаемости кожевой ткани находится в тесной связи с ее продубленностью при выделке. Чем лучше продублена шкура, тем меньше ее намокаемость.

Продубленность кожевой ткани характеризуется температурой сваривания — минимальной температурой воды, при которой образец кожевой ткани, помещенный в нее, начинает сокращаться в размерах (свертываться). Температура сваривания для разных пушно-меховых полуфабрикатов 50—80 °С. Она позволяет оценивать также эксплуатационные качества, намокаемость, устойчивость пластических свойств шкуры.

Содержание влаги для большинства полуфабрикатов составляет 12—16 % (при нормальных условиях). При меньшей влажности кожевая ткань делается жесткой, непластичной, уменьшаются размеры шкур. Шкуры с повышенным содержанием влаги быстро плесневеют и не могут долго храниться.

Содержание жировых веществ в шкуре должно быть 8—18 %. Недостаток жира в кожевой ткани делает ее жесткой, малопластичной. Излишек (сверх нормы) жира утяжеляет шкуру, делает ее дряблой, рыхлой, и при носке она быстро приобретает засаленный вид.

Содержание золы, т.е. остатка нелетучих минеральных веществ, образующихся после полного сжигания образца шкуры, колеблется в пределах 5—8 %. В зависимости от методов консервирования,

выделки и крашения в составе золы содержатся в большем или меньшем количестве поваренная соль, соли хрома и др.

Содержание свободной кислоты в полуфабрикате должно соответствовать норме. Значение pH не должно быть ниже 3 (определяется по свободной кислоте). Излишек кислоты с течением времени разрушительно действует на кожевую ткань. Кроме того, кислота вызывает заметное уменьшение прочности ниток в швах меховых изделий.

Износостойкость меха. Износостойкость — способность пушно-меховых полуфабрикатов противостоять различным физико-химическим и механическим воздействиям при эксплуатации меховых изделий и устойчиво сохранять основные свойства меха. Износостойкость является комплексным свойством пушно-мехового полуфабриката и оценивается показателями его разных свойств (прочности при растяжении волос, их упругости, устойчивости к многократному изгибу, прочности закрепления волос в кожевой ткани, свойлачиваемости, сминаемости волосяного покрова и его устойчивости при истирании, а также прочности и удлинения кожевой ткани) и его химическим составом. Износостойкость обычно оценивают по показателям основных свойств полуфабриката, полученным при лабораторных испытаниях меха.

На основании опытных наблюдений за носкостью меховых изделий и данных лабораторных испытаний полуфабрикатов составлены сравнительные таблицы износостойкости натурального меха различных видов. Проф. П. П. Петров, приняв износостойкость меха выдры, бобра камчатского и росомахи за 100 %, остальные виды меха располагает по износостойкости в такой последовательности:

Мех	*Износостойкость, %*	*Мех*	*Износостойкость, %*
Бобр камчатский	100	Корсак	45
Выдра	100	Рысь	40
Росомаха	100	Хорь темный	35
Котик морской	90	Белка	30
Бобр речной	90	Сурок	27
Соболь	80	Колонок	25
Норка	70	Горностай	25
Белек	70	Суслик-песчаник	22
Песец	65	Кошка	17
Жеребенок	64	Кролик	12
Каракуль	60	Крот и суслик	10
Куница мягкая	60	Бурундук	8
Тюлень	55	Хомяк	6
Лисица	50	Заяц	5
Ондатра	45		

Теплозащитные свойства меха. Пушно-меховые полуфабрикаты, имеющие достаточно высокий и густой волосяной покров, характеризуются хорошими теплозащитными свойствами. Эти ценные свойства меха объясняются прежде всего малой теплопроводностью кератина волос и низкой воздухопроницаемостью кожевой ткани: ее коэффициент воздухопроницаемости приблизительно 1 $дм^3/(м^2 \cdot с)$. Не менее важно то, что в волосяном покрове шкуры, а у некоторых полуфабрикатов (шкур оленей) и в самих волосах заключено значительное количество воздуха, который служит хорошим теплоизолятором. Существенное влияние на теплозащитные свойства меха оказывают также упругость и сминаемость волосяного покрова.

Шкуры, имеющие достаточно упругий мех, характеризуются хорошей ветростойкостью — способностью волосяного покрова противостоять ветровому потоку. Воздух, заключенный в волосяном покрове таких полуфабрикатов, оказывается «неподвижным», что и определяет их хорошие теплозащитные свойства.

Таким образом, теплозащитные свойства шкуры зависят от высоты, густоты и упругости волосяного покрова, устойчивости слоя воздуха, заключенного в нем. Уменьшение высоты меха во время носки (сжатие волосяного покрова и его свойлачиваемость) приводит к уменьшению толщины воздушного слоя и, следовательно, к ухудшению теплозащитных свойств меха. Заметное влияние на теплозащитные свойства меха оказывает скорость воздушных потоков, обдувающих мех. С увеличением скорости воздушного потока тепловое сопротивление меха уменьшается (рис. 5.3).

Как видно из представленного графика, при обдувании меха со стороны кожевой ткани его теплозащитные свойства уменьшаются в значительно меньшей степени, чем при обдувании со стороны волосяного покрова. Поэтому меховые изделия, изготовленные кожевой тканью наружу, обладают лучшими теплозащитными свойствами, чем изделия, изготовленные из того же меха, но наружу волосяным покровом. Теплозащитные свойства пушно-меховых

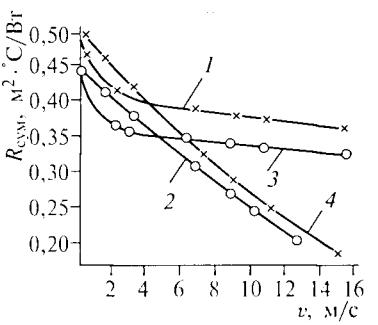


Рис. 5.3. Изменение суммарного теплового сопротивления мериносовой овчины с разной высотой волос при испытании в условиях ветрового потока разной скорости v (по данным Д. А. Мендельсона):

1, *3* — при расположении образца волосом к бикалориметру (*1* — высота волос 20 мм; *3* — 12 мм); *2*, *4* — при расположении образца кожевой тканью к бикалориметру (*2* — высота волос 12 мм; *4* — 20 мм)

полуфабрикатов определяются на приборах, которые применяются для аналогичных испытаний текстильных материалов.

Ниже приведены значения суммарного теплового сопротивления $R_{сум}$ пушно-меховых полуфабрикатов различных видов при скорости воздушного потока 5 м/с (по данным Ю. В. Игнатова):

Полуфабрикат	$R_{сум}$, $м^2 \cdot °C/Вт$	*Полуфабрикат*	$R_{сум}$, $м^2 \cdot °C/Вт$
Песец голубой	0,487	Кролик щипаный	0,208
Олень северный	0,421	Мерлушка крупнозавитковая	0,178
Лисица красная	0,379	Козлик	0,157
Заяц-беляк	0,374	Лямка	0,145
Овчина стриженая	0,312	Мерлушка мелкозавитковая	0,138
Соболь	0,275	Кролик стриженый	0,132
Кролик длинноволосый	0,264	Крот	0,116
Белка якутская	0,246	Смушка искусственная	0,094
Котик морской	0,241	Каракуль искусственный	0,083
Белек	0,237		
Ондатра	0,227		

5.1.5. Сортировка пушно-меховых полуфабрикатов

Пушно-меховые полуфабрикаты по физико-механическим и химическим свойствам должны соответствовать требованиям государственных стандартов. Кроме того, меховые шкуры каждого вида должны быть рассортированы по густоте, высоте, шелковистости, окраске и блеску волосяного покрова, толщине кожевой ткани, размерам и другим признакам.

Сортировка полуфабрикатов обычно проводится в два этапа: сначала стандартная сортировка в меховом производстве, а затем производственная сортировка в скорняжном производстве в соответствии с инструкцией.

При стандартной сортировке просматривают все шкуры и группируют их по кряжам (или породам), окраске, сортам, порокам и размерам. При производственной сортировке, являющейся операцией скорняжного производства, осуществляется дальнейшая и более тщательная группировка шкур по высоте, густоте, шелковистости волосяного покрова, оттенкам окраски, толщине кожевой ткани и другим показателям.

Стандартная сортировка полуфабрикатов проводится в соответствии с государственными стандартами, которые содержат следующие требования, общие для большинства видов полуфабрикатов:

кожевая ткань должна быть мягкой, чистой, хорошо просушенной, без грубых мест, без выхватов до обнажения волосяных луковиц, давать потяжку по всем направлениям;

волосяной покров должен быть хорошо очищен от пыли, не иметь закатов, прочно связан с кожевой тканью. У крашеных шкур он должен быть блестящим, равномерно окрашенным, немарким, без пятен, у стриженых — без засечек и выхватов;

разрывы, дыры, плешины должны быть удалены. При этом различные вставки, надставки должны быть подобраны в полном соответствии с качеством основной шкуры;

швы должны быть выполнены прочными нитками, без захватов в шов волоса, без посадки сторон, без пропусков и просечек и хорошо разглажены.

При несоответствии полуфабрикатов указанным требованиям они считаются нестандартными.

Сортировка пушных полуфабрикатов. Большинство пушных полуфабрикатов при стандартной сортировке подразделяют по кряжам, цвету волосяного покрова, сортам, размерам и группам пороков.

При сортировке по кряжам число и наименования кряжей для некрашеных полуфабрикатов обычно соответствуют числу и наименованиям их для сырых шкур. Для крашеных полуфабрикатов число кряжей уменьшается. Иногда кряжи вместо наименования имеют порядковые номера: чем меньше номер, тем выше качество шкур.

Сортировка по цвету (оттенку) волосяного покрова выполняется для натуральных и крашеных полуфабрикатов, характеризующихся более или менее резкими различиями в окраске волосяного покрова.

При подразделении по сортам шкуры оцениваются в зависимости от развития волосяного покрова. Степень развития волосяного покрова зависит от времени заготовки шкуры (сезонной изменчивости). Зимний мех более густой, высокий, шелковистый, волосы прочно удерживаются в кожевой ткани. Шкуры, заготовленные весной или осенью во время линьки, имеют невысокое качество, так как их волосяной покров находится в стадии роста. Худшими по качеству являются шкуры летней заготовки: волосяной покров зверей в это время года очень редкий, короткий.

К I сорту относятся шкуры с более густым, высоким волосяным покровом, ко II сорту — шкуры с менее густым и высоким волосяным покровом, с недоразвившимися остевыми и пуховыми волосами, к III сорту — шкуры с низким волосяным покровом, к IV сорту — шкуры с низким редким волосяным покровом, почти без пуха.

Сортировка по размерам выполняется в зависимости от площади шкур данного вида, причем предусматривается определенное число размерных групп. Площадь (размер) шкур определяют перемножением длины шкуры на ее ширину. Площадь шкуры в квадратных сантиметрах или дециметрах указывается со стороны ее кожевой ткани.

Сортировка по группам осуществляется в зависимости от внешних пороков полуфабрикатов. Шкуры могут иметь следующие внешние пороки: швы продольные и поперечные, молеедины, выхваты кожевой ткани, поредение волос и т. п. Тот или иной порок оценивается согласно стандарту соответствующим числом баллов. По сумме баллов за пороки определяют группу, к которой может быть отнесена шкура. Для пушных полуфабрикатов предусмотрены четыре группы. Для каждой группы установлены определенные пороки с указанием их размеров.

Сортировка меховых, каракулево-мерлушечных, овчинно-шубных и овчинно-меховых полуфабрикатов. Полуфабрикаты этих видов сортируют по размерам, цвету волосяного покрова, сортам и в зависимости от пороков по группам. Их не сортируют по кряжам. Вместо этого, например, для шкурок кролика введена сортировка по породам, для шкур жеребенка и теленка — деление по возрасту.

Шкуры жеребенка, теленка, козленка, кроме того, сортируют в зависимости от характера рисунка волосяного покрова на муаристые и гладкие. Муаристые шкуры ценятся выше гладких.

5.1.6. Основные виды пушно-меховых полуфабрикатов

Пушно-меховые полуфабрикаты подразделяют на 6 групп: пушные — выделанные шкурки (зимних и весенних видов) пушных зверей; каракулево-мерлушечные — выделанные шкурки ягнят различных пород овец; овчинно-меховые и овчинно-шубные — выделанные шкуры взрослых овец различных пород; меховые — выделанные шкурки кроликов, собак, кошек, козлят, шкуры жеребят, телят, оленей и других домашних животных; морских зверей — выделанные шкурки морских котиков, тюленей (лучшие меховые шкурки бывают у морских котиков в возрасте 2—4 лет, тюленей в возрасте до 15 дней, называемых белек, и тюленей в возрасте до 1 мес, называемых хохлушка или тулупка); птиц — выделанные шкурки птиц.

Пушные полуфабрикаты. К этой группе относятся следующие полуфабрикаты.

Шкурки лисиц. Различают шкурки лисиц красной (обыкновенной), сиводушки, черно-бурой, серебристо-черной, платиновой, снежной.

Полуфабрикаты красной лисицы (обыкновенной) в зависимости от пышности, мягкости, окраски волосяного покрова и размеров шкурки подразделяют на группы. Окраска волосяного покрова шкурок красной лисицы очень разнообразна: от темно-красной (ярко-рыжей) до серой или грязно-белой. Шкурки лисиц этого вида выпускаются длинноволосыми (натуральными) или крашеными (под серебристо-черную и черно-бурую лисицу), а также стриженными до высоты волос 14—20 мм и крашеными в черный, коричневый или серый цвет.

Окраска волосяного покрова шкурок лисицы сиводушки может быть темно-бурая, бурая с серебристой остью или красно-бурая. Пух имеет темно- или светло-голубую окраску. Серебристость остевых волос у сиводушки обычно не чисто-белая, а желтоватая.

Шкурки черно-бурой лисицы характеризуются черно-бурой или черной окраской с незначительной серебристостью на хребте. Серебристо-черные шкурки получают от лисиц, которых разводят в зверохозяйствах.

Отличительной особенностью шкурок серебристо-черных лисиц может служить то, что на участках их ушных раковин волосы черные (на шкурках черно-бурой лисицы они рыжеватые). В зависимости от оттенка окраски волос шкурки серебристо-черных лисиц подразделяют на четыре категории: черные, темные, темно-бурые и бурые. Наличие буроватости значительно снижает ценность шкурок.

В зависимости от степени серебристости и характера ее распространения шкурки серебристо-черных лисиц делят на три группы: с 90—100%-, 60—90%- и 30—60%-ной серебристостью. Ценность шкурок серебристо-черных лисиц зависит от оттенка «серебра» волосяного покрова, который может быть чисто-белым, почти прозрачным (жемчужное серебро), матово-белым без блеска (меловое серебро), белым, но с ясно выраженной желтизной.

Кроме серебристо-черных лисиц в зверохозяйствах разводят серебристо-черных беломордых лисиц (у которых окраска волосяного покрова очень похожа на окраску серебристо-черных лисиц, но отличается белыми пятнами на шее, мордке и душке), а также платиновых лисиц с серо-стальной или голубовато-серой окраской.

Шкурки лисиц сиводушки, черно-бурой, серебристо-черной, серебристо-черной беломордой, платиновой, снежной используются в натуральном виде. Из них изготовляют главным образом горжеты (для них предназначены шкурки с головой, хвостом, лапами), воротники и пелерины, головные уборы.

Шкурки белок. Беличьи полуфабрикаты бывают натуральные и крашеные. Натуральные полуфабрикаты в зависимости от района заготовки классифицируют на 11 кряжей. Шкурки восточносибирских кряжей характеризуются темной окраской, шелковистостью, высоким и густым волосяным покровом. По мере продвижения на запад волосяной покров белок грубеет, но окраска его светлеет, приобретает светло- или темно-голубой цвет. Ближе к центральным районам нашей страны окраска волосяного покрова белок опять темнеет, становится рыжеватой.

Для беличьих натуральных полуфабрикатов введена сортировка по степени горболысости на 5 групп. Горболысость — наличие рыжих волос на хребтовом участке шкурки. Сильногорболысые шкурки в натуральном виде почти не используют. Их обычно красят в

коричневый или темно-коричневый цвет. Беличьи полуфабрикаты в виде цельных шкурок используются редко. Чаще всего их раскраивают на отдельные участки, из которых изготовляют либо изделия, либо меха или пластины. Хребтовый участок (хребтик) наиболее прочный и по опушенности лучший из участков шкурки белки. Из хребтиков шьют женское пальто, жакеты, воротники, шапки. Черевовые участки шкурок (черева) используют для женских пальто и воротников. Грудцы, душки, репки беличьих шкурок обычно сшивают в меха и пластины, из которых затем изготовляют различные изделия, главным образом детские.

Шкурки норок. Норка относится к ценным видам пушнины. Цельные шкурки норок используются в натуральном виде. Из шкурок норок изготовляют воротники, головные уборы, пелерины; их применяют также для отделки женских костюмов и платьев.

Различают два вида норок: клеточного разведения и сибирские (выросшие в естественных условиях). Лучшие по качеству шкурки получают от норок клеточного разведения. Шкурки норок характеризуются мягким и шелковистым волосяным покровом, имеющим хорошо развитые пуховые волосы и выступающие остевые. Окраска волосяного покрова может быть черная (с голубым пухом), темно-коричневая или светло-коричневая. Имеются норки клеточного разведения с цветной окраской волосяного покрова: белой, голубой, серебристо-голубой, жемчужной, топазовой, пастелевой.

По размерам шкурки норок подразделяются на четыре группы: особо крупные площадью более 8 $дм^2$, крупные — 6—8 $дм^2$, средние — 4,5—6 $дм^2$ и мелкие — до 4,5 $дм^2$.

Шкурки песцов. Песец имеет густой высокий волосяной покров с сильно развитыми мягкими остевыми волосами и очень плотным пухом. Наиболее густой и высокий волосяной покров на загривке шкурки, менее — густой на огузке и редкий — на череве.

По окраске волосяного покрова песцы делятся на белые и голубые. Шкурки белых песцов в зависимости от качества волосяного покрова подразделяются на 3 группы: шкурки первой группы — лучшие по качеству волосяного покрова и более крупные по размерам; шкурки второй группы несколько уступают по качеству шкуркам первой группы; шкурки третьей группы — малопышные и менее шелковистые, с короткой остью. По окраске волосяного покрова шкурки белых песцов подразделяются на два сорта: экстра (чисто-белые) и I (с легким кремоватым оттенком). Шкурки голубых песцов по окраске волосяного покрова делят на три сорта: экстра (темно-голубые), I (светло-голубые) и II (темно- и светло-коричневые).

Длина шкурок белых и голубых песцов может быть до 70 см, ширина — до 30 см, а хвост — около 30 см. Шкурки песцов используют для изготовления женских воротников.

Шкурки соболей. Волосяной покров соболя характеризуется особой густотой и шелковистостью и может иметь окраску от черно-бурой до светло-каштановой. На горле соболя имеется неярко выраженное светло-желтое пятно. Для шкурок соболей характерна сильная индивидуальная изменчивость. В зависимости от окраски волосяного покрова шкурки соболей подразделяются на семь цветовых категорий. Шкурки 1-й категории имеют особо темную окраску волосяного покрова — с черной остью и темно-голубым пухом; шкурки этой категории считаются наиболее ценными.

К шкуркам 2-й категории окраски относятся те, волосяной покров которых имеет темную окраску с черно-бурой остью и темно-голубым пухом. Для последующих категорий характерно общее посветление окраски волосяного покрова. Так, у шкурок 7-й категории ость каштановая или светло-каштановая, а пух голубой у основания и песчаного оттенка на концах.

В зависимости от качества волосяного покрова, его высоты, густоты и шелковистости шкурки соболей делят на два сорта: I — полноволосые, с высокой блестящей остью и густым пухом; II — менее полноволосые, с недостаточно развившейся остью и пухом.

Шкурки соболей относятся к самым ценным видам пушных полуфабрикатов. Они имеют длину до 35 см, ширину до 25 см и используются для изготовления женских воротников, головных уборов, пелерин.

Шкурки сусликов. Бывают суслики-песчаники и суслики обыкновенные. Шкурки сусликов-песчаников имеют площадь 150—400 $см^2$ и более, а волосяной покров — высокий, густой, песчано-желтой окраски. У сусликов обыкновенных окраска волосяного покрова песчано-желтая, на череве белая, или светло-желтая с крупными белесыми пятнами, или темно-коричневая с крупными белыми пятнами по хребту и желтоватая на череве и др. В зависимости от окраски, высоты, мягкости волосяного покрова шкурки сусликов подразделяют на пять кряжей.

Полуфабрикаты суслика-песчаника и суслика обыкновенного выпускаются как натуральными, так и крашеными в темно-коричневый цвет. Охота на сусликов не ограничивается определенными сроками, поэтому могут быть заготовлены шкурки со следами линьки на отдельных участках. Особенно заметными эти участки делаются после крашения, когда они выступают в виде пятен. Для шкурок I сорта пятна линьки не допускаются.

Натуральные и крашеные полуфабрикаты суслика-песчаника и суслика обыкновенного используются для женских и детских пальто, жакетов, воротников.

Шкурки кротов. Эти шкурки характеризуются низким, густым равномерным по высоте волосяным покровом. Их подразделяют на два кряжа: европейский и кавказский.

Шкурки кротов европейского кряжа имеют волосяной покров серого или темно-стального цвета и плотную кожевую ткань. Они выпускаются натуральными и крашеными в черный цвет. Для шкурок кротов кавказского кряжа характерны бархатистость и мягкость волосяного покрова, окраска пепельно-серая с голубоватым оттенком, кожевая ткань тонкая. Из шкурок кротов изготовляют пальто, жакеты, воротники.

Шкурки нутрий. Они имеют волосяной покров, состоящий из мягкого шелковистого пуха серовато-коричневого цвета. Ость грубая, жесткая. Площадь шкурок 7 — 15 дм^2. Шкурки нутрий бывают натуральными, щипаными и крашеными. Их используют для пальто, воротников, шапок.

Шкурки ондатр. Волосяной покров шкурки ондатры сравнительно густой, состоит из упругой ости и мягкого шелковистого пуха; окраска темно- или светло-коричневая и серебристо-белая на череве. Выпускаются шкурки ондатры натуральными и крашеными площадью 7 — 15 дм^2. Их используют для пальто, воротников, шапок.

Меховые, овчинно-меховые и овчинно-шубные полуфабрикаты. К этим полуфабрикатам относятся следующие.

Шкурки кроликов. Они бывают длинноволосыми натурального цвета или крашеными в черный цвет, а также под соболь, норку либо стриженными и крашеными в черный цвет под котик, в коричневый, серый цвет и др. Высота волос стриженых шкурок 6 — 18 мм. Шкурки высших сортов, имеющие густой, ровный, высокий волосяной покров, эпилируют. Натуральными используют шкурки, обладающие красивым внешним видом и хорошим качеством волосяного покрова, от кроликов следующих видов окраски: шиншиловая — волосяной покров серебристого цвета с голубым оттенком и черными кончиками остевых волос, пух голубой; голубая — волосяной покров однотонный светло- или темно-голубой, пух серо-голубой; серозаячья — волосяной покров имеет окраску серо-желтоватого цвета различной интенсивности на хребте и боках; белая — волосяной покров белого цвета; серебристая — волосяной покров серого или темно-серого цвета с белыми волосами; черно-бурая — волосяной покров черно-бурого цвета, более темный на хребте.

Из шкурок кроликов изготовляют воротники, шапки, женские и детские пальто, жакеты.

Шкуры жеребят и телят. Их выпускают натуральными или крашеными (черными или цветными). В ассортименте этих шкур различают:

жеребок-склизок — шкура неродившегося жеребенка с низким, прилегающим к кожевой ткани, гладким или муаристым волосяным покровом; кожевая ткань тонкая;

жеребок-шкура родившегося жеребенка с хорошо развитым, но не переросшим, гладким, муаристым волосяным покровом; кожевая ткань относительно плотная;

жеребок-уросток — шкура жеребенка более крупная и характеризующаяся высоким, немного переросшим, тусклым, гладким или муаристым волосяным покровом; кожевая ткань толстая;

опоек — шкура теленка в возрасте до 10 дней. Волосяной покров шкуры низкий, густой, муаристый или гладкий.

Выпускается натуральным и крашеным, используется для пошива пальто.

Козлик. Это шкурка козленка в возрасте до 1 мес. Волосяной покров почти без пуха, мягкий, высотой до 4 см.

Выпускается натуральным и крашеным, используется для пальто.

Овчины меховые. Это шкуры тонкорунных, полутонкорунных и полугрубых пород овец.

Волосяной покров овчины тонкорунной густой, равномерный по высоте (до 8 см), состоящий из тонких, сильно и равномерно извитых волос толщиной до 25 мкм. Площадь шкур 20—40 $дм^2$.

Овчина полутонкорунная имеет густой и высокий волосяной покров, состоящий из более грубых и менее извитых волос, чем у овчины тонкорунной. Толщина волос 25,1—31 мкм.

Волосяной покров овчины полугрубой неоднородный, толщина волос более 31 мкм.

Овчины меховые выпускаются стриженными (с высотой волос 5—20 мм в зависимости от назначения), натуральными или крашеными.

Овчины шубные. Их получают от грубошерстных овец пород романовской, русской, степной и др. Характеризуются грубым, неоднородным по высоте волосяным покровом, состоящим из остевых и пуховых волос.

Овчина шубная может иметь пленочное покрытие. Для покрытия используются наиритовые латексы и растворы полиуретана.

Каракулево-смушково-мерлушечные полуфабрикаты. К каракулево-смушково-мерлушечным полуфабрикатам относят шкурки ягнят определенного возраста различных пород овец с первичным волосяным покровом: каракульчу, каракуль, смушку, мерлушку, лямку и др. Каракульчу и каракуль получают от ягнят каракульской или помесной породы овец, смушку, мерлушку, лямку — от ягнят тонкорунных, полутонкорунных, полугрубошерстных и грубошерстных овец.

Каракульча — шкурка неродившегося ягненка чистопородных каракульских овец и метисов с низким, плотно прилегающим к кожевой ткани, мягким волосяным покровом, с ясно выраженным муаристым рисунком; кожевая ткань тонкая. Крашеная каракульча бывает черная и цветная, натуральная — серая, пестрая, сур (если волосы имеют зонарную окраску, основание волос — темную, а кончики — светлую, серебристую или светло-золотистую). Каракульча используется для пальто и жакетов, но главным образом как отделка для женских платьев, пальто и костюмов.

Каракуль — шкурка ягненка в возрасте 1—3 дней. Каракуль чистопородных (каракульских) овец имеет шелковистый плотный волосяной покров в виде завитков разнообразной формы. Различают следующие основные типы завитков: валек, боб, гривка, а также кольцо, полукольцо, штопорообразные, ласы, горошек.

Каракуль-метис (от ягнят-метисов грубошерстных овец и каракульских) характеризуется грубоватым или малошелковистым, стекловидно-блестящим или матовым волосяным покровом с различными завитками; хвост широкий у основания, укороченный, покрытый, как и голова, лапы, шея, слабомуаристым или прямым волосяным покровом без завитков.

По окраске волосяного покрова каракуль чистопородный и метис может быть черный (крашеный), цветной (сур, коричневый, белый, розовый, пестрый), серый (черно-, светло-, темно-серый).

Каракуль черный крашеный подразделяют по сортам (чистопородный на 29 сортов — марок, имеющих буквенное обозначение, метис — на 18 сортов), по группам (в зависимости от пороков) и по размерам (крупный, средний, мелкий). Каракуль цветной делят по окраске волосяного покрова, по размерам шкур (на крупные — площадью более 7,5 дм^2 и мелкие — площадью 4—7,5 дм^2), по сортам (в зависимости от шелковистости, блеска, формы завитков и их упругости) и по группам (в зависимости от пороков).

Каракуль черный и цветной используется для женских пальто и жакетов, а также воротников и шапок мужских и женских.

Смушка — шкурка ягненка смушковых пород овец (чушка, сокольская и др.) в возрасте 2—4 дней. Волосяной покров смушки, как правило, мягкий, слегка блестящий или матовый. Завитки по форме аналогичны каракулевым, но более рыхлые, расплетистые. На голове и шее волосы незавитые.

Смушки подразделяют на нормальные (площадью более 6 дм^2) и недомерки (площадью 3—6 дм^2). Кроме того, их делят по группам (в зависимости от пороков), по сортам (в зависимости от качества волосяного покрова и характера завитков) и по цвету (на натуральные — серые, темно-серые и светло-серые, на цветные и крашеные).

Шкурки ягнят с первичным волосяным покровом тонкорунных, полутонкорунных, полугрубошерстных и грубошерстных пород овец подразделяют на следующие виды:

муаре — с низким, прилегающим, блестящим волосяным покровом, с муаристым рисунком;

клям — с низким, несколько приподнятым волосяным покровом, состоящим из вальков и гривок вперемежку, с муаристым рисунком;

мерлушка — с мягким или грубоватым, матовым или стекловидно-блестящим волосяным покровом, образующим на хребте и

огузке завитки различной формы; на голове волос гладкий, на лапах грубый и прямой;

лямка — с мягким волосяным покровом, состоящим из кольце-, горошковидных или других завитков;

трясок и сак-сак — с мягким, шелковистым волосяным покровом, состоящим из кольцевидных или штопорообразных завитков, из мягких или грубоватых косичек со штопорообразной извитостью.

5.2. Искусственный мех

Искусственный мех широко применяется в производстве швейных изделий. Это объясняется тем, что он имеет красивый внешний вид и обладает комплексом свойств, которые позволяют изготовлять из него швейные изделия высокого качества и различного назначения. Искусственный мех используют в качестве основного и подкладочного материалов, а также применяют для воротников или отделки.

Искусственный мех по своему строению напоминает натуральный и состоит из грунта и ворса. Грунт — основа меха, в нем закреплены волокна ворса. Ворс — волокнистый покров — в зависимости от способа изготовления, вида применяемых нитей и волокон, а также назначения меха может быть однородным и неоднородным по длине и толщине образующих его волокон, по густоте их расположения. Высота ворса искусственного меха может быть от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

По способу получения различают тканый, трикотажный, накладной (с приклеенным ворсом) и тафтинговый (тканепрошивной) искусственный мех.

Тканый искусственный мех получают на ткацких станках, применяя в основном двухполотенный саморезный способ, реже прутковый. При выработке искусственного меха двухполотенным способом используют две системы нитей основы и утка и дополнительно ворсовые нити. При работе ткацкого станка образуется два полотна ткани (грунта) полотняного или репсового переплетения, в которые поочередно к нитям утка вплетаются ворсовые нити. Нож, установленный на равном расстоянии от верхнего и нижнего полотен, по мере наработки меха разрезает ворсовые нити, соединяющие оба полотна. В результате разрезания одновременно получается два полотна искусственного меха.

При выработке меха прутковым способом используются одна система нитей основы и утка и дополнительно ворсовые нити. При работе станка в зев входят металлические прутки с лезвием на конце. Ворсовые нити, огибая прутки, образуют петли. По мере наработки меха прутки удаляются, при этом лезвием прутка раз-

резаются петли из ворсовых нитей. После расчесывания этих нитей образуется ворс.

Разработаны и освоены производством новые виды тканого меха.

Для получения грунта тканого меха применяют хлопчатобумажную пряжу. В качестве ворсовой нити используют шерстяную пряжу, комплексные нити из химических волокон, пряжу, содержащую химические волокна; применяют также профилированные нити из разноусадочных волокон.

Тканый мех вырабатывается с высотой ворса 4—22 мм; поверхностная плотность его 300—600 г/м^2.

Трикотажный искусственный мех для швейных изделий изготовляют из натуральных, химических пряжи или нитей или их различных сочетаний способом ввязывания в петли грунта пучков волокон, образующих ворс. Грунт меха должен быть обработан пленкообразующими препаратами. Допускается изготовлять мех без обработки грунта пленкообразующими препаратами при применении в грунт высокоусадочных нитей или пряжи. В соответствии с ГОСТ 28367—89 искусственный трикотажный мех для швейных изделий характеризуется показателями, приведенными в табл. 5.1.

В зависимости от пороков внешнего вида, перечень которых приводится в ГОСТ 28367—89, приходящихся на кусок меха условной длины 20 м, устанавливают I, II или III сорт. Для I сорта допускается один порок (местный или распространенный), для II сорта — 2 распространенных и 5 местных, для III сорта — 2 распространенных и 10 местных.

Накладной искусственный мех получают путем приклеивания ворсовых нитей (синели) к поверхности ткани (клеевой способ). Расширяется производство тафтингового (тканепрошивного) меха, являющегося разновидностью накладного.

Для выработки меха клеевым способом используют хлопчатобумажную ткань (миткаль) в качестве грунта меха, специальные ворсовые нити (синель) и клей. Синель представляет собой пряжу, состоящую из двух скрученных стержневых хлопчатобумажных нитей, между которыми закреплена нагонная нить (капроновая, вискозная или лавсановая) в виде отрезков определенной длины (10—22 мм). Перед выработкой искусственного меха синель завивают на завивочной машине, где в специальных трубках при высокой температуре (210—212 °С для капроновых нитей и 280—300 °С для вискозных) синель получает извитую форму, которая при этой же температуре стабилизируется.

Технология получения меха клеевым способом состоит в следующем. На специальной каракулеукладочной машине завитая синель в виде вальков размещается на укладочном столе, а затем перемещается и накладывается на ткань, поверхность которой покрыта полиизобутиленовым клеем. Происходит прочное склеивание синели с грунтом (тканью).

Таблица 5.1

Нормируемые показатели искусственного трикотажного меха для швейных изделий

Показатель	Норма для меха, предназначенного			
	для верхней одежды		для головных уборов и отделки	для подкладки к верхней одежде
	взрослых	детей		
Поверхностная плотность, г/м^2, не более	760	650	760	550
Масса ворсового покрова на площади 1 м^2, г, не менее	170	180	180	110
Длина ворса, мм	9—22	9—16	Не менее 9	8—14 (кроме меха «под овчину»)
Густота ворса, волокон/см^2, не менее	2500	3000	2500	2500
Масса слабозакрепленных волокон на площади 1 м^2, г, не более:				
при длине ворса, мм:				
до 14	4,5	4,5	4,5	4,5
свыше 14 до 22 включительно	8,0	8,0	8,0	8,0
свыше 22 до 40 включительно	—	—	10,0	—
свыше 40 до 60 включительно	—	—	12,0	—
Остаточная деформация при растяжении, %, не более:				
по длине	8	8	—	—
» ширине	8	8	—	—
Устойчивость к истиранию, %, не более	50	50	50	50
Относительное удлинение при нагрузке 3 даН, %, не более, с грунтом:				
из хлопчатобумажной пряжи по длине и ширине	35	35	35	35
из других видов пряжи:				
по длине	45	45	45	45
» ширине	50	50	50	50

Окончание табл. 5.

Показатель	Норма для меха, предназначенного			
	для верхней одежды		для головных уборов и отделки	для подкладки к верхней одежде
	взрослых	детей		
Несминаемость ворса, %, не менее	70	70	70	—
Драпируемость, %	25—50	25—50	—	25—50
Паропроницаемость, мг/(см^2 · ч), не менее	—	—	3	3
Гигроскопичность, %, не менее	—	—	1,5	1,5
Суммарное тепловое сопротивление, м^2 · °С/Вт, не менее	0,300	0,300	0,300	0,300
Огнестойкость, мм/мин, не более	1500	1500	1500	1500

Способом приклеивания ворсовых нитей к грунту вырабатывают искусственный каракуль и искусственную смушку. Каракуль — материал, у которого завитая синель в виде плотно уложенных вальков различной длины приклеена одной стороной к грунту. Искусственный каракуль отличается плотными, упругими и нераскрывающимися вальками, уложенными по определенному рисунку, напоминающему рисунок натурального каракуля.

Смушка в отличие от каракуля изготовляется из синели, не содержащей стержневых нитей. Особенность производства смушки состоит в том, что перед укладыванием синели на проклеенную поверхность ткани синель разрезают на небольшие отрезки и из отрезков удаляют стержневые нити. Оставшиеся извитые волокна от нагонной нити синели непосредственно приклеиваются к грунту. В результате смушка имеет рыхлый, мягкий волокнистый покров, состоящий из извитых волокон, без четкого рисунка.

Искусственные каракуль (арт. 9302) и смушка (арт. 9301) выпускаются серыми или окрашенными в черный или коричневый цвет. Поверхностная плотность их соответственно 950 и 790 г/м^2.

Тканепрошивной искусственный мех получают на специальных тафтинг-машинах. Для этого готовую ткань (грунт меха) прошивают на тафтинг-машине ворсовыми нитями. При этом на изнаночной стороне грунта с помощью крючков формируются петли определенных размеров из ворсовых нитей. Нож, закрепленный на крючке, по мере наработки петель разрезает их. После расчесывания выступающих концов ворсовых нитей образуется ворс. В качестве прошивной нити используют пряжу линейной плотности

50 текс × 2 из полиакрилонитрильных волокон, нитроновые суровые волокна линейной плотности 0,4—0,6 текс.

Тафтинговый искусственный мех используют в швейном производстве главным образом в качестве подкладочного материала.

Качество искусственного меха оценивают по показателям основных свойств ворса и грунта. Основные показатели свойств ворса: толщина нитей и волокон, образующих ворс, их высота, густота, угол наклона волокон ворса, содержание незакрепленных волокон, сминаемость ворса, его окраска и др. Для грунта важными характеристиками качества являются разрывная нагрузка и разрывное удлинение. На основании лабораторных испытаний и сопоставления показателей свойств с нормативами стандартов делают заключение о качестве искусственного меха.

Разработан способ изготовления искусственного меха с применением волокон натуральной шерсти. Для получения такого меха на основу (ткань или искусственную кожу) наносят руно шерсти с высотой волос 15—16 мм, которое получают при стрижке шкур меховой овчины, имеющих высоту волос не менее 35 мм. Срезанное руно с сохранением его конфигурации переносят на основу, предварительно смазанную клеем. Полученный мех используют в качестве подкладки, а также как самостоятельный материал для верха меховых изделий.

Глава 6
СКРЕПЛЯЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. Швейные нитки

В швейном производстве для скрепления деталей изделий в основном применяют швейные нитки. Промышленность выпускает швейные нитки различного назначения: одежные, вышивальные, вязальные, обувные, хирургические и др.

6.1.1. Одежные швейные нитки

По волокнистому составу одежные швейные нитки могут быть хлопчатобумажными, синтетическими, из натурального шелка, льняными.

Хлопчатобумажные и синтетические швейные нитки вырабатывают в соответствии с требованиями ГОСТ 6309—93.

Хлопчатобумажные нитки для пошива изделий из тканых и нетканых материалов (далее — хлопчатобумажные швейные) выпускают матовыми и глянцевыми марок: «Экстра», «Прима» в 3 сложения, «Прочные» в 4 и 6 сложений.

Условное обозначение (торговые номера) ниток «Экстра», «Прима» в 3 сложения 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80; ниток «Прочные» в 4 сложения 30, 50, 60, 80; ниток «Прочные» в 6 сложений 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80.

Хлопчатобумажные нитки для пошива изделий из трикотажных полотен (далее — хлопчатобумажные трикотажные) выпускают в 3 сложения условных обозначений 40, 50, 60 и 80.

Технологический процесс изготовления хлопчатобумажных швейных ниток состоит из ряда операций: трощения — соединения двух или трех нитей исходной пряжи (гребенной или кардной); скручивания в направлении Z или S; отваривания; крашения (в черный или другой цвет) или отбеливания; отделки матовой для придания слабого блеска (покрывают тонкой пленкой парафина или воска) или глянцевой для придания сильного блеска (покрывают крахмальным аппретом).

Окончательная крутка швейных ниток должна иметь направление, противоположное направлению предшествующей крутки (рис. 6.1). Это делает структуру ниток стабильной и монолитной.

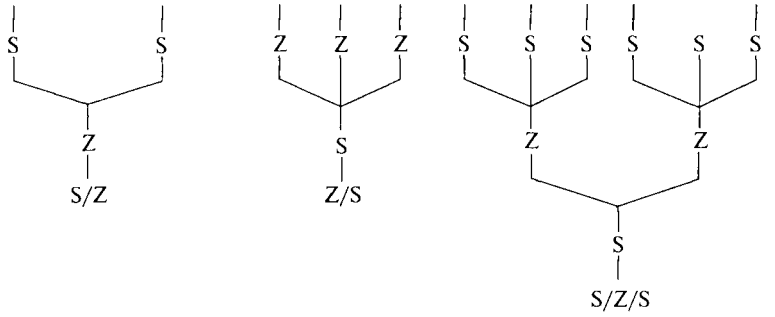


Рис. 6.1. Структура швейных ниток с разным направлением крутки

Различают нитки: однокруточные, получаемые окончательным скручиванием исходных нитей (пряжи) в 2 или 3 сложения (рис. 6.2, *а*); двухкруточные, получаемые предварительным скручиванием исходных нитей в 2 (рис. 6.2, *б*) или 3 сложения, а затем окончательным скручиванием этих нитей в 2 сложения; армированные (рис. 6.2, *в*).

Синтетические нитки для пошива изделий из тканых и нетканых материалов (далее — синтетические швейные) имеют следующие условные обозначения:

армированные с хлопковой оплеткой — 25лх, 36лх, 44лх (в 2 сложения);

армированные с полиэфирной оплеткой — 25лл, 35лл, 45лл (в 2 сложения);

из комплексных полиэфирных нитей — 22л, 30л, 33л, 37л, 47л, 55л (в 2 или 3 сложения);

из комплексных полиамидных нитей — 50к (шв) (в 3 сложения);

из полиэфирных текстурированных нитей — 24лт, 37лт (в 2 сложения).

Нитки вырабатывают правого и левого направлений окончательной крутки, однокруточными и двухкруточными. Хлопчатобумажные и синтетические швейные нитки выпускают суровыми, белыми, цветными и черными. Хлопчатобумажные трикотажные швейные нитки бывают суровые и белые.

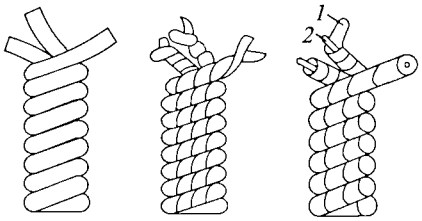


Рис. 6.2. Виды швейных ниток:
а — однокруточные в 2 и 3 сложения;
б — двухкруточные в 2 и 3 сложения;
в — армированные: *1* — оплетка; *2* — сердечник

Выпускают мерсеризованные и немерсеризованные хлопчатобумажные швейные нитки. При заключительной отделке матовые хлопчатобумажные и синтетические швейные нитки по заказу потребителей парафинируют (П), 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.

Хлопчатобумажные матовые и глянцевые нитки и армированные нитки с хлопковой оплеткой по заказу потребителя обрабатывают биоцидами ($Т_1$). Парафинирование ниток с биостойкой фунгицидной отделкой не допускается.

Рассмотрим примеры обозначения швейных ниток.

Хлопчатобумажные нитки условного обозначения (торговый номер) 30, правого направления крутки, марки «Экстра» черного цвета, обработанные кремнийорганическими соединениями, в бобинах длиной намотки 2500 м обозначают следующим образом: нитки х/б Z «Экстра», черные, КОС, бобины 2500 м.

Армированные нитки из полиэфирного стержня и с хлопковой оплеткой условного обозначения 44лх, цвета 16, обработанные биоцидами и кремнийорганическими соединениями, в бобинах длиной намотки 2500 м имеют следующие обозначения: армированные нитки 44лх, цвет 16, $Т_1$, КОС, бобины 2500 м.

Швейные нитки из полиэфирных текстурированных нитей условного обозначения 24лт белого цвета, обработанные кремнийорганическими соединениями, в бобинах длиной намотки 5000 м обозначают следующим образом: нитки 24лт, белые, КОС, бобины 5000 м.

Массовая доля хлопкового волокна в армированных нитках должна быть, %, не менее: 31 для ниток 25лх и 28 для ниток 36лх, 44лх.

Предельно допускаемое максимальное значение неравновесности швейных ниток должно быть не более: 5 витков для хлопчатобумажных ниток марок «Прима» и «Экстра»; 4 витков для хлопчатобумажных ниток марки «Прочные» в 4 и 6 сложений; 3 витков для синтетических ниток.

Предельно допускаемое значение показателей устойчивости окраски швейных ниток должно соответствовать требованиям стандарта. Отличие цвета готовых ниток от карты цветов не должно превышать 4 — 3 баллов шкалы серых эталонов.

Белые нитки должны иметь белизну, %, не менее: 82 — хлопчатобумажные, 78 — армированные, 76 — из комплексных и текстурированных нитей.

Степень мерсеризации (баритовое число) хлопчатобумажных швейных ниток должна быть не менее 135.

Массовая доля биоцидов в хлопчатобумажных швейных нитках должна соответствовать ГОСТ 15160—69, армированных с хлопковой оплеткой 0,2—0,6 %.

Линейная усадка швейных ниток в кипящей воде должна быть, %, не более: 1,5 для армированных с полиэфирной оплеткой и из комплексных полиэфирных нитей; 2 для армированных с хлопковой оплеткой; 3 для хлопчатобумажных марок «Прочные» и «Прима» в 3 сложения; 4 для хлопчатобумажных марки «Прочные» в 4 и 6 сложений.

Нормированная влажность хлопчатобумажных ниток устанавливается 7 %, синтетических — 1—5 %.

Количество узлов на 1000 м длины швейной нитки не должно превышать трех.

Хлопчатобумажные и синтетические швейные нитки выпускают в однофланцевых катушках длиной намотки 700—12 000 м включительно или массой намотки не более 350 г; в цилиндрических бобинах 200—400 м включительно; в конусных бобинах длиной намотки 2500—5000 м включительно или массой намотки не более 350 г; в мотальных катушках массой намотки не менее 50 г.

Хлопчатобумажные трикотажные нитки выпускают в мотках крестовой намотки массой 150—260 г, периметром мотка (135 ± 3) см или в бобинах массой не более 1500 г.

Допускаемое отклонение средней длины намотки ниток в партии от указанной на этикетке должно быть не более минус 1,5 % для ниток длиной намотки до 2500 м включительно и минус 1 % для ниток намотки более 2500 м. Плюсовой допуск не ограничивается.

Качество ниток по порокам внешнего вида определяют по ГОСТ 30227—93 (область применения стандарта — хлопчатобумажные, армированные нитки с хлопковой и синтетической оплеткой, нитки, выработанные из комплексных и текстурированных нитей и мононитей, предназначенные для пошива изделий из текстильных материалов, обуви и кожгалантереи; стандарт не распространяется на нитки технические и специального назначения и на нитки вышивальные, вязальные и штопальные).

По качеству отделки и окраски нитки должны соответствовать образцу-эталону по ГОСТ 15.007—88.

Пороки внешнего вида определяют при осмотре поверхности намотки единицы продукции и намоточной тары, трикотажных ниток, в мотках осмотром их в расправленном состоянии на швилях.

Различие оттенков цвета в единицах продукции устанавливают визуально путем сопоставления оттенков цвета на торце единицы продукции по шкале серых эталонов по ГОСТ 9733.0—93.

Для определения качества по порокам внешнего вида нитки в зависимости от назначения делят на три группы:

1-я — швейные нитки для пошива изделий из ткани и нетканых материалов (швейные);

2-я — швейные нитки для пошива изделий из трикотажных полотен (трикотажные);

3-я — обувные нитки.

Оценку качества ниток по порокам внешнего вида проводят в соответствии с требованиями табл. 6.1.

Таблица 6.1

Виды пороков и их оценка

Порок	Размер порока (оценка)	Перечень пороков в нитках по группам		
		1-я	2-я	3-я
Различие оттенков цвета в единице продукции, более	4—3 балла шкалы серых эталонов	0	X	X
	3 балла шкалы серых эталонов	0	0	0
Нарушение числа сложений	—	0	0	0
Смешивание линейных плотностей	—	0	0	0
Нескрученные участки ниток	—	0	0	0
Необмотанная нить (оголенный стержень)	—	0	X	0
Дефектный узел	—	0	0	0
Узел, шишка (присучка, прикрут, непропряды, плотные скопления волокон, жгуты) на поверхности единицы продукции длиной намотки:				
до 2500 м включительно	Более двух диаметров нити	Более 2 шт.	X	Более 2 шт.
свыше 2500 м	То же	Более 3 шт.	Более 15 шт.	Более 3 шт.
мотки	Более двух диаметров нити	X	Более 9 шт. на длину нити 10 м	X
Непрокрас с участками непрокрашенных нитей, более	3 мм	0	X	X

Окончание табл. 6.1

Порок	Размер порока (оценка)	Перечень пороков в нитках по группам		
		1-я	2-я	3-я
Штопорная крутка	—	0	0	0
Масляные пятна, в общей сложности, более	0,3 см^2	0	0	X
	1 см^2	0	0	0
Загрязненные участки нитки, в общей сложности, более	1 см^2	0	0	X
	30 см^2	0	0	0
Мятый патрон с двух сторон, более	$^1/_3$ окружности	0	X	0
Неправильная форма намотки (бугристая, выпуклость торцов намотки, превышающая длину патрона с двух сторон)	—	0	X	0
Спадание витков	—	0	X	0
Хорды на обоих торцах намотки, более	15 мм	0	X	0
Запутанные, затянутые и оборванные мотки	—	X	0	X

Примечания: 1. Оценка 4—3 балла означает, что различие оттенков цвета в единице продукции может быть более чем 4 балла, но не должно быть менее чем 3 балла.

2. Концы и петли нитей у патрона, редкая намотка не учитываются.

3. В армированных нитках с хлопковой оплеткой допускается незначительное отклонение оттенка цвета стержня от цвета оплетки.

4. «0» означает, что порок в данной группе ниток не допускается, «X» — к данной группе ниток не относится.

5. В нитках, поступающих в розничную торговлю, масляные пятна не допускаются.

Нитки из натурального шелка вырабатываются из шелка-сырца, который подвергается двум следующим друг за другом процессам кручения в направлениях S и Z с соответствующим сложением нитей, согласно ГОСТ 1674—77 и ГОСТ 22665—83.

Обозначение крученых шелковых ниток (ГОСТ 1674—77) и их структуры представлены ниже:

Обозначение ниток	*Структура ниток по ГОСТ 16736—71*
3	3,23 текс × 45 S 320 × 3 Z 215
3а	4,65 текс × 32 S 320 × 3 Z 215
7	3,23 текс × 17 S 420 × 3 Z 320
7а	4,65 текс × 12 S 420 × 3 Z 320

По физико-механическим и химическим показателям нитки должны соответствовать нормам, указанным в стандартах на эту

продукцию. Устойчивость окраски крученых шелковых ниток также должна соответствовать требованиям, указанным в стандарте на эту продукцию.

Нормированная влажность шелковых ниток 9 %.

Масса шелковых ниток, г: 50—100 в мотках, 400—700 на бобинах.

В единице продукции (моток, бобина) условной массы 100 г может быть узлов или несвязанных мест, не более: 8 для ниток 3 и 3а, 10 для ниток 7 и 7а.

В шелковых нитках не допускаются следующие пороки внешнего вида: неравномерная крутка (недокрут, перекрут); штопорность; пропуск составляющей нити при второй крутке; мшистость; загрязненность; шишки; непрокрас; резкая разнооттеночность.

Изготовитель проводит 100%-ную проверку качества ниток по порокам внешнего вида, потребитель осматривает не менее 10 % поступившей партии.

Обозначение швейных ниток из натурального шелка (ГОСТ 22665—83), их структура и показатели физико-механических и химических свойств представлены в стандарте на эту продукцию.

Нормированная влажность ниток 9 %, устойчивость окраски должна соответствовать 3—5 баллам.

На бобинах условной массы 500 г допускается не более 15 обрывов (несвязанных концов). В мотках условной массы 100 г может быть не более 7 узлов.

В шелковых нитках не допускаются следующие пороки внешнего вида: смешивание нитей разных линейных плотностей; нарушение числа сложений; сукрутины; нескрученные участки ниток; загрязненные участки ниток; штопорность; масляные пятна; шишки (шишки на одиночных нитях шелка-сырца не учитываются); непрокрас ниток; узлы при перемотке (на катушках и патронах).

На *льняные* однокруточные, однокруточные льняные с химическими волокнами и многокруточные льняные нитки, предназначенные для изготовления продукции технического и бытового назначения, распространяется ГОСТ 14961—91.

Однокруточные нитки изготовляют из льняной пряжи сухого, полумокрого и мокрого способов прядения, из льняной пряжи с химическими волокнами мокрого способа прядения по ГОСТ 10078—85 и нормативному документу. Нитки должны иметь крутку в направлении, обратном направлению крутки одиночной пряжи.

Многокруточные нитки изготовляют с направлением крутки ZSZ скручиванием однокруточных льняных ниток, выработанных из пряжи мокрого способа прядения группы ВЛ.

В зависимости от способа отделки нитки делят на суровые, вареные, беленые и крашеные. По показателям физико-механических свойств и наличию пороков внешнего вида они подразделяются на два сорта: I и II. Сорт устанавливается по наихудшему показателю.

По физико-механическим показателям нитки I сорта должны соответствовать нормам, указанным в стандарте на эту продукцию.

Для ниток II сорта допускаются отклонения по номинальной линейной плотности от минимальных и максимальных норм I сорта не более 3 %; по разрывной нагрузке от минимальных норм I сорта не более 5 %. Допускается также увеличение коэффициента вариации по разрывной нагрузке на 7,5 %; по номинальной линейной плотности — на 4 %.

Льняные вареные нитки из пряжи полумокрого способа прядения подвергают вощению чистым пчелиным воском по ГОСТ 21179—90.

Пороки внешнего вида подразделяются на пороки поковок и пороки ниток. Для ниток I сорта общая сумма баллов по порокам внешнего вида устанавливается не более одного, для ниток II сорта не более четырех.

Оценка пороков поковок такова:

Порок	*Число баллов*
Хорды длиной более 4 см на цилиндрической бобине или конической бобине со стороны большего диаметра за каждые три случая	1
Неправильная перевязка ниток в мотке или полумотке за каждый случай	1

Оценка пороков ниток следующая:

Порок	*Число баллов*
Недостаток или излишек числа сложений за каждые 3 м в общей сложности	1
Штопор (обвивание одной ниткой других), за каждый метр в общей сложности	1
Недокрут или перекрут, за каждые 5 м в общей сложности	1
Утолщения, путаная присучка, заработка посторонних концов, неправильно завязанный узел (концы более 1 см) за каждый случай, превышающий трехкратный диаметр нитки	1
Несвязанные концы за каждый случай	1

Не допускаются грязные и замасленные единицы продукции. Суровые и крашеные льняные нитки из пряжи группы ЭЛ и СЛ выпускаются только I сорта. Нормы устойчивости окраски ниток к воздействию светопогоды, дистиллированной и морской воды, баллы, соответственно не менее: 4; $^4/_4$; $^4/_4$.

Нормированная влажность ниток 10 %, ниток с химическими волокнами — 6 %. Влажность вощеных ниток не нормируется.

Примеры условного обозначения ниток:

нитка вареная линейной плотности 105 текс × 6, марки «Экстра» льняная биостойкой фунгицидной отделки, полумокрого способа прядения, I сорта — В 105 текс × 6 ЭЛ БФ п.мокр. 1;

нитка беленая линейной плотности 96 текс × 4, средняя оческовая с 33 % полиэфирного волокна, мокрого прядения, I сорта — Б 96 текс × 4 СрО с 33 % ПЭ, мокр.1.

Качество ниток по порокам внешнего вида определяется следующим образом. Пороки поковок устанавливают просмотром 10 единиц продукции, отобранных от партии, с последующим пересчетом на одну единицу продукции. Пороки ниток определяют просмотром пасм, отмотанных на мотовиле для определения физико-механических показателей с одновременным подсчетом пороков и с последующим их пересчетом на условную длину 300 м.

6.1.2. Технологические и эксплуатационные требования к швейным ниткам и их основные свойства

При работе машины швейные нитки испытывают сложный комплекс воздействий, вызывающих изменения показателей их структуры и физико-механических свойств. Эти изменения зависят как от волокнистого состава, структуры, свойств самих ниток и обрабатываемого материала, так и от режимов работы швейной машины. Основные нагрузки несет нитка иглы (верхняя нитка). Технологические требования к нитке иглы в большой степени зависят от статического натяжения, определяющего динамические нагрузки, действующие на нитку в момент затягивания стежка и достигающие иногда 40—60 % разрывной нагрузки для швейных ниток. Один и тот же участок нитки проходит через ушко иглы и вокруг челнока около 40 раз. Грани ушка иглы, воздействуя на нитку, смещают витки крутки. Поэтому в процессе работы машины происходит раскручивание ниток, являющееся одной из основных причин потери их прочности. Если направление движения швейной нитки совпадает с направлением крутки, как наблюдается на машинах челночного стежка при использовании ниток крутки Z, происходит незначительное раскручивание нитки, не превышающее 6 %. Нитки же крутки S раскручиваются очень сильно: одноруточные на 40 — 60 %, двухкруточные на 25 — 30 %. Толстые нитки раскручиваются больше, чем тонкие. Наиболее сильно раскручивается нитка около обрабатываемого материала. Так как больше половины прочности швейных ниток теряется вследствие их раскручивания, на машинах челночного стежка целесообразно использовать швейные нитки крутки Z.

Направление крутки влияет и на образование стежка. В процессе стежкообразования петля-напуск, в которую проходит носик челнока, должна быть перпендикулярной пазу иглы. У ниток крут-

ки S из-за их раскручивания петля-напуск поворачивается влево, вследствие чего ухудшаются условия попадания носика челнока в эту петлю; положение усугубляется при неуравновешенности нитей по крутке.

Для придания швейным ниткам необходимой прочности и уравновешенности пряжу или комплексные нити, из которых их изготовляют, подвергают крутке. Первоначальная прядильная крутка незначительно влияет на прочность хлопчатобумажных швейных ниток. Поэтому используемая для швейных ниток хлопчатобумажная пряжа имеет невысокий коэффициент крутки: $\alpha = 35-41$. Величина же окончательной крутки швейной нитки влияет на прочность закрепления волокон в структуре нитки и, следовательно, на ее прочность, поэтому швейные нитки вырабатывают с окончательным коэффициентом крутки $\alpha_o = 56-58$. Соотношение коэффициентов прядильной и окончательной круток для хлопчатобумажных швейных ниток $\alpha_o/\alpha = 1{,}7$. Чем выше коэффициент окончательной крутки, тем меньше сдвигаются витки крутки швейной нитки при ее перемещении через ушко иглы.

Значительное влияние на структуру швейных ниток оказывает соотношение направлений прядильной и окончательной круток. Для получения уравновешенных по крутке ниток должны быть правильно подобраны величины прядильной и окончательной круток и их направления, т.е. соотношения S/Z и Z/S. Так как в процессе образования стежка преимущество имеет крутка Z, то для однокруточной пряжи предпочтительно соотношение S/Z.

Проведенные работы показывают, что в швах изделий и при работе швейной машины швейные нитки с окончательной круткой Z теряют прочность и обрываются меньше, чем с круткой S (рис. 6.3).

Одна из существенных причин повреждения швейных ниток в зоне образования стежка — трение. В зависимости от вида обрабатываемого материала, его плотности, толщины, характера поверхности волокон потери прочности нитки от трения могут быть больше или меньше. Раскручиваясь, швейные нитки теряют частично поверхностную отделку, делаются рыхлее; растет коэффициент трения между ниткой и обрабатываемым материалом.

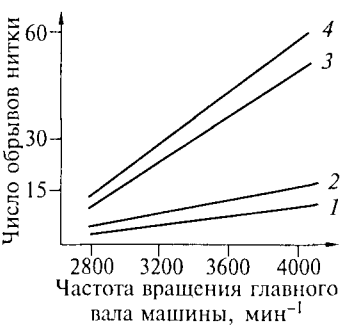


Рис. 6.3. Обрывность швейных ниток торгового номера 30:

1 — в 6 сложений крутки Z; *2* — в 3 сложения крутки Z; *3* — в 6 сложений крутки S; *4* — в 3 сложения крутки S

На современных швейных машинах скорость прохождения нитки через ушко иглы составляет 16—45 м/с. При непрерывной работе машины трение вызывает нагревание иглы до 400—450 °С.

Интенсивность теплового воздействия на нитку зависит не только от температуры иглы, но и от площади соприкосновения нитки с иглой и теплопередачи от иглы к нитке. Наибольшим тепловым воздействиям подвержен участок нитки, проводимый через материал; именно на этом участке оплавляются и наиболее часто обрываются синтетические нитки. Поэтому критерий оценки теплостойкости нитки должен быть увязан с режимами работы швейных машин.

Швейные нитки должны быть также равномерными по толщине, гибкими и эластичными, отличаться малой усадкой и уравновешенностью по крутке.

Нагрузка и удлинение при разрыве — характеристики механических свойств швейных ниток — служат основными критериями качества ниток. Показатели нагрузки и удлинения швейных ниток зависят от их линейной плотности (торгового номера и марки) и составляют соответственно для хлопчатобумажных ниток 5—23 Н и 3—6 %, шелковых натуральных 10—20 Н и 14—18 %, комплексных синтетических 7—35 Н и 25—30 %, армированных 11—115 Н и 18—24 %, прозрачных 40—100 Н и 20—35 %.

При работе швейной машины на нитку действует нагрузка, значение которой не превышает 3—5 Н. Таким образом, применяемые швейные нитки имеют достаточно большой запас прочности. Однако следует иметь в виду, что при работе машины в результате трения игла и нитка нагреваются. При этом разрывная нагрузка для швейной нитки снижается и резко возрастает обрывность нитки.

Работы В. Е. Беденко и М. И. Сухарева показали, что для швейных ниток различного волокнистого состава и вида существует критическая температура нагрева иглы, превышение которой приводит к резкому увеличению числа обрывов нитки при работе швейной машины. Установлены следующие значения критической температуры,°С: для комплексных ниток — полиамидных и полиэфирных 240—270, анидных 286, фторлоновых 162, полипропиленовых 166; для армированных ниток — хлопколавсановых 292—297, полинозполавсановых — 270.

Для ниток хлопчатобумажных, полинозных, из натурального шелка значение критической температуры иглы не зафиксировано; эти нитки достаточно устойчивы при нагреве иглы до 400 °С.

С увеличением толщины ниток их термостойкость несколько увеличивается вследствие того, что внутренние слои нитки нагреваются меньше, чем внешние. По сравнению с нитками из комплексных нитей нитки из штапельных волокон обладают более высокой термостойкостью, так как имеют бóльшие воздушные прослойки между волокнами, чем комплексные нитки.

Для повышения термомеханических свойств швейных ниток их замасливают воском, парафиновыми эмульсиями, стеарином, касторовым маслом, обрабатывают антистатиками, силиконовыми препаратами и некоторыми кремнийорганическими соединениями.

Прочность ниток в швах уменьшается с увеличением числа стирок изделий. Так, хлопчатобумажные швейные нитки после 40 стирок теряют до 45 % своей прочности.

При смачивании и стирке усадка хлопчатобумажных швейных ниток составляет 3—12 %. По данным М. Д. Перепелкиной, усадка полиэфирных ниток при кипячении меньше усадки хлопчатобумажных в 30 раз, полиамидных в 3 раза, армированных с лавсановым сердечником и хлопковой или полинозной оплеткой в 2—10 раз. Хлопчатобумажные швейные нитки при отделке «форниз» усаживаются на 6—8 %, в результате чего шов на изделиях сборит. В тех же условиях усадка ниток из лавсановой штапельной пряжи составляет лишь 0,2 %.

Как известно, вследствие трения, испытываемого швейными нитками на машине, их прочность уменьшается. Чем глаже поверхность швейной нитки, тем меньше потери ее прочности при пошиве изделий. Например, в процессе обработки изделий на машине капроновые нитки теряют 18 % своей прочности, лавсановые — 19, натуральный шелк — 26, хлопчатобумажные матовые швейные нитки — 38, хлопчатобумажные мерсеризованные — 35 %.

Наименьшей устойчивостью к истиранию обладают льняные нитки. Если принять устойчивость к истиранию льняных ниток за единицу, соответственно устойчивость хлопчатобумажных ниток будет оцениваться 3 единицами, ниток из натурального шелка — 5, армированных ниток с хлопчатобумажной оплеткой — 5—6, ниток из штапельных полиэфирных нитей — 12, комплексных полиэфирных ниток — 30, ниток из штапельных полиамидных нитей — 40 и комплексных полиамидных ниток — 150 единицами. С повышением температуры истирающей поверхности устойчивость швейных ниток к истиранию уменьшается.

6.2. Клеевые прокладочные материалы

Клеевые прокладочные материалы — текстильные полотна, на одну сторону которых нанесено термоклеевое покрытие, изготовленное на основе синтетических полимеров. Такие полотна широко применяются в отечественной и зарубежной практике изготовления одежды при выполнении многих основных и вспомогательных операций: при соединении деталей пальто, костюмов, платьев; при фронтальном дублировании основных деталей (полочек пиджаков, пальто) в качестве прокладки; при подгибании и закреплении срезов низа рукавов, брюк; при обработке шлиц, лис-

точек, карманов, а также в качестве прокладок в воротники, манжеты мужских сорочек и т.д. Разрабатываются клеевые материалы новых видов с улучшенными свойствами, что способствует расширению их применения в швейном производстве.

6.2.1. Теории склеивания материалов

Прочность склеивания материалов определяется тремя основными факторами: адгезией, когезией и аутогезией.

Адгезия (прилипание) — связывание клея (адгезива) с поверхностью склеиваемого материала (субстрата). Прочность самого клея, определяемая силами взаимного сцепления между его частицами, определяется когезией. Аутогезия — явление самослипания при контакте однородных материалов, в результате которого в зоне контакта образуется структура, свойственная данному материалу.

Склеивание как метод скрепления материалов в настоящее время широко применяется в различных отраслях промышленности. Однако нет единого мнения, объясняющего сущность процессов, происходящих при склеивании. Известно несколько теорий, объясняющих процесс склеивания материалов: механическая, адсорбционная (молекулярная), диффузионная и электрическая.

Сторонники механической теории адгезии считают, что при склеивании клей проникает непосредственно в поры материала, отвердевает и прочно в них удерживается. Образовавшиеся при этом «заклепки» обеспечивают прочное соединение пленки клея со склеиваемым материалом. Согласно этой теории прочность склеивания зависит от двух основных факторов: степени шероховатости материала и когезионных свойств клея. Опыт показывает, что материалы, имеющие шероховатую поверхность и пористую структуру, склеиваются лучше. Однако с позиции механической теории адгезии нельзя объяснить склеивание гладких поверхностей. Кроме того, эта теория не раскрывает физико-химической сущности процесса склеивания.

Адсорбционная теория склеивания основывается на том, что силы, действующие между веществом клея и склеиваемой поверхностью, не отличаются от сил, обусловливающих когезионные явления, т.е. силы склеивания имеют химическую или межмолекулярную природу. На первой стадии адгезии полимеров происходит миграция больших молекул адгезива к поверхности субстрата, при этом полярные группы и группы, способные образовывать водородные связи, приближаются к соответствующим группам субстрата. На второй стадии устанавливается адсорбционное равновесие. Согласно этой теории основную роль при склеивании играют два фактора: смачивание и полярность клея и склеиваемого материала. Для получения прочного соединения полярные материалы

необходимо склеивать полярными клеями, хорошо смачивая ими склеиваемые поверхности.

Адсорбционная теория является более полной, чем механическая, и раскрывает физико-химическую сущность процесса склеивания. Однако отдельные случаи склеивания эта теория объяснить не может. Так, не находит объяснения тот факт, что действительная работа отрыва (отслаивания) превышает работу отрыва, рассчитанную по адсорбционной теории. Трудно также объяснить случаи склеивания неполярных материалов неполярными веществами.

Диффузионная теория адгезии, предложенная С. С. Воюцким, основывается на том, что при склеивании происходит взаимная диффузия молекул клея (адгезива) и склеиваемого материала (субстрата). Согласно этой теории на границе клей — склеиваемый материал образуется «спайка» — слой, в который входят молекулы клея и склеиваемого материала.

Авторы диффузионной теории считают, что для получения прочного соединения при склеивании необходимо, чтобы как клей, так и склеиваемый материал были либо полярные, либо неполярные. Однако наблюдаемая в отдельных случаях высокая адгезия между неполярным клеем и полярным материалом не согласуется с основным положением диффузионной теории и требует других объяснений.

Б. В. Дерягин и Н. А. Кротова для объяснения сущности процесса склеивания предложили электрическую теорию адгезии, которую они основывают на следующих двух положениях: адгезия твердых пленок обусловливается электрическим притяжением зарядов двойного электрического слоя (микроконденсора), образованного на поверхности системы пленка — подкладка; отрыв пленки от подкладки в области больших скоростей представляет собой процесс разведения обкладок микроконденсора, сопровождающийся наступлением газового разряда. В подтверждение своей теории авторы опытным путем доказали, что, во-первых, при расслаивании системы пленка — подкладка появляется электрический разряд; во-вторых, фактическая работа отрыва пленки от подкладки превышает энергию ван-дер-ваальсовых сил водородных и химических связей. Вместе с тем сторонники электрической теории адгезии не отрицают существования адсорбционных явлений при склеивании, но считают, что адсорбционные явления имеют второстепенное значение.

Некоторые исследователи склонны объяснить процессы склеивания химическим взаимодействием адгезива и субстрата и полагают, что химические связи возникают при склеивании почти всех полимеров.

Таким образом, ни одна из рассмотренных выше теорий адгезии не дает всестороннего объяснения сущности процессов склеивания разнообразных материалов различными клеями. Многие ис-

следователи считают, что в большинстве случаев склеивания наблюдается суммарный эффект от проявления механической, адсорбционной, диффузионной и электрической адгезий с возможным преимущественным проявлением одной из них.

Пористая структура и шероховатая поверхность текстильных материалов, большое количество отдельно выступающих волокон создают благоприятные условия для получения прочных клеевых соединений. Кроме того, вещества, из которых построены текстильные волокна (целлюлоза, белки, синтетические полимеры), характеризуются высокой полярностью. Все это позволяет отнести текстильные материалы к группе материалов, которые могут хорошо склеиваться и при соответствующем подборе клея обеспечивать прочные клеевые соединения. При склеивании текстильных материалов, видимо, проявляется суммарный эффект механической, адсорбционной, диффузионной и электрической адгезий, сил химического взаимодействия.

6.2.2. Клеи и клеевые прокладочные материалы, применяемые в швейном производстве

В швейном производстве клеи применяют давно. Растительными клеями (крахмальным, мучным) пользовались при изготовлении погон, петлиц, воротников мундиров. Однако эти клеи обладают рядом недостатков: они неводостойки, разрушаются насекомыми и плесневыми грибками, придают повышенную жесткость изделиям. По этим причинам растительные клеи не нашли применения для соединения деталей других швейных изделий.

Создание клеев новых видов на основе синтетических полимеров позволило расширить их применение для скрепления основных деталей при изготовлении разнообразных швейных изделий. Разработана клеевая технология соединения деталей одежды (клеевой метод), внедрение которой повышает производительность труда, позволяет осуществлять широкую механизацию и автоматизацию производства, улучшать качество швейных изделий.

Для склеивания текстильных материалов могут применяться клеи, удовлетворяющие определенным требованиям. Прежде всего эти клеи должны характеризоваться хорошей адгезией к текстильным материалам и образовывать соединения с высокой когезией. Клеевые соединения должны быть достаточно эластичными, устойчивыми к влаге, светопогоде и не изменять своих свойств при изменении температуры в определенных пределах. При этом нужно иметь в виду, что требования, предъявляемые к клею, должны согласовываться с назначением изделия, условиями его эксплуатации, характером работы швов изделия и отдельных его узлов.

Например, для склеивания деталей одежды, подвергающейся стирке (белье, сорочки), нужно пользоваться клеями, которые обес-

печивают прочные и эластичные швы, не разрушающиеся при увлажнении и стирке. Клеи для соединения и дублирования деталей верхней одежды должны обеспечивать прочность и эластичность клеевых соединений как при нормальных условиях носки изделий, так и при резких изменениях температуры и влажности, связанных с климатическими условиями, быть устойчивыми при химической чистке.

Клеи, применяемые для склеивания материалов одежды, не должны содержать веществ, вредно действующих на организм человека; они должны быть устойчивыми к старению. Старение клеев выражается в том, что с течением времени под воздействием солнечных лучей, кислорода воздуха, теплоты и других факторов в структуре клея происходят изменения, которые приводят к ухудшению физико-механических и химических свойств клея: уменьшаются прочность и эластичность соединения, увеличиваются его жесткость и хрупкость.

Кроме того, клеи должны обладать определенными свойствами, позволяющими разрабатывать простую и безопасную технологию их применения в швейном производстве. Основные работы по изысканию и исследованию клеев, пригодных для склеивания текстильных материалов, по разработке и усовершенствованию клеевой технологии проводятся в ЦНИИШПе.

Опыт применения в швейном производстве синтетических смол (БФ-6, ПВБ, П-54 и др.) в виде пленок и прокладочных материалов (бортовых) со сплошным (пленочным) клеевым покрытием показал, что при соединении этих материалов с деталями одежды образуется клеевой слой повышенной жесткости, а свойства материалов одежды ухудшаются, уменьшается подвижность их структуры, снижается паро- и воздухопроницаемость. Разработаны следующие клеевые материалы: прокладочные ткани, трикотажные и нетканые полотна с нанесенным на поверхность клеевым порошком, клеевые нити, клеевая «паутинка», «сетки». Эти материалы широко используются для соединения (склеивания) деталей изделий, закрепления краев деталей при подгибании низа (рукавов, брюк и др.), при дублировании мелких и крупных деталей в целях повышения их несминаемости и устойчивости формы. Замена пленок клеевым порошком оказалась экономичной. Кроме того, точечное склеивание материалов, обеспечивая достаточную прочность соединения, сохраняет подвижность структуры материала. Клеевые пленки используются ограниченно, в основном при изготовлении специальных изделий (погон, петлиц и т. п.).

Клеевые материалы, применяемые в швейном производстве, получают, используя синтетические термопластичные полимеры: полиамид, полиэтилен, поливинилхлорид и др.

Полиамидные клеевые материалы. Клеевые соединения, полученные с применением полиамидов (сополиамидов), характери-

зуются достаточной прочностью, высокой упругостью и несминаемостью, устойчивостью к растворителям. Однако они неустойчивы к воде, особенно при кипячении. Поэтому полиамидные клеевые материалы рекомендуется применять при изготовлении одежды, не подвергающейся стирке.

Полиамидные прокладочные материалы изготовляют путем нанесения клеевого порошка на основу — ткань, трикотажное или нетканое полотно. Порошок получают, измельчая полиамидную смолу на молотковой дробилке при низкой температуре (в потоке паров жидкого азота). Для клеевых прокладочных материалов используют порошок дисперсностью (размером частиц) 10—500 мкм, причем порошок мелкого помола (10—200 мкм) применяют для выработки клеевой кромочной и легкой клеевой бортовой тканей, порошок крупного помола (200—500 мкм) — для получения средних по массе и тяжелых прокладочных материалов. Оптимальные по свойствам клеевые прокладочные материалы получаются при нанесении порошка массой 25—30 г на 1 м^2 материала.

В швейной промышленности применяют различные виды полиамидных прокладочных материалов. По характеру расположения частиц клеевого порошка различают материалы с регулярным (упорядоченным) и нерегулярным размещением частиц. По видам основы выделяют материалы на основе хлопчатобумажных и льняных тканей с плотной и малоподвижной структурой, на основе хлопчатобумажных тканей с разреженной и сильно подвижной структурой, на основе тканей из вискозных и лавсановых волокон, на основе нетканых полотен, на основе трикотажных полотен с уточными нитями, тканевязаных полотен.

С нерегулярным покрытием порошком вырабатывают клеевую кромочную ткань на основе мадаполама, миткаля, бязи, клеевую бортовую на основе льняных бортовых тканей и бортовых тканей с капроновой мононитью. Клеевые бортовые ткани с нерегулярным покрытием порошком грубые, тяжелые; они применяются главным образом при изготовлении зимних пальто из толстых грубых драпов.

Прокладочные клеевые материалы, вырабатываемые на основе разреженных хлопчатобумажных тканей (паковочной, межподкладочной), имеют рыхлую подвижную структуру. Предварительно эти ткани подвергают ворсованию (на ворсовальных машинах) и безусадочной отделке с помощью модифицированного карбамола. Затем на них наносят клеевой порошок. Клеевые прокладочные материалы этого вида предназначаются для фронтального дублирования мужских, женских и детских пальто, костюмов. Применение таких прокладочных материалов придает деталям изделий несминаемость, хорошую упругость и гибкость. Рекомендуются они для соединения и дублирования деталей одежды из плотных и толстых тканей.

Для дублирования тонких пальтовых, костюмных и платьевых тканей применяют клеевые материалы, у которых в качестве основы служат ткани из искусственных волокон (вискозных), а частицы клеевого порошка (П-548, П-12) имеют регулярное расположение (на расстоянии 2—3 мм одна от другой в определенном порядке). Для уменьшения усадки материала основная (вискозная) ткань перед нанесением клеевого порошка проходит безусадочную обработку модифицированным карбамолом. Применение подобных прокладочных материалов в производстве костюмов и летних пальто обеспечивает хорошую несминаемость и упругость деталей одежды, устойчивость их формы.

Для фронтального дублирования деталей одежды разработаны варианты лавсановискозных прокладочных тканей, на которые наносят полиамидный клей в виде порошка. Лавсановискозные прокладочные ткани имеют поверхностную плотность 129—168 г/м^2, толщину 0,56—0,69 мм, резко различающуюся жесткость, мкН · см^2: 2817—35 790 по основе, 416—2523 по утку.

Разработаны многозональные прокладочные ткани, которые выпускаются с регулярным точечным покрытием клеевого порошка или пасты. Многозональная прокладочная ткань в пределах ограниченного участка (раппорта) по длине или ширине имеет четко выраженные зоны (мягкая, переходная, жесткая), различающиеся по сырьевому составу, толщине, ширине, переплетению, поверхностной плотности, жесткости и другим показателям. Основные показатели свойств трехзональной прокладочной ткани: поверхностная плотность 100—200 г/м^2; толщина 0,5—1 мм; жесткость 1500—30 000 мкН · см^2 по основе и 1000—5000 мкН · см^2 по утку; изменение линейных размеров от замачивания (усадка) не более 2 %.

Нетканые клееные полотна благодаря особенностям своего строения обладают многими ценными для прокладочного материала свойствами. Их отличают высокая упругость и несминаемость, хорошая воздухопроницаемость, малая усадка, неосыпаемость, равномерность механических свойств в различных направлениях. Все это позволяет применять их в качестве основы при выработке прокладочных материалов с клеевым покрытием. Промышленность выпускает нетканые прокладочные материалы, полученные клеевым способом, с нанесенным клеевым порошком: прокламилин, флизелин. На основе нетканого полотна, полученного комбинированным способом (иглопробивным в сочетании с клеевым), вырабатывается широкий ассортимент прокладочных клеевых материалов.

Клеевую нить (мононить или комплексную) получают методом экструзии, продавливая расплав полиамида через фильеру с отверстиями определенного размера в ванну с водой. Получаемая нить подвергается вытягиванию. Клеевая нить должна быть ров-

ная, гладкая, без пузырьков воздуха. В швейном производстве применяют мононить толщиной 0,3 и 0,5 мм. С помощью клеевых нитей получают прочные клеевые соединения.

Клеевая паутинка — очень тонкий изотропный нетканый материал, получаемый на основе полиамидных смол. Ее ширина 60 см, поверхностная плотность 30 г/м^2 (марка А) и 55 г/м^2 (марка Б). Клеевые нити и паутинку применяют для соединения подбортов с бортами, закрепления (приклеивания) края нижнего воротника и низа изделия, при подгибании краев деталей и других операциях.

Полиэтиленовые клеевые материалы. Эти материалы получили широкое применение при изготовлении воротников, манжет и других деталей швейных изделий, подвергающихся стирке (сорочек, платьев, блузок и т. п.). Для их выработки используют полиэтилен высокого давления, температура размягчения которого 108—120 °С, морозостойкость минус 80 °С.

В швейной промышленности применяются следующие виды полиэтиленовых клеевых материалов: жесткая прокладочная ткань со сплошным полиэтиленовым покрытием, полужесткая прокладочная ткань с точечным (порошковым) полиэтиленовым покрытием.

Для получения прочных клеевых соединений полиэтиленовых материалов с хлопчатобумажными и шерстяными тканями рекомендуется соблюдать следующие режимы: температура прессующей поверхности 150—160 °С, продолжительность прессования 30—40 с, давление при прессовании 0,05—0,1 МПа. При увеличении давления до 0,3—0,5 МПа продолжительность прессования сокращается до 10—15 с.

Полиэтиленовые клеевые прокладочные материалы должны удовлетворять определенным требованиям: при толщине материала 0,35 мм сопротивление расслаиванию должно составлять не менее 150 сН/см до стирки и 130 сН/см после стирки; нагрузка, характеризующая жесткость (на ПЖУ), 12—22 сН до стирки и 8—12 сН после стирки; несминаемость 40 % до стирки и 30 % после стирки.

Жесткий прокладочный материал со сплошным полиэтиленовым покрытием вырабатывается на основе хлопчатобумажной неаппретированной ткани (мадаполам, миткаль). Предварительно ткань обрабатывают безусадочным аппретом с содержанием прямого белого красителя (для белой ткани), чтобы уменьшить усадку и повысить белизну ткани. Затем методом каширования на основу наносят разогретый полиэтилен, который в виде пленки толщиной 0,12—0,2 мм прочно соединяется с основой. Получаемый материал характеризуется повышенной жесткостью, имеет усадку после стирки до 3 % (по основе) и 1,2 % (по утку), массу сухого вещества покрытия (80 ± 10) г. Сопротивление расслаиванию такого материала, характеризующее его клеящую способность, не менее 200 сН/см.

Полужесткий материал изготовляют путем нанесения порошка полиэтилена (размер частиц 0,15—0,6 мм) на основу — хлопчатобумажную неаппретированную ткань (миткаль, мадаполам, бязь) из расчета 25—30 г порошка на 1 м^2 ткани. Порошок получают путем измельчения полиэтилена на дробилке (ДМК) в водной среде при температуре 18—20 °С (выход частиц порошка размером 0,15—0,6 мм составляет 75 %). Изготовляемый прокладочный материал обладает хорошими свойствами.

Применяя полиэтиленовые клеевые материалы, получают соединения, характеризующиеся высокими физико-механическими свойствами, устойчивые к различным воздействиям.

Аппретированные жесткие прокладочные ткани. В качестве прокладок в воротники, манжеты сорочек и блузок используются также аппретированные жесткие прокладочные ткани. Основой такого прокладочного материала служит хлопчатобумажная ткань типа бязи. В качестве аппрета могут применяться различные препараты: на основе простых эфиров целлюлозы или регенерированной целлюлозы; на основе синтетических смол — поливинилхлорида, винилацетата, полиамида, полиакрилата и др.

Промышленность выпускает несколько видов аппретированных жестких прокладочных тканей. Технологический процесс получения прокладочного материала с полиамидным аппретом состоит в следующем.

Отбеленную ткань (основу) в специальной ванне пропитывают аппретом. После пропитывания ткань отжимают на плюсовке, сушат в камере в течение 3—5 мин при температуре 70—80 °С, а затем подвергают термообработке в течение 2—3 мин при температуре 130—135 °С.

Применяется также несмываемый аппрет, содержащий, мас. частиц: желатины полиграфической 30; метазина 45; оптического красителя прямого белого 1; хлорида аммония 1; некаля 0,5; воды 500.

Качество прокладочной ткани с полиамидным аппретом лучше, чем с желатиновым.

Поливинилхлоридные клеи. В швейном производстве применяют: поливинилхлоридный пластикат — твердую пленку толщиной 0,2—0,25 мм, изготовленную из смеси поливинилхлоридной смолы, дибутилфталата и стеарата цинка; пасту, в состав которой входят поливинилхлоридная смола, дибутилфталат и пигмент.

Пластикат и паста при склеивании материалов образуют жесткие и устойчивые к воздействию воды клеевые соединения. Поэтому их применяют для получения водостойких швов в изделиях, где допускается высокая жесткость швов, для соединения деталей в ведомственной одежде (воротников, листочек, обшлагов в мундирах), при изготовлении знаков различия (погон, петлиц и т. п.).

Паста применяется также для соединения деталей плащей и других изделий из прорезиненных тканей.

Склеивание материалов с помощью поливинилхлоридного пластиката выполняют при температуре прессующей поверхности 170—180 °С, давлении 0,07 МПа, продолжительности прессования 40—70 с. При использовании поливинилхлоридной пасты температура прессующей поверхности должна быть не более 160 °С (иначе происходит химическое разложение пасты), продолжительность прессования 40—90 с.

Сварка. В швейной промышленности наряду с клеевыми способами соединения материалов применяются способы сварки деталей одежды. Фундаментальные исследования в области сварки материалов для одежды проведены в ЦНИИШПе.

Сварка — соединение термопластичных материалов под действием теплоты без применения дополнительных (посторонних) веществ. Применяют термоконтактный, высокочастотный и ультразвуковой способы сварки. При термоконтактном способе скрепляемые материалы на участке сварки соприкасаются с нагревателем, расплавляются и, соединяясь под давлением, образуют шов (сварной). Высокочастотная сварка материалов производится в электрическом поле токов высокой частоты, где материалы вследствие происходящих в них физических процессов нагреваются до вязкотекучего состояния и прочно соединяются. При ультразвуковом способе сварки нагревание материалов в зоне соединения происходит благодаря их упругим колебаниям ультразвуковой частоты. Материалы при этом способе скрепляются путем образования ряда сварных точек заданного размера.

Расширение ассортимента пленочных материалов и искусственной кожи для одежды, тканей, трикотажных и нетканых полотен, содержащих термопластичные волокна, открывает широкие возможности для применения сварки деталей одежды.

Методы испытания и оценка качества клеевых материалов. Качество клеевых материалов устанавливают по результатам испытания этих материалов и соединений, выполненных на их основе. При испытании клеевых материалов и соединений определяют показатели характеристик основных свойств: клеящей способности, жесткости, несминаемости, устойчивости клеевых соединений к воздействию воды, стирке или химической чистке, усадке клеевых материалов, их морозостойкости.

Клеящую способность материала оценивают сопротивлением клеевого соединения расслаиванию и сдвигу. Проба для определения сопротивления клеевого соединения сдвигу состоит из двух полосок длиной 150 мм и шириной 50 мм каждая (одна из клеевого материала, другая из ткани), концы которых склеены при установленном режиме накладным швом. Размер клеевого шва 8 × 50 мм. Испытания проводят на разрывной машине (РМ-30) при скорос-

ти опускания нижнего зажима 110 мм/мин. Показателем сопротивления клеевого шва сдвигу служит среднее арифметическое результатов испытания пяти проб, выраженное в ньютонах. Сопротивление клеевого шва сдвигу можно оценивать разрушающим напряжением σ, Па, которое определяется как отношение разрушающей нагрузки P, Н, к площади поверхности склеивания S, м^2.

Для определения сопротивления клеевого шва расслаиванию готовят пробу: вырезают одну полоску длиной 150 мм и шириной 20 мм из клеевого материала, другую длиной 150 мм и шириной 25 мм из ткани. На лицевой стороне одной из полосок проводят две поперечные линии: одну на расстоянии 1 см, другую — 11 см от края. Затем полоски склеивают по всей ширине до второй поперечной линии. Испытания проводят на разрывной машине. Свободные концы пробы заправляют в зажимы и при поднятых собачках производят ее расслаивание на длине 10 см (до первой поперечной линии). При этом отмечают наибольшее и наименьшее показания стрелки на силовой шкале. Среднее арифметическое результатов испытания пяти проб, Н/см, деленное на два, и служит показателем сопротивления клеевого шва расслаиванию.

Жесткость клеевых материалов определяется методом прогиба кольца из полоски клеевого материала или клеевого соединения на приборе ПЖУ. Нагрузка (в сантиньютонах), необходимая для прогибания кольца на определенную величину, является характеристикой жесткости.

Для определения несминаемости клеевых материалов применяют стандартный метод, принятый для текстильных материалов; несминаемость выражают в процентах.

Изменение линейных размеров (усадка) — важное свойство клеевых материалов. Ее величина должна быть в пределах норм, установленных для данного материала. Особенно важно выполнение этого требования к клеевым материалам, применяемым в изделиях, подвергающихся стирке. Небольшое отклонение в величинах усадки клеевого прокладочного и основного материалов может привести к появлению складок, пузырей, существенному ухудшению качества отдельных деталей и изделия в целом. Для определения усадки применяют стандартные методы.

Устойчивость клеевых соединений к воздействию воды и к кипячению в воде или мыльно-содовом растворе имеет большое значение для швейных изделий, подвергающихся стирке. Для определения водостойкости клеевых соединений, выполненных с применением полиэтиленовых клеевых материалов, готовят пробы, принятые для испытания на сдвиг и расслаивание, определения жесткости, несминаемости и усадки. Стирку проб выполняют по стандартной методике (ГОСТ 8710—58). Выстиранные пробы высушивают утюгом. После выдерживания проб в нормальных условиях их подвергают соответствующему испытанию и устанавли-

вают характер и степень произошедших изменений, на основании чего делают заключение о качестве клеевого материала.

Морозостойкость клеевых материалов определяют путем испытания в холодильных камерах клеевой основы, приготовленной в виде пленки толщиной 0,15—0,2 мм. Из пленки вырезают три пробы размером 150 × 20 мм каждая. Пробы изгибают так, чтобы противоположные концы их совпали, и соединяют ниткой. Затем их помещают в камеру и после выдерживания в течение 2 ч испытывают путем ударного воздействия на них грузом массой 1 кг с высоты 0,5 м. Появление излома на перегибе пленки клея свидетельствует о том, что при данной температуре пленка делается хрупкой и, следовательно, неустойчивой к воздействию низкой температуры.

Клеевые соединения, выполненные с применением полиамидных, поливинилхлоридных и других клеевых материалов, должны быть устойчивы к химической чистке. Устойчивость к химической чистке проверяют путем обработки проб клеевых соединений растворителями: уайтспиритом, трихлорэтиленом. Сопоставляя результаты, полученные при испытании проб, подвергнутых химической чистке, и показатели контрольных проб, устанавливают степень изменения свойств клеевых соединений (прочности при расслаивании, жесткости, несминаемости и др.).

Для некоторых клеевых материалов при оценке качества устанавливают сорт материала. Жесткий клеевой материал со сплошным полиэтиленовым покрытием может быть I или II сорта. Для материала I сорта допускаются дефекты только на ткани — основе, причем такие, которые устанавливаются стандартом для I сорта этой ткани. Материал II сорта должен иметь не более двух дефектов (заломов, складок) длиной до 10 см каждый на 1 м длины материала и пятен не более 15 площадью не больше 1 $см^2$ каждое на кусок условной длины 40 м.

Для сортного полужесткого прокладочного материала с порошковым полиэтиленовым покрытием допускаются (на длине 5 м) следующие дефекты: отсутствие клеевого порошка на площади поверхности материала до 15 $см^2$ (не более чем в трех местах), утолщение порошкового покрытия на площади поверхности материала до 100 $см^2$ (не более трех мест).

Жесткий аппретированный прокладочный материал выпускается I и II сортов. Для материала I сорта на кусок условной длины 40 м допускается не более пяти пятен (или подливов) размером до 1 см каждое. В материале II сорта таких дефектов должно быть не более 10. Дефекты в виде разнооттеночности, засоренности черными мушками не допускаются.

Глава 7
УТЕПЛЯЮЩИЕ, ПРОКЛАДОЧНЫЕ И ПОДКЛАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Утепляющие, прокладочные и подкладочные материалы широко применяются при изготовлении верхней одежды. Так, конструкция пакета зимней одежды, рекомендованная ЦНИИШПом, строится по следующей схеме: основной (покровный) материал, ветрозащитная прокладка, утепляющая прокладка (утеплитель) и подкладка. Каждый слой такого пакета выполняет определенные функции, а материалы, составляющие пакет, должны удовлетворять определенным требованиям.

Основной материал должен быть прочным, красивым, легким, износостойким, отличаться малой сминаемостью и водопоглощаемостью, материал для ветрозащитной прокладки — тонким, легким, мягким, иметь незначительную воздухопроницаемость. Если основной материал имеет воздухопроницаемость не более 6—10 $дм^3/(м^2 \cdot с)$, ветрозащитную прокладку можно не применять.

Утеплитель является основным слоем, обеспечивающим теплозащитные функции одежды. Он предназначается главным образом для создания в одежде относительно неподвижного слоя воздуха, который, как известно, служит плохим проводником теплоты. Материалы для этого слоя должны быть легкими, пористыми и характеризоваться малой теплопроводностью и высокой упругостью при сжатии. При использовании ветрозащитной прокладки, обеспечивающей заданную воздухопроницаемость пакета теплозащитной одежды, воздухопроницаемость утепляющего слоя не имеет решающего значения.

Подкладка должна быть тонкой, гладкой, с малой поверхностной плотностью, обладать высокой износостойкостью и несминаемостью, малой усадкой.

7.1. Утепляющие материалы

Утеплители для одежды изготовляют из меха, ваты, ватина, клееных объемных полотен и поролона. Натуральные и искусственные меха, строение и свойства которых были рассмотрены

ранее в главе 5, используются главным образом как основной материал; в качестве утепляющей прокладки они применяются ограниченно.

7.1.1. Вата

Для изготовления утепляющих прокладок применяется хлопчатобумажная вата, значительно реже — шерстяная.

По назначению хлопчатобумажную вату подразделяют на четыре вида: одежную, мебельную, медицинскую и техническую. Одежная вата вырабатывается из низких сортов хлопка (IV—VI), хлопкового пуха и угаров, получаемых в хлопкопрядении и ткачестве. В состав одежной ваты вводят также утильное волокно, полученное разрыхлением остатков изношенной ватной одежды и тряпья. В зависимости от состава смеси одежную вату подразделяют на следующие сорта (ГОСТ 5679—91): «Люкс», «Прима», «Швейная». Вата лучших сортов («Люкс» и «Прима») изготовляется в основном из коротковолокнистого хлопка с примесью небольшого количества хлопкового пуха и угаров. Вату «Швейная» получают в основном из пуха и угаров, утильных волокон и небольшого количества хлопка низких сортов. По цвету хлопчатобумажная вата выпускается белой («Люкс»), суровой («Прима») и меланжевой («Швейная»).

Сырьем для получения шерстяной ваты служат очесы овечьей шерсти, верблюжьего и козьего пуха, отходы шерстеобрабатывающего производства; используется также шерстяной лоскут и тряпье. В состав смеси шерстяной ваты вводят обычно хлопковые и

Таблица 7.1

Технические требования к показателям основных характеристик одежной ваты

Характеристика ваты	Сорт ваты		
	«Люкс»	«Прима»	«Швейная»
Нормированная влажность, %, не более	9	9	9
Упругость, %, не менее	67	65	60
Массовая доля сора и неразработанных скоплений волокон, %, не более	2,6	5	7
Средняя плотность, кг/м^3 (г/см^3), не более	22 (0,022)	23 (0,023)	25 (0,025)
Цвет	Белая	Суровая	Суровая или меланжевая

Примечание. Степень загорошенности ваты устанавливается сравнением с эталоном.

другие волокна, что делает ее более пушистой и предохраняет от быстрого сваливания.

Для изготовления утепляющих прокладок применяют также вату из лавсановых, капроновых, нитроновых и других синтетических волокон.

Качество ваты оценивается на основании данных, полученных при ее испытании. Определяют показатели упругости, влажности, засоренности, средней плотности, а также цвет, запах ваты; кроме того, принято проверять слоистость ваты. Стандартные показатели основных характеристик для различных сортов одежной хлопчатобумажной ваты приведены в табл. 7.1.

7.1.2. Ватины

Различают ватин трикотажный, холстопрошивной и иглопробивной, а также нетканый утепляющий материал. Трикотажный ватин вырабатывается на основовязальных рашель-машинах переплетением трико с уточной нитью. Грунт состоит из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29—25 текс в два сложения. Уточные нити могут быть шерстяными (не менее 75 % шерсти) или полушерстяными (не менее 30 % шерсти). Например, ватин полушерстяной уточновязаный вырабатывается переплетением уток-уток-цепочка; нити основы — хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 25 текс × 2, нити утка — полушерстяная пряжа линейной плотности 110 текс; плотность по вертикали 14 петель, по горизонтали 10 петель. Поверхностная плотность ватина 280—340 г/м^2, ширина 100 см. На условную длину 10 м допускается не более двух дефектов: обрыв нити основы или утка (штопка) 30 см, непрочес по основе 20 см, по утку — 1,5 см.

Холстопрошивные хлопчатобумажные ватины (ГОСТ 19008—93) вырабатываются из хлопка, линта, обратов хлопка и хлопчатобумажных отходов. Их поверхностная плотность, г/м^2: 215—450, 280 ± 25, 325 ± 29, 450 ± 40; ширина 150—160 см. Холст провязывается хлопчатобумажной пряжей. Неровнота по массе не более 9 %, массовая доля сора не более 3,5 %, нормированная влажность 9 %. В ватинах не допускаются масляные пятна, дыры, обрывы прошивных нитей длиной более 20 см (обрывы прошивных нитей длиной более 20 см должны быть заштопаны).

Холстопрошивной шерстяной ватин вырабатывается из восстановленной шерсти с добавлением вискозных, медноаммиачных, лавсановых, капроновых, нитроновых волокон линейной плотности 0,44 текс и ниже. В смесях (всего 17 вариантов смесей) доля шерсти в различных вариантах этого ватина составляет 30, 45, 50, 65, 85 %.

Поверхностная плотность шерстяных ватинов (ГОСТ 18273—80), г/м^2: 200, 250, 300; ширина (150 ± 4) см; влажность 9,6—15,4 %. Холст ватина провязывается хлопчатобумажной пряжей линейной

плотности 25 текс × 2 (переплетение трико). Ватин не должен иметь дыр, обрывы нитей должны быть заштопаны: на условной длине 40 м допускается не более шести заштопанных мест, размер штопки не более 20 см. Некоторые виды шерстяного ватина вырабатываются на каркасе из марли.

Поверхностная плотность синтетических холстопрошивных ватинов 140—180 г/м^2. Их вырабатывают из лавсановых или нитроновых волокон или из их смесей. Недостатком этих ватинов является миграция волокон в процессе эксплуатации швейного изделия через ткань верха и подкладку.

Иглопробивной полушерстяной ватин для теплоизоляционных прокладок вырабатывается из смесей двух составов: 90% шерсти и 10 % вискозных волокон; из отходов производства — 50 % шерсти и 50 % синтетических волокон. Ширина ватина (150 ± 3) и (160 ± 4) см, поверхностная плотность 200, 225, 240 г/м^2, толщина 3,5 мм. Этот ватин не должен иметь дыр и минерально-масляных загрязнений; допускаются утолщения или утонения ватина в трех местах общей площадью до 400 см^2 на кусок ватина длиной 30 м.

Иглопробивной прокладочный ватин из химических волокон (нитрона или лавсана) вырабатывается толщиной 3 мм (для халатов) и 5 мм (для курток), шириной (135 ± 3) и (150 ± 3) см, поверхностной плотностью 100 г/м^2 (при толщине 3 мм) и 150 г/м^2 (при толщине 5 мм). В зависимости от соответствия показателей физико-механических свойств установленным нормативам и наличия дефектов внешнего вида ватин выпускается I и II сортов. Для I сорта отклонения от норм не допускаются; для II сорта допускаются отклонения: по ширине — до 3 см, поверхностной плотности — до 10 %, разрывной нагрузке — до 5 %, по превышению усадки — до 10 %. Не допускаются следующие дефекты внешнего вида: масляные и грязные пятна, резко выраженные полосы, неровнота по куску, дыры; допускаются утолщения (утонения) площадью до 400 см^2, пятна от заработки пуха площадью не более 25 см^2, полосы от игл на участке длиной до 5 м. Для I сорта допускаемых дефектов внешнего вида должно быть не более двух, для II сорта — не более пяти.

Нетканый утепляющий материал (патент РФ № 2136794) содержит волокнистый холст из смеси полиэфирных волокон, скрепленный образованными от воздействия водяных струй рядами швов.

7.1.3. Клееные объемные полотна

Они вырабатываются из химических волокон (лавсановых или смеси лавсановых и нитроновых) путем нанесения связующего (поливинилацетатной эмульсии) на поверхность волокнистого холста. Выпускаются объемные полотна поверхностной плотностью 80—100, 120—140, 200—250 г/м^2, толщиной 3—5, 6—8, 13—15 мм.

7.1.4. Поролон

Эластичный поролон (пенополиуретан) — высокопористый упругий материал, получаемый химическим путем. В состав композиции для производства поролона входят: изоцианаты, гидроксилсодержащие олигомеры (простые олигоэфиры), вода, катализаторы, эмульгаторы.

Эластичный поролон (на основе полиэфира П2200) выпускается плотностью (кажущейся) 0,025; 0,035; 0,04; 0,045 г/см^3. По теплозащитным свойствам поролон не уступает другим утепляющим материалам, а тепловое сопротивление прокладки из поролона несколько выше, чем других прокладок, при сравнительно одинаковой их толщине. Температура применения поролона –15... +100 °С.

Размягчается поролон при температуре 150 °С, плавится при температуре 180 °С. Необходимо иметь в виду, что при нагревании и особенно при плавлении поролон из-за наличия в его составе изоцианатов становится сильно токсичным. Поэтому при обработке поролона необходимо строго соблюдать условия охраны труда (например, обеспечивать сильную приточно-вытяжную вентиляцию).

По данным ЦНИИШПа, толщина поролоновых прокладок в зимней одежде, предназначенной для носки в районах с умеренным климатом, должна быть 6—8 мм, а в более суровых климатических районах — 9—12 мм. Однако поролон такой толщины плохо драпируется, а внешний вид одежды с такими поролоновыми прокладками получается некрасивым. Поэтому для одежды рекомендуется применять поролон в виде листов толщиной 2—3 мм, сложенных в несколько слоев. Соединяют детали одежды из поролона на обычных швейных машинах. Наблюдение за изделиями с поролоновыми прокладками показывает, что при носке поролон не крошится, не сваливается, легко чистится. Поролон достаточно прочен и характеризуется большим удлинением, воздухопроницаемость его при сравнительно одинаковой толщине прокладок значительно меньше, чем ваты и ватина. Гигроскопичность поролона незначительна и в то же время вследствие большой пористости он легко впитывает влагу, а после отжима быстро высыхает. По сравнению с другими материалами поролон имеет наибольшую упругость при сжатии. Благодаря высокой упругости поролона одежда с прокладками из него практически не сминается, а толщина прокладок во время носки остается постоянной.

7.1.5. Оценка качества утепляющих материалов

На теплозащитные свойства утепляющих прокладок определенное влияние оказывают плотность и толщина прокладки, технология ее изготовления и продолжительность носки одежды.

П. А. Колесников и А. А. Горячкина (ЦНИИШП) исследовали влияние плотности утепляющих прокладок из разных волокнистых материалов на их теплозащитные свойства. Было установлено, что изменение плотности прокладок от 0,03 до 0,2 г/см^3 (при одинаковой толщине прокладок) существенно не влияет на коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление. С увеличением плотности прокладок до 0,07 г/см^3 коэффициент теплопроводности уменьшается, но незначительно. При увеличении плотности до 0,2 г/см^3 коэффициент теплопроводности немного увеличивается.

Для утепляющих прокладок одежды используют в основном материалы плотностью 0,03—0,07 г/см^3. Теплозащитные свойства таких материалов практически не ухудшаются. Волокнистый состав материала не оказывает существенного влияния на коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление.

Однако с учетом всего комплекса показателей основных теплофизических свойств волокнистых утепляющих прокладок волокна нужно расположить (в порядке предпочтительности) в такой последовательности: шерстяное, триацетатное, вискозное, натуральный шелк, капроновое, нитроновое, лавсановое, хлориновое, хлопковое, льняное.

Незначительное влияние плотности (в указанных пределах) и волокнистого состава на теплозащитные свойства прокладок объясняется главным образом особенностями строения прокладок. Вата и ватин — сильнопористые материалы, содержащие большое количество сквозных отверстий (пор), а волокна в таких материалах сравнительно равномерно распределены в воздушной среде и имеют незначительный контакт между собой. Поролон также является сильнопористым материалом. Как известно, теплопередача в пористых материалах осуществляется преимущественно путем конвекции, так как сквозные поры обеспечивают сравнительно свободное перемещение воздуха и лишь частично теплопередача происходит через вещество материала (волокна).

По мере увеличения средней плотности материала (до 0,07—0,1 г/см^3) количество сквозных пор резко уменьшается. Об этом, в частности, свидетельствует резкое уменьшение воздухопроницаемости прокладок с изменением их средней плотности до 0,1 г/см^3 (рис. 7.1). В то же время очень незначительное увеличение площади контактов между волокнами, которое происходит при уплотнении материала прокладок и изменении их средней плотности от 0,03 до 0,07 г/см^3, существенно не влияет на коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление прокладок. При дальнейшем увеличении средней плотности (от 0,1 г/см^3) волокна сближаются, значительно увеличиваются площади контактов между ними, что приводит к повышению теплопроводности и, следовательно, к ухудшению теплозащитных свойств прокладок.

Толщина утепляющих прокладок очень влияет на их теплозащитные свойства. Исследования, проведенные в ЦНИИШПе, показали, что тепловое сопротивление прокладок из разных материалов при их постоянной средней плотности, равной 0,04 г/см^3, зависит от толщины (табл. 7.2). Эта зависимость имеет линейный характер.

При толщине материала (пакета материалов) более 15 мм прямолинейная зависимость нарушается, при толщине более 23 мм тепловое сопротивление увеличивается. Из табл. 7.2 видно, что волокнистый состав прокладок при увеличении толщины до 15 мм не оказывает заметного влияния на их тепловое сопротивление.

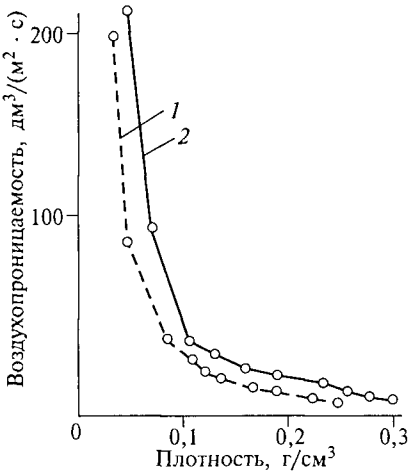


Рис. 7.1. Зависимость воздухопроницаемости утепляющих прокладок из ваты от их плотности:

1 — при толщине 11 мм; *2* — при толщине 16 мм

Таблица 7.2

Зависимость теплового сопротивления утепляющих прокладок от их толщины

Волокнистый состав прокладки	Толщина слоя, мм	Тепловое сопротивление, м^2 · °С/Вт	Волокнистый состав прокладки	Толщина слоя, мм	Тепловое сопротивление, м^2 · °С/Вт
Хлопок	5	0,146	Лавсан	5	0,150
	10	0,278		10	0,281
	15	0,376		15	0,378
Капрон	5	0,143	Поролон	5,35	0,191
	10	0,261		8,13	0,264
	15	0,364		10,27	0,347
Нитрон	5	0,152	Лен	5	0,138
	10	0,265		10	0,246
	15	0,381		15	0,365
Вискоза	5	0,145	Шерсть	5	0,146
	10	0,272		10	0,271
	15	0,369		15	0,378

Таким образом, при проектировании теплозащитных прокладок основное внимание следует уделять выбору оптимальной толщины прокладки. В связи с этим определенный интерес представляет характеристика расчетного значения теплового сопротивления $R_{расч}$, $м^2 \cdot °С/(Вт \cdot мм)$, волокнистого материала, т.е. тепловое сопротивление на 1 мм толщины материала:

$$R_{расч} = R/b,$$

где R — тепловое сопротивление материала, $м^2 \cdot °С/Вт$; b — толщина материала, мм.

Отсюда можно рассчитать толщину утепляющей прокладки, обладающей заранее заданным тепловым сопротивлением. Для этого необходимо заданное (проектируемое) тепловое сопротивление прокладки разделить на расчетное тепловое сопротивление данного волокнистого материала. Полученную величину можно использовать для расчета поверхностной плотности прокладки.

Во время носки одежды вследствие физико-механических воздействий толщина прокладок уменьшается. Уменьшение толщины прокладок приводит к снижению их теплового сопротивления.

Следует отметить, что при носке изделий плотность прокладок увеличивается до 0,05—0,08 $г/см^3$, т.е. достигает такого значения, при котором материал обладает наилучшими теплозащитными свойствами. Поэтому для получения устойчивых по толщине прокладок целесообразно применять волокнистые материалы с плотностью 0,05—0,07 $г/см^3$.

7.2. Прокладочные материалы

Прокладочные материалы применяют, во-первых, для придания деталям одежды определенной формы и ее сохранения (бортовые ткани) и, во-вторых, для упрочнения участков одежды и предохранения их от растяжения.

В качестве прокладочных бортовых материалов используют льняные, полушерстяные, хлопчатобумажные ткани и нетканые полотна. Льняные бортовки (ГОСТ 5665—77) вырабатывают из льняной суровой пряжи, льняной химически обработанной и полульняной с вложением химических волокон (не более 15 %) пряжи, из льняной пряжи в сочетании с хлопчатобумажной. Поверхностная плотность этих тканей не должна превышать 370 $г/м^2$, ширина 71, 90, 95, 100, 160 см.

Изменение размеров бортовых тканей после замачивания должно быть, %, не более: 3,5 по основе и 2,5 по утку. Жесткость бортовых тканей по основе и утку должна соответствовать нормам I (4,5—7 сН) и II (7,1—15 сН) групп жесткости по ГОСТ 24684—87.

Бортовые ткани, вырабатываемые с использованием в утке химических нитей повышенной жесткости, должны соответствовать следующим требованиям: поверхностная плотность не более 280 г/м^2, жесткость по утку 15—25 сН, несминаемость по утку не менее 60 %, изменение размеров после замачивания по основе и утку не более 2 %, а после влажно-тепловой обработки — не более 1,5 %, изменение жесткости после трех химических чисток не более 20 %.

В качестве прокладок в деталях костюмов и пальто из облегченных тканей используют также бортовую ткань с утком из полушерстяной пряжи. Эта ткань вырабатывается из пряжи линейной плотностью 69 текс (содержащей волокна льна — 67 % и лавсана — 33 %) в основе и пряжи линейной плотности 110 текс (содержащей волокна шерсти — 50 %, вискозы — 30 %, лавсана — 20 %) в утке.

Кроме бортовых прокладок в некоторых видах верхней одежды применяют дополнительные накладки из бортовой волосяной ткани. Такие ткани вырабатывают из хлопчатобумажной пряжи в основе и конского волоса или капроновой мононити в утке. Ширина тканей с утком из конского волоса 20—22 см, с капроновой мононитью 80 см. Поверхностная плотность этих тканей 270—350 г/м^2. Бортовые волосяные ткани характеризуются повышенной жесткостью и упругостью.

Разработаны нетканые клееные полотна (ГОСТ 25441—90), которые применяются в качестве прокладок в швейных изделиях. Для получения этих полотен используют химические волокна, а в качестве связующего вещества применяют каучуковые и акриловые дисперсии. По согласованию с потребителем допускается применять светочувствительные латексы, используемые для изготовления полотен поверхностной плотностью до 65 г/м^2.

По физико-механическим показателям полотна должны соответствовать следующим требованиям: ширина 90, 150, 180 см; поверхностная плотность 30—100 г/м^2; разрывная нагрузка не менее 4 даН по длине и 0,8 даН по ширине; удлинение при разрыве не более 30 % по длине и 50 % по ширине; при поверхностной плотности полотна 30—40 г/м^2 его толщина 0,2—0,35 мм, жесткость 0,49—1,9 сН, несминаемость 60 %; при поверхностной плотности полотна свыше 40 до 70 г/м^2 его толщина 0,4 — 0,55 мм, жесткость 0,9—7,8 сН, несминаемость 65 %; при поверхностной плотности полотна свыше 70 до 100 г/м^2 его толщина 0,6—0,9 мм, жесткость 3,9—9,8 сН, несминаемость 70 %; изменение линейных размеров, %, не более: после стирки, замачивания 2; после влажно-тепловой обработки 1,5. Полотна должны быть термоустойчивы при температуре 170 °С.

Для упрочнения участков одежды и предотвращения их растяжения (край борта, низ рукава, места расположения карманов, петель и т. п.) применяют прокладочные материалы: льняную бор-

товую ленту (кромку), вырабатываемую из оческовой льняной пряжи мокрого прядения в основе и из хлопчатобумажной пряжи в утке; прокладочные ткани — бязь, коленкор, миткаль; тесьму брючную с хлопчатобумажным бортиком и тесьму брючную с капроновым бортиком.

7.3. Подкладочные материалы

Подкладка в одежде играет важную роль, она улучшает эксплуатационные и эстетические показатели одежды, предохраняет ее от изнашивания и загрязнения.

Готовые подкладочные ткани из химических нитей и пряжи вырабатываются из вискозных нитей в основе и утке, из вискозных нитей в основе и ацетатных или триацетатных нитей в утке,

Таблица 7.3

Физико-механические показатели подкладочных материалов

Показатель	Нормы тканей		
	для высококачественных изделий (пальто, шуб, плащей, костюмов и др.)	для повседневной одежды	для внутренних деталей одежды
Поверхностная плотность, г/м^2, не более	130	160	110
Разрывная нагрузка, даН, полоски ткани размером 50 × 200 мм, не менее:			
по основе	30	20	20
по утку	20	16	16
Стойкость к истиранию, циклы, не менее	850	800	1000
Изменение размеров после стирки, %, не более:			
по основе	4,0	5,0	—
по утку	2,0	2,0	—
Стойкость к раздвигаемости, даН, не менее	1,5	1,2	—
Осыпаемость, мм, не более	2,5	—	—
Пиллингуемость (для тканей с пряжей), число пиллей на 10 см^2, не более	0	6	—

вискозных нитей в основе и капроновых нитей в утке, из вискозных нитей в основе и вискозной или хлопчатобумажной пряжи в утке, из полиэфирных нитей в основе и утке, капроновых нитей в основе и полиэфирных нитей в утке.

По художественно-эстетическим показателям подкладочные ткани из химических нитей и пряжи должны соответствовать образцам-эталонам, а по физико-механическим показателям — требованиям, указанным в ГОСТ 20272—96 (табл. 7.3).

В качестве подкладочного материала используют также трикотажные основовязаные полотна, вырабатываемые из полиамидных нитей. Этот подкладочный материал по сравнению с тканями характеризуется повышенной износостойкостью, малой усадкой, поверхностная плотность трикотажного подкладочного полотна 40—100 г/м^2.

Разработан способ получения трикотканей, вырабатываемых на трикотажном станке «Метап». Характерная особенность такого материала состоит в чередовании полосок ткани, между которыми располагаются петельные столбики, соединяющие полоски ткани в единое полотно. В качестве подкладочных используют трикоткани, вырабатываемые из химических нитей и пряжи и имеющие поверхностную плотность 60—120 г/м^2.

Некоторые виды хлопчатобумажных тканей используют в швейном производстве в качестве подкладочных: саржа подкладочная и рукавная, сатин, тик-ластик и др., вырабатываемые саржевым, сатиновым или атласным переплетением. Поверхностная плотность хлопчатобумажных подкладочных тканей 80—150 г/м^2.

Подкладочные ткани, трикотажные полотна или трикоткани вырабатывают в основном гладкоокрашенными или отбеленными, а также пестротканными или с печатным рисунком. Рекомендуется применять в качестве подкладки материалы, имеющие поверхностную плотность, г/м^2: 40—100 для платьев; 50—120 для костюмов, плащей; 80—160 для пальто.

Глава 8
НАТУРАЛЬНАЯ И ИСКУССТВЕННАЯ КОЖА И ПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В швейной промышленности для изготовления одежды наряду с текстильными материалами и мехом все шире используют и кожу и пленочные материалы.

8.1. Натуральная кожа

Натуральную кожу получают из шкур животных некоторых видов. Технологический процесс обработки шкур слагается из разнообразных физических и физико-химических операций, которые принято делить на 3 группы: подготовительные, дубления и отделочные.

Цель подготовительных операций — очистить шкуру, подготовить ее белковую ткань (дерму) к дублению. В процессе подготовительных операций со шкуры удаляются волос, эпидермис, подкожно-жировой слой.

Отмока шкуры — обработка шкуры водой с добавлением поваренной соли, моющих веществ, антисептиков.

Мездрение отмоченной шкуры — удаление со шкуры подкожно-жирового слоя на мездрильных машинах.

Золение шкуры — обработка шкуры водной суспензией извести $Ca(OH)_2$. Под действием щелочи разрушаются белковые вещества, соединяющие эпидермис и волос с дермой. Структура кожевой ткани разрыхляется; пучки коллагеновых волокон расщепляются на более мелкие.

Сгонка волоса — удаление со шкуры волосяного покрова на специальных машинах. После выполнения этой операции получают полуфабрикат — голье.

Обеззоливание голья — обработка голья сульфатом аммония. В результате обработки происходит нейтрализация известковой щелочи, известь и другие соединения кальция переходят в растворимое состояние и удаляются при промывке.

Двоение — распиливание особо толстого голья на двоильной ленточной машине. Образуется верхний слой — лицевой, нижний — бахтармяный.

Мягчение — обработка голья ферментами, в результате чего кожа приобретает мягкость, пластичность, гладкость, улучшается ее воздухопроницаемость.

Пикелевание — обработка голья раствором кислоты и поваренной соли перед дублением в целях придания ему определенной кислотности.

Дубление голья — основная операция, в результате которой голью придаются свойства кожи. При дублении подготовленное голье обрабатывается дубильными веществами, существенно изменяющими его свойства. В качестве дубителей используются водные растворы соединений хрома (хромовое дубление), алюминия (алюминиевое дубление), растительных дубильных веществ (таннидов), синтетических дубителей (синтанов), а также композиции этих соединений. После дубления голье приобретает основные ценные качества, свойственные готовой коже.

При жировом методе дубления в качестве дубителя применяют жиры, содержащие непредельные жирные кислоты. После жирового дубления получается очень пористая, мягкая, тягучая кожа — замша.

Цель отделочных операций — придать коже определенный внешний вид и необходимые физико-механические свойства.

Строгание — операция, выполняемая со стороны бахтармы для выравнивания кожи по толщине.

Нейтрализация — обработка кожи хромового дубления слабым щелочным раствором для снижения ее кислотности.

Барабанное крашение кожи — окрашивание кожи по всей толщине.

Жирование — обработка кожи водными эмульсиями жиров (доводят содержание жира до 7—10 %).

Разводка и сушка кожи — операции, выполняемые на рамах или на стекле.

Тяжка кожи — обработка предварительно увлажненной (до 28—32 % влажности) кожи на тянульной машине.

Покрывное крашение кожи — нанесение тонкой пленки на лицевую поверхность кожи (казеиновое, нитроцеллюлозное, акриловое).

Лощение кожи — растирание краски на лицевой поверхности кожи под давлением ролика лощильной машины. В результате лощения поверхность кожи становится ровной и блестящей.

Прессование кожи — уплотнение кожи с помощью гладкой плиты, нагретой до 70—80 °С, при давлении 0,55—0,85 МПа. Улучшает внешний вид кожи.

В зависимости от метода и характера отделки кожи хромового дубления подразделяют на кожи с естественной гладкой лицевой поверхностью; с рисунком в виде нарезки (тиснения), нанесенным на лицевую поверхность кожи с помощью специальной на-

гретой плиты; с ворсовой поверхностью (велюр, замша). Для изготовления одежды (пальто, полупальто, пиджаков, курток и т. п.) используют в основном кожу, выработанную методом хромового дубления из шкур овец (одежный шеврет), свиней и других животных, а также замшу, выработанную методом жирового дубления из шкур лосей, овец, оленей и др. Натуральная кожа для одежды должна быть мягкая на ощупь, хорошо продубленная, без жировых пятен и налетов, без складок и морщин. Окраска ее должна быть ровная по всей площади, без пятен, устойчивая к утюжильной обработке при температуре 80 °С, к сухому и мокрому трению.

Для одежды используются кожи толщиной 0,6—1,2 мм площадью 60—100 дм^2 и более. Нарезная кожа должна иметь по всей площади четко выраженную, нарезанную без пропусков мерею.

К основным видам одежной натуральной кожи относятся следующие.

Шеврет — кожа хромового дубления, получаемая из шкур овец; характеризуется рыхлостью и высокой растяжимостью (удлинение при разрушающем напряжении 10 МПа составляет 30—50 %). Лицевая естественная поверхность кожи имеет красивый рельефный рисунок в виде неглубоких воронкообразных впадин.

Велюр — кожа хромового дубления с ворсовой поверхностью, полученной путем шлифования бахтармяного (нижнего) слоя шкуры (опойка, выростка и т. п.). Свиные шкуры шлифуют с лицевой стороны. Для получения велюра используют в основном свиные шкуры с многочисленными и глубокими дефектами лицевой стороны. Велюр выделывают также из спилка, полученного при двоении толстых шкур свиней и крупного рогатого скота. Лицевая сторона велюра имеет бархатистый вид, ворс густой, ровный, хорошо прокрашенный.

Замша — кожа жирового метода дубления, выделывается из шкур лося, оленя, козы и др. При выделке замши лицевой слой шкур спиливают, получается ворсовая поверхность. При получении замши из шкур овец ворсовую (лицевую) поверхность создают путем отделки бахтармы. Замша характеризуется особой мягкостью, низким, густым и блестящим ворсом, повышенной тягучестью, хорошей воздухопроницаемостью, устойчивостью к воде (замшу можно стирать с мылом в воде при температуре не выше 60 °С).

Для изготовления кожаных изделий (пальто) иногда используют опоек или тонкий выросток — кожи, полученные из шкур телят методом хромового дубления. Опоек характеризуется гладкой лицевой поверхностью с мелкой приятной мереей. Эта кожа мягкая на ощупь, эластичная, имеет красивый внешний вид; ее площадь около 70 дм^2.

Выросток (тонкий) имеет более крупный рисунок мереи, чем опоек, он немного толще опойка; его площадь 120—130 дм^2.

Пороки внешнего вида кожи по происхождению могут быть сырьевые и производственные. Сырьевые пороки возникают при жизни животного (прижизненные), при съеме шкуры (пороки съемки), в результате неправильного консервирования и хранения сырья (пороки консервирования и хранения сырья). Производственные пороки возникают при выделке кож из-за неправильного ведения технологических операций: при подготовке шкур к дублению, при дублении, а также при крашении и отделке.

Сорт кожи для одежды определяют согласно требованиям ГОСТ 1875—83. По внешнему виду кожа должна соответствовать образцу-эталону (ГОСТ 15.007—88).

Сорт кожи устанавливается в зависимости от ее полезной площади, выраженной в процентах.

В зависимости от полезной площади кожу для одежды подразделяют на 5 сортов:

Сорт кожи	*Полезная площадь, %*
I	От 95 до 100 включительно
II	» 85 » 84,99 »
III	» 70 » 84,99 »
IV	» 50 » 69,99 »
V	» 30 » 49,99 »

Кожу площадью 20—40 дм^2 относят к V сорту, если она имеет полезную площадь не менее 50 %.

Не учитываются при определении сорта следующие пороки: единичные хорошо заросшие свищи и оспины, царапины, изменчивость цвета при растягивании. Не допускаются следующие пороки: непродув, садка общая, жесткость общая, ломкость общая, пятна и налеты, занимающие площадь более 50 % шкуры. Остальные пороки учитываются.

Полезная площадь кожи определяется по ГОСТ 26343—84. Полезной считается площадь кожи, свободная от пороков или с наличием пороков, которые для данного вида кожи не учитываются.

Учитываемые пороки делят на неизмеряемые и измеряемые по длине и площади. Неизмеряемые пороки оцениваются в процентах от общей площади кожи:

Порок кожи	*Оценка, %*
Садка или ломкость местная	25
Тощесть	20
Серость окраски для кож черного цвета	10

Измеряемые по площади — это пороки, которые дают общее поражение участка кожи, а также пороки, расположенные группой и на расстоянии не более 7 см друг от друга.

Для определения площади пороков их вписывают в наименьший прямоугольник, в который должны помещаться все пороки

при условии, если меньшая сторона прямоугольника более 2 см. Порок считается линейным и измеряется в сантиметрах, если меньшая сторона прямоугольника равна или меньше 2 см.

Полезную площадь кожи $Q_{пол}$, %, вычисляют по формуле

$$Q_{пол} = 100 - \left(\frac{\sum Q_{пл} + 0,03 \sum l}{S} 100 + \sum Q_{п} \right),$$

где $\sum Q_{пл}$ — общая площадь пороков, измеряемых по площади, дм^2; $\sum l$ — общая длина линейных пороков, см; S — площадь кожи, дм^2; $\sum Q_{п}$ — общая оценка неизмеряемых пороков, %.

8.2. Искусственная кожа

В швейном производстве применяют мягкую искусственную кожу, обладающую комплексом таких свойств, которые позволяют изготовлять одежду существующими методами и обеспечивают ее высокие эксплуатационные качества.

Искусственная кожа для одежды должна быть пластичной, мягкой, иметь прочное соединение лицевого слоя с основой, обладать способностью приобретать и устойчиво сохранять форму в одежде, хорошо драпироваться, легко раскраиваться современными средствами. При стачивании на швейных машинах кожа не должна просекаться, а при сварке должна обеспечивать прочные эластичные швы. С учетом условий носки изделий одежная искусственная кожа должна быть прочной, устойчивой к многократным изгибам и истиранию, не изменять свойства в разных условиях эксплуатации, при колебаниях температуры и влажности.

Искусственная кожа для одежды должна характеризоваться определенными гигиеническими свойствами: минимальной теплопроводностью, достаточной гигроскопичностью и воздухопроницаемостью. Паропроницаемость ее должна быть не менее 1 мг/(см^2 · ч).

Основные виды искусственной кожи — это материалы, представляющие собой основу (ткань, трикотажное или нетканое полотно), покрытую (или пропитанную) полимером или композицией полимеров.

Для мягкой искусственной кожи установлены сокращенные названия. Вместо полного названия «искусственная кожа» принято сокращенное — «искожа». Указываются назначение кожи (одежная, галантерейная, обивочная и т. п.) и сокращенное название полимера, из которого вырабатывается искожа (поливинилхлоридное — винил, каучуковое — эласто, полиамидное — амид, нитроцеллюлозное — нитро, полиэфируретановое — уретан и т. п.). В конце названия буквами обозначается вид основы (Т — ткань, ТР — трикотаж, НТ — нетканое полотно).

Мягкую искожу получают обработкой основ полимерными композициями — расплавами, пластизолями, растворами, дисперсиями и т.д. Для выработки мягкой искожи применяют различные методы: наносный, каландровый, каширования, ламинирования, пропитывания. Полимерная композиция может проникать на всю толщину основы или образовывать только поверхностный слой. Применяют методы, сочетающие сквозное пропитывание с нанесением поверхностного полимерного слоя; методы, представляющие собой комбинацию каландрового метода с наносным, и др.

Применяя *наносный метод* получения искожи, работу выполняют прямым или переносным способом. При прямом способе полимерную композицию наносят непосредственно на основу. Например, на основу вначале наносят пористый слой полимера, а затем непористый. Этот способ используют для выработки искожи на малорастяжимой основе.

При переносном (обратном) способе лицевое покрытие наносят не на основу, а на ленту-подложку (текстильную ткань с силиконовой пропиткой) и в обратном порядке — вначале непористый слой, а затем пористый. После этого выполняют дублирование этих слоев с основой. Применяется этот способ получения искожи в случае использования неплотной сильнорастяжимой основы.

При использовании *каландрового метода* получения искожи предусматривается специальное оборудование (каландровые линии), на котором предварительно перемешиваются ингредиенты и подготовляется необходимая полимерная композиция. Специальные каландры формуют подготовленную полимерную массу в виде пленки, откалиброванной по ширине и толщине, а затем соединяют ее с несущей основой — Т, ТР, НТ (рис. 8.1, *а*).

Применяя *метод каширования*, работу выполняют на кашировальных машинах, основной частью которых является двухвальный каландр. Предварительно подготовленная полимерная композиция в виде гранул подается в зону плавильных валиков, где формуется в виде пленки, а затем в зоне обрезиненного валика дублируется с основой (рис. 8.1, *б*). Применяется этот метод для выработки многослойных искож. Получают в основном монолитные структуры полимерных композиций.

При *методе ламинирования* используют экструзионно-ламинирующие установки (ламинатор, два валика — один большего диаметра, металлический полированный, другой обрезиненный прижимной). При работе установки из расплава полимера образуется непрерывная пленка, которая соединяется с основой в зоне валков (рис. 8.1, *в*).

Винилискожи вырабатываются с пористым, монолитным или пористо-монолитным покрытием на тканевой или трикотажной основе одним из рассмотренных методов. В качестве основы ис-

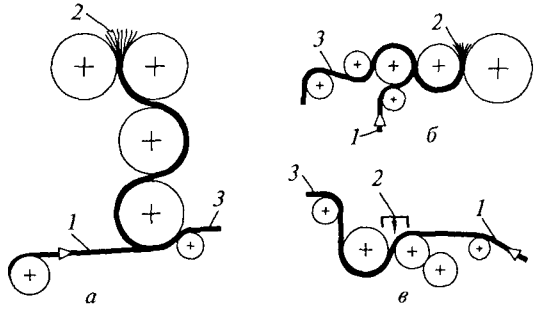


Рис. 8.1. Схемы получения искожи:

а — каландровым методом; *б* — методом каширования; *в* — методом ламинирования: *1* — основа; *2* — полимер; *3* — искожа

пользуются ткани или трикотажные полотна, характеризующиеся мягкостью, эластичностью, высокой подвижностью структуры. Для покрытия применяют поливинилхлорид (ПВХ), который наносится непосредственно на основу. Толщина полимерного слоя может быть 0,1 — 2 мм.

Для получения исусственной кожи с пористым слоем применяют полимерную композицию, которая содержит небольшое количество органического вещества — порообразователя. При последующей термообработке происходит разложение этого вещества с образованием большого количества газообразных продуктов, которые разрыхляют поливинилхлорид. Получается слой вспененного поливинилхлорида с большим количеством пор. Затем при выработке пористо-монолитной искожи наносится второй, непористый, слой поливинилхлорида. Для придания кожеподобного вида его сверху покрывают тонким слоем отделочного лака (рис. 8.2).

Эластоискожу получают путем нанесения каучукового покрытия на тканевую основу. Эластоискожа-Т вырабатывается на основе хлопчатобумажного репса с пористым покрытием двух видов: К — покрытием карбоксилатным каучуком и С — покрытие на основе совмещенных каучуков. Поверхностная плотность этой искожи 540 г/м^2, предназначена она для спецодежды, эксплуати-

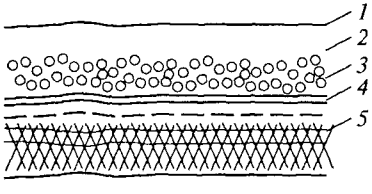


Рис. 8.2. Структурная схема винилискожи:

1 — слой отделочного лака; *2* — непористый слой полимера; *3* — пористый слой; *4* — связующий слой; *5* — основа

руемой при температуре не ниже минус 40 °С. Эластоискожа-Т маслобензостойкая вырабатывается на основе хлопчатобумажной диагонали с односторонним латексным покрытием, поверхностная плотность искожи 450 г/м^2.

Материал пелакс является разновидностью искожи с латексным покрытием. Получают его путем нанесения слоя вспененного латекса на изнаночную сторону основы. В качестве основы применяют хлопчатобумажные или шелковые ткани (диагональ, вельвет, креп-марокен и др.).

Уретанискожа вырабатывается с монолитным односторонним полиэфируретановым (ПЭУ) покрытием (полученным прямым или переносным способом) и с пористым покрытием (основа — иглопробивное нетканое полотно из синтетических волокон или тонкая ворсовая ткань, пропитанная раствором ПЭУ, и микропористый лицевой слой ПЭУ).

Искусственную замшу получают путем нанесения волокон на поверхность основы электростатическим методом. Особенность технологического процесса состоит в том, что волокна малого размера (для одежной замши применяют капроновые волокна линейной плотности 0,55—0,33 текс, длиной 0,5—1 мм), получив заряд определенного знака, ориентируются в поле высокого напряжения в нужном направлении и строго вертикально наносятся на поверхность основы, покрытую клеевым составом и имеющую заряд противоположного знака. В результате получается достаточно прочное соединение волокон ворса с клеевой основой и образуется замшевидная поверхность. В качестве основы используют ткани, трикотажные, нетканые полотна и другие материалы; для нанесения ворса применяют клей на основе полиуретановых, поливинилхлоридных, эпоксидных смол, клеи-расплавы.

В соответствии с ГОСТ 28461—90 искожа представляет собой материал, на текстильную основу которого нанесено поливинилхлоридное и (или) полиуретановое покрытие. В зависимости от назначения искожу подразделяют на два вида: В — верхняя одежда, кроме одежды для защиты от осадков; П — верхняя одежда для защиты от осадков.

Примеры условного обозначения искожи:

с поливинилхлоридным покрытием на тканевой основе для верхней одежды, кроме одежды для защиты от осадков, — винилискожа-Т-В ГОСТ 28461—90;

с полиуретановым покрытием на трикотажной основе для верхней одежды для защиты от осадков — уретанискожа-ТР-П ГОСТ 28461—90.

По физико-механическим показателям искожа, вырабатываемая согласно ГОСТ 28461—90, должна соответствовать следующим требованиям:

Показатель	*Норма*
Масса 1 м^2, г, не более:	
для вида В	500
» » П	250
Разрывная нагрузка, даН, не менее:	
в продольном направлении:	
на ткани	15
» трикотаже	20
в поперечном направлении:	
на ткани	10
» трикотаже	8
Жесткость, сН, не более	10
Устойчивость к многократному изгибу, килоциклы, не менее:	
на приборе МИРП:	
для вида В	150
» » П	100
на приборе ММРЦ:	
для вида В	300
» » П	200
Прочность связи пленочного покрытия с основой, даН/см, не менее	0,3
Водоупорность, мм вод. ст., не менее	250

Предельное отклонение по массе должно быть ±10 % от номинального значения.

Согласно ГОСТ 28461—90 искожу в зависимости от наличия пороков внешнего вида на лицевой поверхности подразделяют на 2 сорта: 1-й и 2-й. Пороки внешнего вида подразделяют на местные (пятно, сдир, замин, залом, царапина, утолщения и вмятины) и распространенные (разноотеночность, нечеткость тиснения или печати, киперность, волнистость).

На условную длину 30 м искожи для 1-го сорта допускается не более пяти местных пороков, а для 2-го сорта — не более восьми местных и одного распространенного. При отклонении фактической длины от условной количество местных пороков пересчитывается.

8.3. Пленочные материалы

Пленочные материалы используют для изготовления плащей, накидок, курток, фартуков и т. п. В основном применяют поливинилхлоридные и полиэтиленовые пленки.

Поливинилхлоридную пленку получают либо вальцево-каландровым, либо экструзионным (способы — рукавный или плоскощелевой) методами. Первый метод позволяет выпускать пленки толщиной 0,3—0,8 мм. При втором методе получают более тонкие

пленки (при рукавном способе — пленки толщиной до нескольких микрометров).

Поливинилхлоридные пленки достаточно прочные, без запаха, устойчивы к окислителям, кислотам и щелочам, размягчаются при температуре около 70 °С, горят медленно до самозатухания; их морозостойкость минус 46 °С. Эти пленки характеризуются малой паро- и водопроницаемостью, они воздухопроницаемы, при соприкосновении с телом человека не раздражают кожу.

Подбирая композиции сополимеров хлорвинила, вырабатывают пленки с заданными свойствами, например с нужной растяжимостью, пластичностью, теплопроводностью, тепло- и морозостойкостью, устойчивостью к действию ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Полиэтиленовую пленку получают методом экструзии с последующим раздуванием расплава (рукавный способ) или продавливанием расплава через плоскощелевые головки. Полиэтиленовые пленки выпускают толщиной 0,1—0,2 мм, они характеризуются легкостью (легче воды), мягкостью, эластичностью; их температура плавления 105—110 °С. Они размягчаются при температуре 60—70 °С, легко формуются в изделие.

Пленки выпускаются гладкими, тисненными, с печатным рисунком. При тиснении получают имитацию поверхности ткани или кожи. Используя отделочные составы, изготовляют пленки с перламутровым, серебристым или золотистым отливом и др.

Глава 9
ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ФУРНИТУРА

9.1. Отделочные материалы

К отделочным материалам относятся ленты, тесьма, шнуры, кружева. По назначению отделочные материалы могут быть подразделены на 3 группы: прикладные — ленты и тесьма, служащие для окантовывания и укрепления краев швов на внутренних участках изделий; декоративно-прикладные — ленты, тесьма, шнуры, используемые для декоративного окантовывания наружных краев одежды; декоративные — ленты, тесьма, шнуры, кружева, выполняющие эстетические функции и служащие для украшения одежды.

Ленты — это тканые или вязаные полоски разной ширины из капроновых комплексных нитей, лавсановой, нитроновой пряжи или текстурированных нитей.

Тканые ленты вырабатываются на лентоткацких, преимущественно бесчелночных рапирных станках с каретками и жаккардовыми машинами. Вязаные ленты вырабатываются на основовязальных и уточновязальных машинах. Внешне эти ленты напоминают тканые, но благодаря повышенной растяжимости при окантовывании легко укладываются по краям деталей одежды сложной конфигурации.

К лентам прикладного назначения относятся:

бортовая тканая лента с хлопчатобумажной основой и капроновым утком полотняного или саржевого переплетения; применяется она для окантовывания краев внутренних швов, бортов и т. п.;

корсажная тканая лента из вискозных или капроновых нитей полотняного переплетения, имеющая репсовый рубчик благодаря утолщенному утку. Для придания жесткости эту ленту сильно аппретируют. Используют ее при обработке верхнего среза юбок;

лента тканая брючная из капроновых нитей полотняного переплетения с утолщенным бортиком; применяется она для укрепления нижних краев брюк;

эластичная лента, вырабатываемая из резиновых или полиуретановых (типа спандекса) нитей основы. Узкая эластичная лента используется как продержечная, более широкая применяется при изготовлении предметов женского туалета;

киперная лента из хлопчатобумажной пряжи саржевого переплетения или переплетения ломаная саржа; используется она для белья и других изделий.

К лентам декоративно-прикладного назначения относятся:

окантовочная тканая лента хлопчатобумажная или капроновая полотняного или саржевого переплетения, иногда с рельефным бортиком; применяется она для окантовывания швов и отделки краев предметов женского туалета;

окантовочная вязаная лента разной ширины с гладким краем, вырабатываемая переплетением цепочка с различной уточной кладкой; используется такая лента для окантовывания краев мужских и женских верхних изделий, не имеющих подкладки, а также облегченных пальто и костюмов (подборта, лацканы и др.);

лента для бретелей вискозная или капроновая разнообразных переплетений, с законченным рельефным краем; используется эта лента при изготовлении предметов женского туалета.

К лентам декоративного назначения принадлежат:

ленты ляке из капроновых нитей, с несмываемым блеском, обрабатываемые на горячих каландрах; используются они как окантовочные и отделочные;

отделочные ленты, вырабатываемые разной ширины из вискозных комплексных нитей мелкоузорчатыми и жаккардовыми переплетениями, часто с многоцветными рисунками; применяются они для украшения женской и детской одежды;

ажурные ленты из капроновых нитей в основе и хлопчатобумажных или шерстяных в утке либо из текстурированных нитей; выпускаются эти ленты с рисунками, имитирующими мережки;

эмблемы — ленты из вискозных комплексных нитей или вискозной штапельной пряжи с жаккардовыми многоцветными тематическими рисунками (якоря, звери, геометрические орнаменты, спортивная тематика и др.). Ленты разрезаются на части с одним законченным рисунком; используются они для украшения детской, молодежной и спортивной одежды.

Тесьма бывает вязаной и плетеной.

Вязаная тесьма вырабатывается различной ширины из штапельной вискозной, лавсановой пряжи и текстурированных нитей на основовязальных и уточновязальных машинах. Она может быть гладкой, плотной и ажурной, с ровным краем и фестонами. Иногда для создания рельефной фактуры используется шнур, с помощью которого образуются различные рисунки, имитирующие кружева. Гладкая тесьма применяется в качестве окантовочной, узорчатая — как отделка для женских и детских изделий.

Плетеная тесьма вырабатывается разной ширины из хлопчатобумажной пряжи, вискозных штапельных и комплексных нитей на плетельных машинах. Эти машины подразделяют на классы в зависимости от числа веретен (или нитей), участвующих в образо-

вании тесьмы. По характеру переплетения различают тесьму однопрядную, нити которой переплетаются через одну; двухпрядную, нити которой переплетаются через две, и т.д.

Окантовочная плетеная тесьма обычно бывает гладкокрашеной. Отделочная плетеная тесьма может быть гладкокрашеной и пестротканой двух, трех и более цветов. Наиболее распространена отделочная плетеная тесьма вьюнчик, представляющая собой волнообразную плетеную полоску, образующуюся при изменении натяжения нитей с разных веретен.

Шнуры бывают плетеными, вязаными и витыми.

Плетеные шнуры вырабатываются на плетельных машинах. Сердечник из нескольких толстых (обычно хлопчатобумажных) нитей оплетается более тонкими комплексными нитями (вискозными, капроновыми) или пряжей (хлопчатобумажной, штапельной вискозной).

Отделочный плетеный шнур — сутаж — образуется из двух прядей крученых хлопчатобумажных нитей, которые оплетаются комплексными вискозными нитями так, что посередине шнура, между прядями, получается углубление. Оплетка сутажа бывает одноцветной и разноцветной. Используется сутаж для отделки женских и детских платьев и детских костюмов.

Вязаные шнуры вырабатываются на специальных кругловязальных машинах (ШВМ). Они имеют разную ширину и форму. Их используют в основном как отделочные для детской одежды.

Витые шнуры получают на крутильных машинах путем скручивания нескольких прядей вискозных нитей. Иногда в отделочные шнуры включают металлизированные нити.

Кружевами называют прозрачные сетчатые узорные изделия из нитей, выполненные ручным или машинным способом.

Кружева ручной работы бывают плетеные, филейные (шитые) и вязаные. Они могут быть выполнены в форме края, прошвы, мотива, а иногда и в виде штучных изделий — воротника, вставки и т.д. Кружева используются для отделки женского и детского белья, платьев и блузок.

Край — кружевная полоска, ровная со стороны, пришиваемой к материалу, и зубчатая с противоположной стороны.

Прошва — кружевная полоска с ровными краями, вшиваемая между двумя частями изделия.

Мотив — кружевная вставка, имеющая форму квадрата, овала, круга и др.

Плетеные кружева наиболее распространены среди ручных кружев, их производство представляет собой одну из отраслей художественных промыслов, развитых в Вологодской, Рязанской и некоторых других областях, а также в районе г. Ельца. Такие кружева плетут из хлопчатобумажных или льняных суровых и отбеленных ниток. Процесс ручного плетения очень трудоемкий и кро-

потливый. На подушке цилиндрической формы закрепляют нарисованный на бумаге узор, по которому накалывают булавки. С помощью коклюшек — деревянных точеных палочек, — на один конец которых намотаны нитки, а другой служит ручкой, нитки переплетают вокруг булавок, создавая тот или иной прозрачный узор. Так получают сколочные кружева. При плетении сцепных кружев вначале с помощью коклюшек выполняют узоры, которые затем сцепляют друг с другом редкой сеткой, создаваемой крючком. Численные кружева имеют очень несложный, повторяющийся рисунок, создаваемый переплетением точно отсчитанного числа ниток.

Филейные кружева создают, вышивая иглой узоры на густой нитяной сетке.

Вязаные кружева вяжут крючками, чаще всего из ниток кроше.

Кружева машинной работы выпускают в виде края и прошвы для белья и платьев, а также в виде кружевного полотна для блузок, мужских сорочек и т. п. Они бывают плетеные, вязаные и вышитые.

Плетеные (басонные) кружева — тяжелые, массивные, с четко очерченным рельефным рисунком, создаваемым толстыми узорными (обводными) нитями. Они образуются переплетением двух систем нитей (основных и узорных) на плетельных жаккардовых машинах из хлопчатобумажных, вискозных и текстурированных нитей. Вырабатываются также толстые плетеные кружева, напоминающие кружева ручного вязания.

Вязаные кружева вырабатываются на основовязальных многогребеночных кружевных машинах. В отличие от плетеных кружев эти кружева тонкие: по грунту из квадратных или шестигранных ячеек (тюлю) проходит неплотный узор. Рисунки бывают геометрические или с растительным орнаментом, иногда довольно сложные, жаккардовые. Тонкие узкие кружева называются валансьен, тонкие, но более широкие — малин.

Вышитые кружева вырабатываются на вышивальных автоматах, где на гладком тюле или вязаном полотне (тонком хлопчатобумажном или капроновом) образуется рисунок. Рисунки могут быть очень разнообразными, выполняются они вискозными или хлопчатобумажными нитками. Вышивка осуществляется по всему полотну, которое затем разрезается на специальных машинах на полоски нужной ширины. Используются вышитые кружева для отделки трикотажного белья.

Гипюр (воздушная вышивка) получают, вышивая хлопчатобумажной пряжей по хлопчатобумажной ткани, пропитанной солями алюминия, которую после термообработки и механических воздействий удаляют. Для выработки гипюра используют вышивальные автоматы. Гипюр — кружево тяжелое, массивное, применяется для отделки блузок и платьев.

9.2. Фурнитура

Фурнитура — вспомогательные изделия, необходимые в швейном производстве. Фурнитура служит для застегивания швейных изделий, прикрепления, упрочнения деталей этих изделий, а также для удобства эксплуатации одежды. К фурнитуре швейного производства относятся: пуговицы, застежки-молнии, кнопки, крючки, петли, пряжки и т. п.

Пуговицы служат для застегивания изделий с помощью петель или для украшения изделия. Различают пуговицы следующих типов: по материалам — пластмассовые, металлические, керамические, комбинированные; по элементам крепления — с отверстиями, с ушком; по способу изготовления — литые, прессованные, механически обработанные, штампованные, сборные; по отделке — без защитно-декоративного покрытия, с защитно-декоративным покрытием, тисненые фольгой.

Для изготовления пластмассовых пуговиц используют различные полимерные материалы: аминопласты, фенопласты, полиэтилен, полиамиды, полистирол, полипропилен, полиэфиры и др. Пластмассовые пуговицы по назначению подразделяют на следующие виды: для женской одежды, мужской одежды, детской одежды, сорочек, белья, прочих швейных изделий. По конструкции пуговицы бывают: с двумя, с четырьмя отверстиями, с ушком, с полупотайным ушком. В зависимости от способа отделки различают пуговицы рядовые (пуговицы разных моделей без рисунка и отделки) и отделочные (пуговицы с металлическим покрытием, с инкрустацией, с рисунком, с перламутровым эффектом и т. п.).

Промышленностью выпускаются пуговицы различных размеров (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Размеры пуговиц, мм

Максимальный размер (диаметр) пуговицы	Диаметр отверстия	Расстояние между центрами отверстий	Высота ушка
7	1,6	2,5	3,5
9—12	1,8	3	3,5
13—17	1,8	3,5	3,5
18—22	2	4	4
23—30	2,5	4,5	4,5
Более 30	2,5	5	5

Толщина пуговиц определяется их назначением, но не должна быть менее 1,6 мм.

Пальтовыми принято считать пуговицы, размер (диаметр) которых 26 мм и более. Пиджачные пуговицы (для мужских пиджаков, курток, женских жакетов и т. п.) выпускаются размером 20—25 мм, платьевые (для женского и детского платья) — 7 мм и более, брючные — 14—17 мм, бельевые (для мужского, женского, детского и постельного белья) — 10—19 мм.

Пальтовые и пиджачные пуговицы для мужской одежды характеризуются простотой формы и отделки. Они обычно круглые, плоские, с небольшим углублением или выпуклостью на лицевой стороне.

Пуговицы для женской одежды (пальтовые, жакетные и платьевые) выпускаются разнообразной формы и отделки: плоские (круглые, овальные, трех- и четырехугольные, с различной отделкой лицевой стороны — гладкой, выпуклой или с рельефным рисунком), шарообразные, цилиндрические и др.

Если для мужской одежды пуговицы подбирают главным образом в цвет основной ткани изделия и они служат, как правило, для застегивания, то в женской одежде, особенно в платьях и блузках, пуговицы выполняют функции не только застежки, но и отделки. Для женской одежды пуговицы подбирают по цвету, размеру и форме в зависимости от модели изделия.

Пуговицы металлические брючные изготовляются двух размеров (диаметров) — 14 и 16,5 мм, толщиной соответственно 3,5 и 4 мм, с четырьмя отверстиями. Штампуют их из стальной низкоуглеродистой ленты холодного проката толщиной 0,2—0,25 мм.

Выпускаются пуговицы из дерева (самшита, березы, клена). Путем механической обработки вытачивают пуговицы различных размеров и моделей. Они могут быть натурального цвета и крашеными. Используются такие пуговицы в основном для верхней одежды.

Перламутровые пуговицы изготовляются из раковин морских и пресноводных моллюсков механическим способом (высекание кружочков, сверление отверстий, шлифование). Для улучшения внешнего вида перламутровые пуговицы после механической обработки отбеливают — обрабатывают кипящим слабым раствором соляной кислоты. Такие пуговицы отличаются специфическим переливающимся блеском. Выпускаются они с двумя или четырьмя отверстиями (глазками) диаметром 10—20 мм.

Пуговицы из перламутра характеризуются устойчивостью к воздействию воды, высоких температур, растворов кислот и щелочей. Они предназначаются в основном для белья, а также для женских, детских платьев, летних костюмов и пальто.

Стеклянные пуговицы выпускаются диаметром 8—10 мм и более, с отверстиями или ушком. Для декоративной отделки стеклянных пуговиц применяют силикатные краски, препараты золо-

та, серебра и других металлов, методы декалькомании, травления, полирования.

Качество пуговиц устанавливается по результатам внешнего осмотра, а также на основании показателей их основных свойств. При внешнем осмотре пуговиц определяют правильность их формы, размеров, рисунка на лицевой стороне. Пуговицы должны быть без царапин, трещин, пятен, не иметь острых краев и заусенцев. Это особенно относится к глазкам, так как нитки стежков, удерживающих пуговицу, могут быстро перерезаться об острые края.

Пластмассовые пуговицы должны выдерживать определенную статическую нагрузку: не менее 3 даН — пуговицы размером до 12 мм и не менее 5 даН — пуговицы размером более 12 мм. При испытании на прочность пуговица должна находиться на двух горизонтальных опорах, раздвинутых на расстояние $^2/_3$ диаметра пуговицы. Пуговицы из металла, аминопласта, полиамидной смолы, фенопласта, полиэфирной смолы, пропилена должны подвергаться испытанию на химическую устойчивость. Испытание состоит в следующем: в нагретый до температуры 60 °С перхлорэтилен опускают пуговицы, нашитые на ткань, и выдерживают в течение 15 мин; затем пуговицы высушивают. Цикл испытания повторяют 5 раз.

Пуговицы из полиамидной и полиэфирной смолы, сополимеров стирола, мелалита, пропилена испытывают на термостойкость. Для этого нашитые на ткань пуговицы подвергают кипячению в 2%-ном мыльно-содовом растворе в течение 20 мин, затем их высушивают. Цикл повторяют 10 раз.

Устойчивость окраски пуговиц проверяют путем пятикратной протирки пуговицы белой хлопчатобумажной тканью, смоченной горячей водой (температура 80 °С).

Пуговицы с металлическим гальваническим покрытием испытывают методом термошока: сначала изделие с пуговицами помещают в горячую воду (температура 70—75 °С) на 15 мин, а затем сразу в воду температурой 10—12 °С. Цикл повторяют 4 раза. После такой обработки на пуговицах не должно быть трещин, вздутий, отслаиваний.

Металлические брючные пуговицы проверяют на коррозийную устойчивость. Испытания проводят в эксикаторе при относительной влажности среды 96 % и температуре 18—25 °С. Пуговицы помещают на фарфоровую решетку эксикатора и выдерживают в течение 24 ч над водой.

Застежка-молния состоит из двух лент со звеньями, соединяемыми при движении замка. Застежка-молния металлическая бывает четырех видов: А — с одним замком и неразъемным ограничителем; Б — с двумя замками; В — с одним замком и с разъемным ограничителем; Г — с двумя замками, разъемная.

Таблица 9.2

Показатели механических свойств застежек-молний

Тип	Ширина замкнутых звеньев, мм	Усилие разрыва замкнутых звеньев, даН/см	Усилие разрушения замка, даН	Усилие фиксации замка, даН	Усилие продвижения замка, даН, не более
00	3,2	5	6	3	0,4
0	4,2; 4,7 (4,0)	5,5 (7,8)	7 (5,8)	3 (4,9)	0,5 (0,39)
10	6; 6,3 (6,5)	10(14,7)	15(11,7)	7 (7,8)	0,8 (0,49)
10с	6; (6,5)	15(19,6)	15(22,5)	7(11,7)	0,6 (0,49)
12	6,8; 6,9	13	18	7	1,3
15	7	18	15	8	0,8
18	7,6; 7,8	18	25	—	1
20	8 (8,4)	18 (19,6)	25 (19,6)	9 (9,8)	1 (0,98)

Примечание. В скобках приведены данные для пластмассовых застежек-молний.

Для швейных изделий применяют застежки-молнии металлические и пластмассовые нескольких типов. Показатели их основных механических свойств представлены в табл. 9.2.

Длина застежки-молнии может быть 70—1800 мм. Звенья застежки-молнии могут быть изготовлены из стали, латуни или пластмассы. Другие детали застежки — ограничитель верхний, ограничитель нижний, корпус нижнего ограничителя — могут быть получены из тех же материалов, а также из полиэтилена низкого давления, фенопластов, полиамидной смолы и полистирола.

Застежки-молнии должны выдерживать без уменьшения прочностных показателей не менее 500 (700 — для застежки типа 10с) циклов двойных ходов (30 ходов в минуту). Термостойкость застежек-молний, кроме застежки-молнии для брюк, проверяют следующим образом: помещают на 2 ч в сушильный шкаф при температуре 70 °С (тип 0) или 100 °С (типы 10 и 20). Термостойкость застежки-молнии для брюк определяют при температуре 150 °С, помещая ее в сушильный шкаф на 3 с. После 1 ч отдыха застежки-молнии должны сохранять работоспособность. Для определения химической стойкости застежки-молнии ее погружают в сосуд с перхлорэтиленом на 30 мин. После испытания усилие передвижения замка может уменьшаться или увеличиваться не более чем на 20 %. При этом цвет застежки меняться не должен.

В зависимости от ширины замыкаемых звеньев для верхней одежды различают застежки-молнии: мелкие — 3—5 мм, среднего размера — 5—7 мм и крупные — 7—9 мм.

Кнопка — застежка пружинного действия. По конструкции различают кнопки с кольцевой пружиной, с омегообразной пружиной, с пружинной втулкой; по материалам — стальные, латунные, комбинированные; по видам покрытия — с никелевым, с окисным, с латунным, с лакокрасочным.

Основные типы кнопок, используемых в швейном производстве, и усилия, прикладываемые при их открывании, приведены ниже:

Типы кнопок	*Усилие открывания, Н*
КШ-1, КШ-2	2—5
КШ-3, КШ-4	5—12
КШ-5, КШ-6, КШ-7, КШ-8	8—20

Кнопки изготовляют определенных размеров, мм: КШ-2 диаметром 6,5 и высотой 3; КШ-3 — 7,5 и 3; КШ-4 — 9 и 3,5; КШ-5 — 11 и 4,5; КШ-7 — 16 и 3 или 16 и 5,2; КШ-8 — 18 и 5,5.

По виду материала различают *крючки* и *петли* из стальной ленты, из стальной или латунной проволоки (табл. 9.3). По виду покрытия крючки и петли подразделяют на никелированные, окрашенные и окрашенные по предварительно фосфатированной поверхности. Крючки бывают с фиксатором и без фиксатора (рис. 9.1).

Качество крючков и петель устанавливают их внешним осмотром, а также на основании результатов испытаний (по показателям механических свойств и коррозийной устойчивости).

Таблица 9.3

Характеристика крючков и петель для одежды

Тип	Обозначение типа	Назначение	Длина крючка, мм	Длина петли, мм	Нагрузка, даН, не менее
Из проволоки	02	Верхняя одежда	24	22	15
	03		20	18	15
	05		16	14	7,5
	06		11	10	5
	07		9	8	5
	06ф		10,5	11	6
	07ф		9	8	2
	08ф		6,2	5,2	2
Из ленты	11	Брюки	20	—	21
	12		20,5	—	21
	13		26,3	—	21

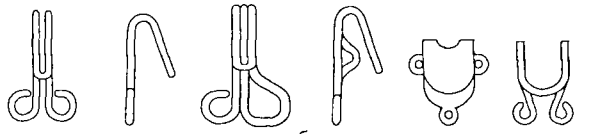


Рис. 9.1. Крючки для одежды:
а — платьевые; *б* — платьевые с фиксатором; *в* — брючные

Крючки и петли должны быть правильной формы, ровными, гладкими, без следов коррозии. Лакировка должна быть ровной, без пузырей и наплывов. Крючок должен легко входить в петлю. Ушки не должны иметь заусенцев и острых краев.

Испытание крючков и петель на коррозийную устойчивость проводят в эксикаторе, где влажность среды 96 %, а температура 18—25 °С. После пребывания в течение 24 ч в эксикаторе на лакированных, никелированных, посеребренных изделиях не должно быть следов коррозии.

Механические свойства крючков и петель проверяют следующим образом. Крючок и петлю в застегнутом положении одной парой ушек надевают на жестко закрепленные стальные шпильки, диаметр которых соответствует диаметру ушек. К другой паре ушек подвешивают груз массой 0,5 кг, который постепенно увеличивают, тем самым доводя нагрузку до предельной. После снятия нагрузки крючок и петля не должны иметь остаточной деформации.

Пряжки, *рамки*, *кольца* изготовляют из стальной проволоки, ленты или стальных и латунных листов. Они могут быть сварными или несварными (рис. 9.2 и 9.3). Пряжки в зависимости от формы и размеров должны выдерживать нагрузку в пределах 100—250 даН, рамки — 40—250 даН и кольца — 15—200 даН.

Текстильная застежка представляет собой разъемное соединение, состоящее из двух лент. Лицевая сторона одной (петельной) ленты имеет замкнутые петли, образованные из специальных мо-

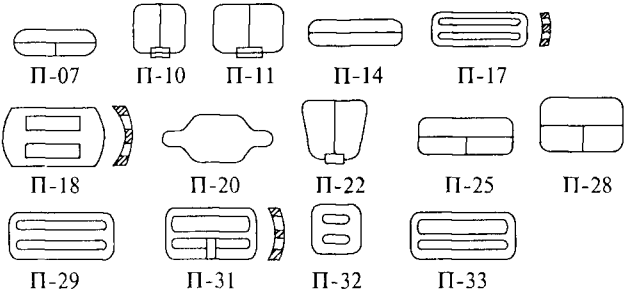


Рис. 9.2. Формы пряжек для одежды

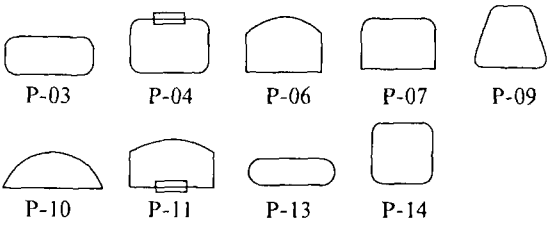


Рис. 9.3. Формы рамок для одежды

нонитей. На лицевой стороне другой (крючковой) ленты расположены петли, имеющие боковой разрез, в результате чего из этих петель образуются крючки. При соединении петельной и крючковой лент замкнутые петли входят в боковые разрезы петель крючковой ленты и прочно соединяются с крючками этих петель.

Качество текстильной застежки оценивается показателями прочности сцепления, линейной плотности, устойчивости к многократному разъему, срока службы, устойчивости к изменению температуры и влажности, жесткости при изгибе. Прочность сцепления застежки принято характеризовать напряжением при отрыве, усилием при сдвиге по длине и ширине, удельной нагрузкой при расслаивании.

Текстильные застежки должны иметь напряжение при отрыве 0,02—0,01 МПа, нагрузку при расслаивании 0,2—0,05 даН/см, напряжение при сдвиге 0,03—0,06 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алыменкова Н.Д. Ассортимент плательных материалов. — М.: МГУДТ, 2000. — 48 с.

Алыменкова Н.Д. Ассортимент костюмных тканей. — М.: МГУДТ, 2000. — 26 с.

Браславский В.А. Капиллярные процессы в текстильных материалах. — М.: Легпромбытиздат, 1987. — 112 с.

Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению швейного производства. — М.: Академия, 2003. — 416 с.

Бузов Б.А., Никитин А.В. Исследование материалов для одежды в условиях пониженных температур (Методы и средства). — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 224 с.

Бузов Б.А., Михайленко Т.Ю., Соколов Н.В. Влияние состава и структуры материала на прочность клеевых соединений // Швейная промышленность. — 1997. — № 5. — С. 37—40.

Ганцов Ш., Беседин А.Н. Товароведение пушно-меховых товаров. — М.: Экономика, 1997. — 156 с.

Исследование кинетики изнашивания хлопчатобумажных простыней в условиях опытной эксплуатации / И.С.Галык, Б.Д.Семак и др. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. — 1989. — № 5. — С. 40—44; 1990. — № 1. — С. 17—21.

Кириллов Е.А. Цветоведение. — М.: Легпромбытиздат, 1987. — 128 с.

Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа. — М.: Легкая индустрия, 1973. — 240 с.

Кокеткин П.П. Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий. — М.: Легпромбытиздат, 1983. — 200 с.

Корицкий К.И. Технико-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов. — М.: Легпромбытиздат, 1983. — 220 с.

Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 640 с.

Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 496 с.

Кузьмичев В.Е. Прогнозирование прочности клеевых соединений деталей швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996. — № 3. — С. 68—74; № 4. — С. 70—74.

Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 350 с.

Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. — М.: Легпромбытиздат, 1992. — 272 с.

Марголин И. С. Износостойкость тканей из шерсти и химических волокон. — М.: Легкая индустрия, 1967. — 213 с.

Никитин М. Н. Теория ткацких переплетений на математической основе. — М.: Легкая индустрия, 1964. — 456 с.

Перепелкин К. Е. Структура и свойства текстильных волокон. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 208 с.

Садыкова Ф. Х., Садыкова Д. М., Кудряшова Н. И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 288 с.

Симоненко Д. Ф. Лабораторная оценка носкости материалов для одежды. — М.: Легкая индустрия, 1978. — 112 с.

Соловьев А. Н., Кирюхин С. М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 215 с.

Склянников В. П. Потребительские свойства текстильных товаров. — М.: Экономика, 1982. — 120 с.

Склянников В.П., Афанасьева Р. Ф., Машкова Е. Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 144 с.

Смирнов Л. С., Масляников Ю. И., Яворский В. Ю. Технология тканевязаных материалов. — Киев, 1981. — 120 с.

Торкунова З. А. Испытание трикотажа. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 200 с.

Физико-химические и комбинированные способы производства нетканых материалов) / Е. Н. Бершев, В. М. Горчакова, В. В. Курицина, С. А. Овчинникова. — М.: Легпромбытиздат, 1993. — 352 с.

Филатов В. Н. Ассортимент и технология производства текстильно-галантерейных изделий. — М.: Легпромбытиздат, 1986. — 160 с.

Химия и технология кожи и меха / Под ред. И. П. Страхова. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 496 с.

Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи / Под ред. Г. П. Андриановой. — М.: Легпромбытиздат, 1990. — Т. I. — 304 с.

Церевитинов Б. Ф. Пушно-меховые и овчинно-шубные товары. — В кн.: Кожевенно-обувные, пушно-меховые и овчинно-шубные товары / Под ред. проф. Н. А. Архангельского. — М.: Государственное издательство торговой литературы, 1962. — 536 с.

Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества / Под. ред. К. Г. Гущиной. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 312 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие (*Б. А. Бузов*) 3
Введение (*Б. А. Бузов*) 6
Глава 1. Общие сведения о строении и получении текстильных материалов 9
1.1. Строение и свойства текстильных волокон и нитей (*Н. Д. Алыменкова*) 9
1.1.1. Классификация текстильных волокон и нитей. Основные характеристики их свойств 9
1.1.2. Строение и свойства натуральных волокон 19
1.1.3. Получение, строение и свойства химических волокон и нитей 33
1.2. Строение текстильных материалов (*Н. Д. Алыменкова*) 50
1.2.1. Виды нитей и их структура 50
1.2.2. Ткани 67
1.2.3. Трикотажные полотна 87
1.2.4. Вязанотканые полотна 101
1.2.5. Нетканые полотна 103
1.3. Отделка текстильных материалов (*Б. А. Бузов*) 115
1.3.1. Подготовка материалов к крашению и печатанию 115
1.3.2. Крашение 119
1.3.3. Печатание текстильных материалов 120
1.3.4. Заключительная отделка 122
Глава 2. Свойства текстильных материалов 128
2.1. Геометрические свойства, линейная и поверхностная плотности материалов (*Б. А. Бузов*) 128
2.1.1. Толщина 128
2.1.2. Ширина 131
2.1.3. Длина 134
2.1.4. Линейная и поверхностная плотности 135
2.2. Механические свойства текстильных материалов (*Б. А. Бузов*) 138
2.2.1. Растяжение 139
2.2.2. Изгиб 194
2.2.3. Тангенциальное сопротивление (трение) 211
2.3. Физические свойства текстильных материалов (*Н. Д. Алыменкова*) 219
2.3.1. Поглощение 220
2.3.2. Проницаемость 232
2.3.3. Теплофизические свойства (*Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова*) 244

2.3.4. Оптические свойства ... 258
2.3.5. Электризуемость ... 269
2.4. Изменение линейных размеров материалов (усадка) (*Н.Д. Алыменкова*) ... 274
2.4.1. Механизм изменения размеров материалов ... 275
2.4.2. Усадка тканей ... 277
2.4.3. Усадка и притяжка трикотажа ... 279
2.4.4. Усадка нетканых полотен ... 280
2.4.5. Методы определения изменения линейных размеров ... 281
2.4.6. Нормирование изменения линейных размеров ... 282
2.5. Износостойкость текстильных материалов (*Н.Д. Алыменкова*) ... 283
2.5.1. Факторы и критерии износа ... 283
2.5.2. Механические факторы износа ... 285
2.5.3. Физико-химические факторы износа ... 298
2.5.4. Биологические факторы износа ... 299
2.5.5. Комплексный износ текстильных материалов ... 301

Глава 3. Основные виды текстильных материалов (*Б.А. Бузов*) ... 307
3.1. Основные виды тканей ... 312
3.1.1. Хлопчатобумажные ткани ... 312
3.1.2. Льняные ткани ... 319
3.1.3. Шерстяные ткани ... 321
3.1.4. Шелковые ткани ... 327
3.2. Основные виды трикотажных полотен ... 332
3.2.1. Бельевые полотна ... 333
3.2.2. Полотна для верхних изделий ... 334
3.3. Основные виды нетканых полотен ... 335

Глава 4. Оценка качества текстильных материалов (*Б.А. Бузов*) ... 338
4.1. Сортность тканей ... 338
4.1.1. Оценка тканей по показателям физико-механических свойств ... 339
4.1.2. Оценка тканей по порокам внешнего вида ... 340
4.1.3. Оценка тканей по устойчивости окраски ... 346
4.1.4. Приемка и разбраковка тканей на швейных предприятиях ... 347
4.1.5 Примерные задачи по определению сорта ткани ... 349
4.2. Сортность трикотажных полотен ... 351
4.3. Сортность нетканых полотен ... 354

Глава 5. Натуральный и искусственный мех (*Б.А. Бузов*) ... 355
5.1. Натуральный мех ... 355
5.1.1. Строение пушно-меховой шкуры ... 356
5.1.2. Изменчивость пушно-меховой шкуры ... 358
5.1.3. Основы технологии пушно-меховых полуфабрикатов ... 361
5.1.4. Свойства пушно-меховых полуфабрикатов ... 364
5.1.5. Сортировка пушно-меховых полуфабрикатов ... 370
5.1.6. Основные виды пушно-меховых полуфабрикатов ... 372
5.2. Искусственный мех ... 379

Глава 6. Скрепляющие материалы (*Б. А. Бузов*) 384
6.1. Швейные нитки 384
6.1.1. Одежные швейные нитки 384
6.1.2. Технологические и эксплуатационные требования к швейным ниткам и их основные свойства 392
6.2. Клеевые прокладочные материалы 395
6.2.1. Теории склеивания материалов 396
6.2.2. Клеи и клеевые прокладочные материалы, применяемые в швейном производстве 398

Глава 7. Утепляющие, прокладочные и подкладочные материалы (*Б. А. Бузов*) 407
7.1. Утепляющие материалы 407
7.1.1. Вата 408
7.1.2. Ватины 409
7.1.3. Клееные объемные полотна 410
7.1.4. Поролон 411
7.1.5. Оценка качества утепляющих материалов 411
7.2. Прокладочные материалы 414
7.3. Подкладочные материалы 416

Глава 8. Натуральная и искусственная кожа и пленочные материалы (*Б. А. Бузов*) 418
8.1. Натуральная кожа 418
8.2. Искусственная кожа 422
8.3. Пленочные материалы 426

Глава 9. Отделочные материалы и фурнитура (*Б. А. Бузов*) 428
9.1. Отделочные материалы 428
9.2. Фурнитура 432

Список литературы 439

Учебное издание

Бузов Борис Александрович
Алыменкова Надежда Дмитриевна

Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство)

Учебник

Редактор *Н. В. Павлова*
Технический редактор *О. С. Александрова*
Компьютерная верстка: *Н. Н. Лопашова*
Корректоры *Н. С. Потемкина*, *Л. А. Котова*

Диапозитивы предоставлены издательством.

Изд. № А-766-I. Подписано в печать 29.12.2003. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 28,0.
Тираж 7000 экз. Заказ № 12745.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.003903.06.03 от 05.06.2003.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс: (095)330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ACADEMIA

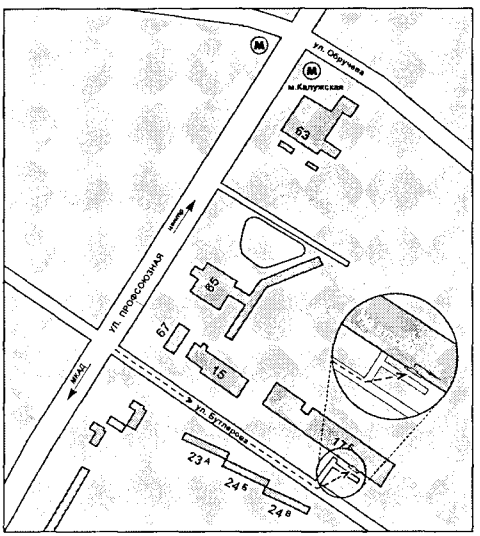
Книги Издательского центра «АКАДЕМИЯ» можно приобрести

Розничная торговля:

- Книжный клуб «Олимпийский» (Олимпийский пр-т, 16, 5 этаж, место 20; 3 этаж, место 166)
- Книжная ярмарка на Тульской (Варшавское шоссе, 9, магазин-склад «Марко»)
- Дом педагогической книги (ул. Б. Дмитровка, 7/5)
- Торговый дом «Библио-Глобус» (ул. Мясницкая, 6)
- Дом технической книги (Ленинский пр-т, 40)
- Дом медицинской книги (Комсомольский пр-т, 25)

Оптовая торговля:

- Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, 2-й этаж, к. 223
  (здание ГУП «Книгаэкспорт»).
  Тел./факс: (095) 334-7873, 330-1092, 334-8337.
  E-mail: academia@rol.ru



- Москва, ул. 2-я Фрезерная, 14, 4 этаж, к. 403
  (здание ОАО «Центркнига»).
  Тел./факс: (095) 234-0855, 273-1608.
  E-mail: academph@online.ru

Издательство имеет возможность отправлять заказанную литературу железнодорожными контейнерами, почтово-багажными вагонами и почтовыми отправлениями.