

Доц. инж. СТОЯН МИНКОВ КОЛЕВ

# ТЕКСТИЛНО МАТЕРИАЛО- ЗНАНИЕ

СОФИЯ — 1975  
ДЪРЖАВНО ИЗДАТЕЛСТВО „ТЕХНИКА“

В учебника са дадени сведения за класификацията на текстилните материали — влакна, нишки, обикновени и обемни прежди, корд, платове, трикотажни платна, нетъкани материали, както и някои от основните принципи на текстилното производство.

Разгледани са въпросите, свързани със строежа и свойствата на текстилните влакна и изделията от тях, както и съвременните физични и физико-механични методи за тяхното комплексно изследване.

Учебникът по текстилното материалознание е предназначен за студентите от специалността „Технология на химичните влакна и текстилно облагородяване“ при Висшия химико-технологически институт — София.

Текстилните материали имат изключително значение за народното стопанство. Те се използват както в бита — за бельо, горни дрехи, чорапи, различни видове конци, декоративни и амбалажни тъкани, галантерийни, постелни и други изделия, така и в промишлеността — за изработване на корд, предназначен за автомобилни и самолетни гуми, на транспортни ремъци, риболовни мрежи, кечета, филтри, санитарни артикули, изолационни плоскости и многобройни други изделия със специално предназначение.

Векове наред човечеството е преработвало и използвало за всекидневните си нужди текстилни влакна от растителен и животински произход.

Едва след 1900 г. в резултат на всеобщия технически прогрес и особено на постиженията на химията били открити възможности за получаване на предилни влакна и коприни, като се използвали различни оригинални химични и физични процеси.

Непрекъснатото нарастване на производството на текстилни материали се е постигало чрез използване на съвършено нова техника, реконструкция на съществуващите машини, механизиране и пълно автоматизиране на основните и спомагателните процеси. Най-големи са темповете на нарастване на производството на химични влакна и коприни. Текстилните изделия от тях са сравнително евтини и с добри физико-механични и други свойства. По-голяма част от химичните влакна се получават от достъпни суровини, с не много сложно съоръжаване и малко труд.

Производственият процес е непрекъснат и не се влияе от годишните времена и капризите на природата.

Световното производство на текстилни влакна расте по-бързо от прираста на населението.

През 1965 г. са били произведени в млн. t, както следва: омаганен памук 11,5; прана овча вълна 1,47; лен 0,63; коноп 1,27; юта и други видове ликови влакна 3,20; копринени пашкули 0,04; химични и изкуствени шапелни влакна, коприни и корд около 5,5.

Освен количеството особено важно е качеството на текстилните суровини и изделията от тях.

Бъдещите инженер-химици трябва да знаят произхода, получаването и свойствата на влакната и нишките, начините за преработването им в основните видове текстилни изделия, техните физико-химични, механични и други свойства и методите за изследването и окачествяването им.

Настоящият учебник е предназначен за студенти от специалността „Технология на химичните влакна и текстилното облагородяване“ при Висшия химико-технологически институт — София.

## ГЛАВА ПЪРВА

## ТЕКСТИЛНИ МАТЕРИАЛИ. КЛАСИФИКАЦИЯ

Обикновено сходните явления, процеси, вещества или суровини, които се изучават в различните клонове на науката и практиката, се подреждат по някакви сходни основни признаци. По тези съображения се класифицират и текстилните материали. Показателите, по които се групират, са: произход, строеж, начин на получаване, преработване и химичен състав (фиг. 1).

Съгласно тази класификация текстилните материали биват природни и химични.

*Природни влакна* са тези, за които човек полага грижи при тяхното отглеждане или ги получава наготово от природата. Те се състоят от хетероверижни природни високомолекулни съединения.

От своя страна природните влакна се делят на следните групи:

**Семенини влакна.** Това са влакна, които покриват плода на растението. Техен главен и най-важен представител е памукът.

**Ликови влакна.** Те се получават от стъблата на някои особени растителни видове. Към тях се отнасят: лен, коноп, рами, кенаф, кендир и други с по-второстепенно промишлено значение влакна.

**Листови влакна.** Те се измъкват от листата на някои растения. Към тях се отнасят манилският коноп, сизалът, новозеландският лен и др.

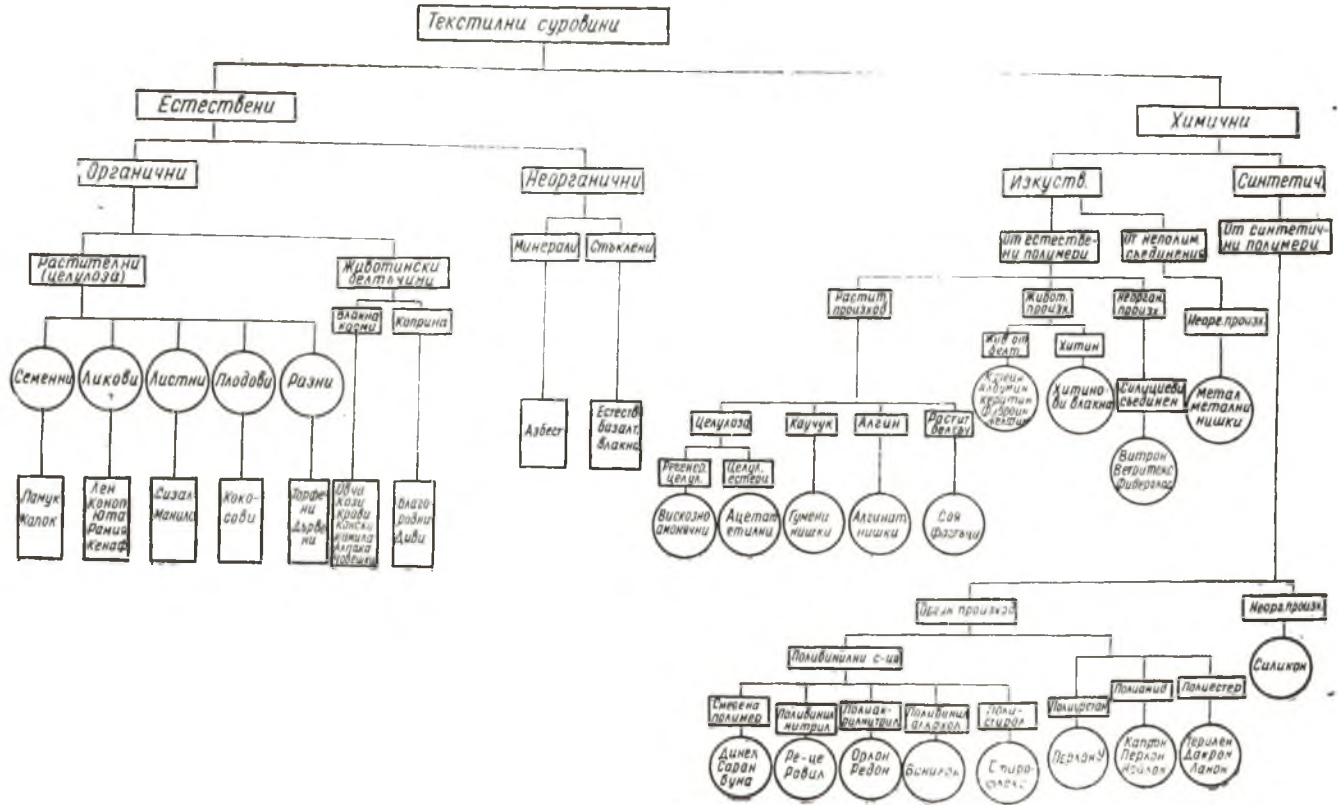
**Плодови влакна.** Те се добиват главно от плодовете на кокосовата палма, които обвиват черупката на ореха.

*Влакна от животински произход.* Те обвиват тялото на различни животни — овци, кози, ламы, камили, зайци, северни елени и др., и са изградени от кератин и неговите модификации. В тази група спадат и нишките, получени при отглеждането на черничевата и дъбовата копринена буба (туса). Те се състоят от фиброин и серицин.

*Неорганични влакна.* Към тях се отнасят минералните влакна и главно азбестът, който се получава при влакнестото разпадане на минералите серпентин и амфибол. Състоят се главно от магнезиев силикат ( $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Към групата на неорганичните влакна спадат също стъклените и шлаковите влакна, получавани от силицевите съединения, както и

# Класификация на текстилните влакна



Фиг. 1. Примерна класификация на текстилните влакна и нишки

металните влакна (стоманени, медни, алуминиеви, платинени, златни, сребърни и др.).

*Белтъчни влакна.* Те се получават от животински белтъчини — млечен казеин, и от растителни белтъчини — соеви, фъстъчени и др.

*Химични влакна.* Към групата на химичните влакна се отнасят тези, които се получават при промишлени условия от хетероверижни природни високомолекулни съединения, от хетероверижни или карбоверижни синтетични високомолекулни съединения и от природни неорганични съединения.

Те се разделят на два вида:

а) влакна, които се получават от висши въглеводороди; към тях спадат влакната, получени от хидратцелулоза — вискозни, медноамонячни, фортизан;

б) влакна, които се получават от естери на целулозата и оцетната киселина — ацетатни, триацетатни, арнел (САЩ), курелет (Англия) и др.

За нашата текстилна промишленост важно значение имат природните влакна — памук, лен, коноп и коприна. Непрекъснато нараства използването на изкуствените влакна — вискозни и ацетатни, и на синтетичните полимери — видлон, ямболен и булана.

## РАСТИТЕЛНИ ВЛАКНА

### Произход и строеж

Главна съставна част на всички растителни влакна (памук, лен, коноп, юта, рамия, сизал и др.) и на изкуствените влакна, получавани от растителни суровини, е целулозата. Тя представлява въглехидрат от групата на незахароподобните полизахариди. Опитите за получаване на целулоза в лабораторни условия досега са безуспешни.

Независимо от общия им произход растителните влакна имат различен химичен състав, а именно:

	Памук	Лен
Целулоза	96%	80%
Нискомолекулни съединения	1,5%	8,5%
Лигнин	0%	5,2%
Мазнини и восъци	1%	2,7%
Азот, белтъчини и соли	0,5%	3,2%

Гореизброените вещества обикновено се намират между големите макромолекулни образувания, а също и като тънки слоеве по стените на влакната.

При обработване на целулозата във вид на прежда или плат в опънато състояние с 18—25% на NaOH при 30—35°C се подобряват много нейни свойства — увеличават се здравината (с 15—20%), блясъкът, афинитетът към багрилата и др. Това обработване на целулозата с NaOH се нарича мерсеризация и се използва в практиката за облагородяване на целулозните текстилни изделия. Измененията на физико-механичните свойства на целулозата се обясняват с набъбването на влакната под действие на натриевата основа. Това набъбване довежда до намаляване на силите на междумолекулното взаимодействие в целулозата, поради което ориентацията на структурните елементи във влакната се улеснява и увеличава. След обилно изпиране с вода и силно изцеждане на мерсеризирани целулозни прежди и платове междумолекулните взаимодействия във влакната се усилват, което довежда до значително увеличаване на здравината на влакната, респ. на готовото текстилно изделие.

Вследствие на набъбването каналът на влакната се изпълва с целулоза, извивките изчезват, сечението се увеличава с около 15%, като става почти кръгло, дължината нараства с 1—2%. Всяко влакно може да се наподобява на малко огледало, отразяващо падналата светлина. Това създава илюзия, че блясъкът на мерсеризирания памук или вискозните влакна е рязко увеличен.

Сложните фотохимични процеси, които настъпват в целулозата под действието на светлината, активизират окислителните процеси, което води до влошаване на физико-механичните свойства (здравина, удължение, многократно огъване, абсорбционни свойства). Увеличава се твърдостта на влакната. Те стават крехки и чупливи. При температури до 115—120°C комплексните характеристики на целулозата не се променят съществено. С увеличаването на температурата до 150—160°C целулозата се разпада и започва овъгляването.

## Памучни влакна

В текстилното материалознание под памук се разбират две неща — памучно растение и памучни влакна. От дългогодишните му кръстосвания и специални агротехнически мероприятия памукът дава разнообразни видове и качества памучни влакна.

След многобройни подбори е създадено тревисто памучно растение, което се отглежда по целия свят и дава годишно 11,5 млрд. кг памучни влакна. Това количество представлява около 60% от всички видове текстилни влакна, добити от човечеството в наши дни.

*Кратка история на памука.* Предполага се, че възрастта на памука е много по-стара от намерените документи, в които се споменава за пръв път за него.

Старите народи са ценели високо преработването на влакната в прежда и платове. Те са се смятали за изкуство.

Памукът като предилен материал е бил известен на индийските народи — Средна Азия и Китай, преди около 5000 години, на египтяните — преди 2 400 години.

През 63 г. пр. н. е. римлянинът Плини Млади е направил правилно и пълно ботаническо описание на памука и памучните влакна, като ги е нарекъл „*Gossypium*“, което име е запазено и досега.

При откриване на Америка испанските мореплаватели видели, че индийското население знаело преди тях да изработва прежди от памучните влакна и да тъче платове.

### Видове памуци

От 40-те вида памуци голямо значение за селското стопанство и промишлеността имат само няколко от тях. Под различни наименования те се отглеждат във всички световни памукопроизводителни райони.

*Средновлакнест памук* (*Gossypium hirsutum*). Растението достига височина до 2 метра. За негова родина се смятат мексиканските Анди. В СССР, Америка, Индия и др. този вид памук заема най-големи площи и дава основните количества памучни влакна (фиг. 2).



Фиг. 2. Памучен храст, надлъжен изглед и напречно сечение на памучни влакна

Влакната са с дължина от 24 до 35 mm, дебелина от 1,7 до 2,2 *dtex* и специфична здравина над 25,0 *cN/tex*. Тези показатели зависят главно от климатичните условия и от начина на отглеждане. Продължителността на вегетационния период е от 140 до 150 d. Масата на плодната кутийка е от 3 до 10 g.

**Дълговлакнест памук** (*Gossypium barbadense*). За негова родина се смята Перу и Боливия. От този вид памук се получават най-дългите, тънки, нежни и здрави влакна. Те имат дължина от 34 до 51—60 mm, дебелина от 1.0—1,3 до 1,7 dtex и специфична здравина от 30 до 35 cN/tex.



Фиг. 3. Надлъжен изглед и напречно сечение на средновлакнест памук

Масата на плодната кутийка е сравнително малка — 2—3 g. Нормално здравите влакна имат кремав оттенък, копринена лъскавина и опип. В търговията и производството се наричат памуци мако.

През 1819—1820 г. памукът бил пренесен от Бразилия в Египет, където по течението на р. Нил започнало неговото отглеждане. Впоследствие семената били пренесени в Русия и бил култивиран руски памук от египетско семе (е/с). Обикновено дълговлакнестите памуци се берат ръчно. Добивът на памучно влакно от 100 kg неомагнен памук е около 20—30%.

От него се изпридат най-тънките памучни прежди и се тъкат висококачествени поплини, тафти, хасета и други изделия. Вегетационният период в райони с горещ климат има нормална продължителност 140—160 d.

Напречното сечение на дълговлакнестия памук наподобява елипса с почти еднаква стъпка на витката, с тесен канал и дебели целулозни стени (фиг. 3).



Фиг. 4. Напречно сечение на грубовлакнест памук

**Късовлакнест памук** (*Gossypium herbaccum*).

Той е тревисто памучно растение, устойчиво на сух климат, малка влага и примитивна обработка. Има голямо разпространение в Индия, Мала Азия, Сирия, Африка, Средна Азия и др. В търговията и производството обикновено се нарича индийски памук (фиг. 4).

В зависимост от географската ширина и агротехническите условия височината на памучния храст достига 0,5—2 m. Масата на узрялата плодна кутийка е 1—6 g. Семената са малки и са покрити с къси (15—24 mm, 20/21 ÷ 26/27 mm), груби и леко нахъдрени почти бели влакна. Рандеманът, т. е. омаганеното памучно влакно е от 13 до 36%. Продължителността на вегетационния период е 100—130 и повече денонощия. Предилните качества и физико-механичните свойства на тези памуци са ниски поради малката дължина на влакната. От тях се изработват предимно бархетни платове, американ, текстилни изделия за санитарно-хигиенни цели.

## Съветски памуци

При технологичната класификация на памуците, изложени на световните пазари, в най-високите категории се нареждат и съветските памуци. В резултат на успешно кръстосване на най-добрите египетски и американски сортове съветските памукопроизводители създадоха памуци, чиято дължина и други качества оставиха зад себе си всички традиционни производители на памучни влакна.

По дължината на влакната (над 30 mm) и по средната дължина на произведения памук (31/32 mm) СССР заема първо място в света. Средната дължина на американския памук е 27,8 mm, на бразилския 28,5 mm, на азиатския 21 mm и т. н.

## Български памуци

Отглеждането на памучното растение и преработването на влакната е било познато още преди Освобождението на България от турско робство.

Недостатъчните агротехнически и мелиоративни условия налагали до 1937 г. по-големите площи да се засяват предимно с индийски памук, който има малък вегетационен период (110—120 d), устойчив е на климатични промени, слаби почви и суша. Влакното, което дава този памук, е със средна дължина 28/30 mm, задоволителна зрелост 1,95 и дебелина  $T_i = 1,8 \div 1,9 \text{ dtex}$  ( $N_m = 5400—5500$ ) и здравина 4—5,5 cN.

От нашите памуци могат да се изпридат средно дебели прежди —  $T_i = 20 \text{ dtex}$  ( $N_m = 50$ ).

Въпреки постигнатите успехи родното производство на памук е все още недостатъчно и ние внасяме големи количества и от други страни.

В табл. 1 са дадени някои от средните технологични показатели на влакната от български сортове памук.

Таблица

Технологични показатели	Отбрано качество	Първо качество	Второ качество
Шапелна дължина 28—30 mm	28,9	27,6	28,0
Равномерност на шапела	1140	1100	1050
Коефициент на зрелост	2,15	2,0	1,9
Разтегливост, %	4,6	7,8	6,7
Абсолютна здравина, cN	5,4	5,2	4,6
Тънкост (дебелина) на влакната, dtex	1,7—1,8	1,7	1,6
Извитост на 1 cm	83	84	81
Степен на белота R°	85,2	86,2	78,6
Съдържание на вощи, %	0,48	0,49	0,42
Специфична здравина, cN/tex	29,2	28,0	24,2
Примеси, %	1,0	0,75	1,20

## Някои класификации на неомаганения памук

Голямото разнообразие на сортовете памуци води до разлики в качеството на влакната, които имат съществени отклонения в технологичните свойства.

На световния пазар има две основни класификации на памуците:

1. Съветска класификация.

2. Класификация на страните от капиталистическия свят и на развиващите се народи.

Между тях има съществена разлика. Съветската класификация съдържа пълни сведения за всички показатели, установени лабораторно главно с обективни методи. Капиталистическата класификация се основава на външни белези — цвят, мекота, къдравина. В много случаи вече се използват и различните физични методи за окачествяване и класификация на памуците.

### Българска класификация на памука

Тя е изградена по същия начин като съветската. Нашите памуци се подреждат съгласно изискванията на БДС 617—70. В табл. 2 са дадени основните показатели.

Таблица 2

Качество на памука	Цвят, еластичност и плътност	Коефициент на зрелост	Абсолютна здравина, cN	Растителни и други примеси, %	Влагосъдържание, %
Отбрано	Чисто бял, плътен и коприненоподобен на пипане	2,1	4,6	1,5	8,5
Първо	Чисто бял или бял с кремав оттенък и копринено подобен на пипане	2,0	4,4	1,9	8,5
Второ	Бял или кремав, в отделни случаи със слаби жълти петна от роса; по-малко плътен на пипане	1,8	4,0	2,4	9,0
Трето	Бял с матов оттенък до жълт с яркочълти петна, без блясък; малко пъргав на пипане	1,6	3,4	3,2	10,0
Четвърто	Бял с матов оттенък, жълтите петна преобладават; без плътност на пипане	1,2	2,6	4,8	11,0
Пето	Бял с матов оттенък, жълтите петна преобладават; без плътност на пипане	1,1	2,4	7,0	12,0

В забележките към стандарта са дадени точни указания за начините, по които се записват някои от показателите като дължина, примеси и др.

При багренето местните пожълтявания на памучните влакна стават причина за некачествено оцветяване. Както е известно, оцветяванията са предизвикани от развитието на някои видове гъби и микроорганизми в канала на памучните влакна. Те разрушават целулозата и влакнестата им структура, като ги правят почти негодни за текстилни изделия и дрехи.

## С ъ в е т с к а   к л а с и ф и к а ц и я   н а   п а м у ц и т е

Памуците от различните качества съгласно Държавния общосъюзен стандарт (ГОСТ 32—79—53) се разделят по следния начин:

а. Според сорта на памука влакната се делят на две основни групи: дълговлакнести с тънки влакна и средновлакнести със средно дебели влакна. От своя страна влакната от първата група се разделят на маганени с валячен маган и на маганени с трионен маган.

б. Според степента на зрелост и здравината на единичното влакно от двата сорта — дълговлакнест и средновлакнест, памукът се дели на следните качества:

- 0 — отбрано качество;
- I — първо качество;
- II — второ качество;
- III — трето качество;
- IV — четвърто качество;
- V — пето качество;
- VI — шесто качество.

В табл. 3 са дадени показателите, на които трябва да отговаря всяко от посочените качества. Щапелната дължина на влакната от отбрано до четвърто качество се записва в дължинен интервал през 1 mm. За влакната на памуци от V и VI качество дължината в класификацията не е определена.

В случаите, когато количеството на мъртвите влакна и чуждите примеси е по-голямо от допустимото, посочено в табл. 4, памукът се смята за нестандартен и се заплаща на ниска цена.

Обикновено в заводите за първична обработка на памука се полагат големи усилия, за да се групират влакната по еднакви физико-механични свойства и технологични качества. За да се осигури успех при по-нататъшната механична и апретурна обработка на памука, всяка партида, изпратена от завода, има подобна характеристика (сертификат). В нея се дават изчерпателни сведения за памучните влакна съгласно класификацията и стандартните изисквания. Посочват се името на завода, номерът на партидата, качеството и масата на балите, кондиционната маса, районът, от който произхожда, годината на беритбата, датата на омаганяването и сортът на памука.

Таблица 3

№	Наименование на показателя	Качество на памука						
		отбрано (0)	I	II	III	IV	V	
1	Абсолютна здравина, сN	4,9	4,8—4,4	4,3—3,9	3,8—3,4	3,3—3	2,9—2,5	по-малка от 2,5
2	Коефициент на зрелост, по-голям от	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	по-малък от 1,2
3	Чужди примеси общо, %	1,9	2,1	2,6	3,5	5,3	8,6	12,5
4	Нормална влажност, %							
	а) от Средна Азия, Казахстан и Закавказието	8	8	9	10	11	12	12
	б) от РСФСР, УССР и Молдавска ССР	9	9	10	11	12	13	13

Таблица 4

Наименование на качеството	Максимални чужди примеси, растителни, минерални и мъртви влакна, % не повече от
Отбрано камество	4,5
Първо качество	6,0
Второ качество	7,0
Трето качество	8,0
Четвърто качество	12,0
Пето качество	18,0
Шесто качество	24,0

### Североамериканска класификация на памуците

Освен класификациите на СССР и на някои социалистически страни има и други класификации на памуците, които съществено се различават.

Поради това, че нашата текстилна промишленост преработва значително количество памук, внесен от капиталистическите страни, ние ще разгледаме някои от тези класификации.

## Американска класификация на памуците

Качество на памука	Наименование		Съкратено означение
I	Middling fair	(мидлинг феър)	MF
II	Strict good middling	(стрикт гууд мидлинг)	SGM
III	Good middling	(гууд мидлинг)	GM
IV	Strict middling	(стрикт мидлинг)	SM
V	Middling	(мидлинг)	M
VI	Strict low middling	(стрикт лоу мидлинг)	SLM
VII	Low middling	(лоу мидлинг)	LM
VIII	Strict low ordinary	(стрикт лоу ординъри)	SLO
IX	Good ordinary	(гууд ординъри)	GO

От таблицата се разбира, че първо качество групира най-висококачествените памуци, а деветото — най-нискокачествените. Middling fair (феър) означава екстра качество, Middling (мидлинг) — средно качество, а Good ordinary (ординъри) — най-лошо качество.

Към основната таблица има и други забележки, които дават възможност да се оценяват механичните качества, а също така и различно оцветените памуци, с които класификацията значително се подобрява.

### Класификация на памуците в Арабска република Египет

Поради изключително благоприятните географски условия за отглеждане на памук на световния пазар се предлагат най-висококачествени памуци от АРЕ (табл. 6). Техните по-особени физико-механични и други свойства (здравина, дължина, копринена лъскавина и др.) са наложили създаването на собствената класификация, която подразделя памучните влакна на 15 качества.

Освен основната таблица има и други, съставени въз основа на физико-механични показатели, получени по обективни методи.

Особено показателна е таблицата, в която се посочва каква е реалната възможност за изпридане на максимално тънка прежда от даден тип памук.

№	Наименование на качеството	
1	Super extra good staple	(сюпър екстра гууд стейпъл)
2	Super extra middle staple	(сюпър екстра мидъл стейпъл)
3	Super extra fair staple	(сюпър екстра феър стейпъл)
4	Fully good good staple	(фули гууд гууд стейпъл)
5	Fully good middle staple	(фули гууд мидъл стейпъл)
6	Fully good fair staple	(фули гууд феър стейпъл)
7	Good TFG — good staple	(гууд ту фули гууд-гууд стейпъл)
8	Good TFG — middle staple	(гууд ту фули гууд мидъл стейпъл)
9	Good TFG — fair staple	(гууд ту фули гууд феър стейпъл)
10	Good good staple	(гууд — гууд стейпъл)
11	Good middle staple	(гууд мидъл стейпъл)
12	Good fair staple	(гууд феър стейпъл)
13	F. G. F. Good staple	(фули гууд фули—гууд гууд стейпъл)
14	F. G. F. Good staple	(фули гууд фули—гууд мидъл стейпъл)
15	F. G. F. Good staple	(фули гууд фули—гууд феър стейпъл)

### *Строеж на памучните влакна*

Отглеждането на памучното растение, от което се получават памучните влакна, обхваща обширни географски райони — от 45° северна до 35° южна ширина.

В началния период на развитие памучното растение изисква обилна влага и топлина. Оптималната температура е 25—30°C. При тези условия обикновено се получават дълги, здрави и млечно-бели памучни влакна. Температури около 0°C причиняват прекратяването на растежа на памучното растение. В много случаи то загива. Растежът спира и при температура над 36—37°C.

Обикновено памукът се засява с добре обеззаразени семена в началото на м. април. На 1 m<sup>2</sup> площ се засяват до 7—8 g семена. Температурата на почвата трябва да бъде над 11—12°C, а влагата — не по-малко от 15—18%.

Семената поникват след 4—5 d и след още толкова d се развиват първите листа. Първите цветове се появяват около 60—65 d след поникването; цъфтенето продължава още 25—30 d.

Цветовите живеят само едно d. Те се опрашват и остава плодната кутия с около 20 семена, отвсякъде покрити с 15 000—20 000 памучни влакна. Висококачествените памучни растения дават плодната кутийка с около 3—8 g суров памук.

Едновременно с узряването обвивката на плодната кутийка изсъхва и се разпуква обикновено на две половини.

От пукнатините се показва голяма част от влакната, което много улеснява беритбата на памука.

По върховете на памучното растение има цветове, по средата на

раста — неразпукнати плодни кутийки, а в най-долната част — бял памук. Това продължава до късна есен.

В същност памучните влакна представляват ненормално развити клетки на отделни места върху зародишните семена, докато съседните им клетки прекратяват своето развитие (фиг. 5).

Едноклетъчното влакно, израсло от удължената епидермална обвивка на памучното семе, достига голяма дължина. Тя е от 2000 до 4000 пъти по-голяма, отколкото дебелината на памучното влакно.

Наблюдавано с оптичен микроскоп при средно увеличение 400 пъти, памучното влакно прилича на сплескана и неправилно усукана тръбичка от целулоза и вътрешен канал, напълнен с растителна протоплазма (фиг. 6). Повърхнината на влакното е обвита с растително-восъкоподобни и пектинови вещества. Тази обвивка се нарича кутикула. Тя е почти непромокаема, химически устойчива и предпазва долните слоеве от действието на атмосферните влияния. Някои я наричат първична стена. Съдържа около 50% целулоза.

В първоначалния етап на растежа стените на влакната са много тънки, а вътрешността (каналът) — много широка. Ако в този период на развитие се отделят влакната от растението, те ще бъдат много слаби и негодни за използване. Особеното е, че заедно с растежа на растението растат и укрепват самите влакна.

Растежът на влакната се състои в това, че непрекъснато се образуват във вид на концентрични кръгове (отвън навътре) пръстени от целулоза, които удебеляват стените им (фиг. 7).

От всички растителни видове единствено памучните влакна при развитието си надebеляват отвън навътре (другите растения надebеляват отвътре навън).

В процеса на узряването вследствие на изсъхването на клетъчния сок влакната се сплескват, усукват се в различни направления около главната си ос и приемат лентовидна форма.

Върху извитостта на влакната оказват влияние фибрилите. Това са силно изтеглени и ориентирани макромолекули от целулоза,



Фиг. 5. Епидермални памучни клетки



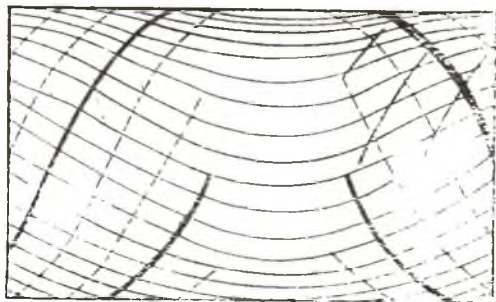
Фиг. 6. Развитие на памучното влакно:

*a* — удължена епидермална клетка; *b* — кожичка от семе с влакна; *c* — памучно влакно, захранато за обвивката на семето; *г* — средна част на влакното; *з* — връх на влакното

конто армират вътрешната стена на влакната, която често наричат вторична стена. Мрежите от фибрили са разположени не само в отложените концентрични целулозни кръгове, но и преминават от един слой в друг. Техният брой се изменя в границите от 20 до 100. Те съдържат над 95% чиста целулоза.



Фиг. 7. Растителни пръстени в напречното сечение на памучното влакно



Фиг. 8. Фибрили в стените на памучните влакна



Фиг. 9. Напречно сечение на памучни влакна

Отличните физико-механични свойства на памука се определят от фибрилите. Те придават гъвкавост, способност на влакната да се съпротивляват на сложните натоварвания и удари при преработката им в прежди и платове.

Фибрилите са разположени тангенциално към оста на влакното (от 15 до 45°). Посоката им се мени незакономерно (фиг. 8).

Вътрешната (третичната) стена има същия състав като вторичната — засъхнала протоплазма от целулоза и белтъчни вещества.

Мрежите на фибрилите образуват пореста структура, поради което влакната поемат багритата, влагата и другите продукти, отделяни от човешкото тяло.

На местата, където фибрилите променят посоката си, влакната нарастват по дължина.

Бъбрековидната форма на напречното сечение на влакната (фиг. 9), тяхната извитост (табл. 7) и високият коефициент на грене улесняват процеса на прядене.

Таблица 7

№	Вид на памука	Извивка на влакна на 1 см
1	Египетски, съветски и американски дълговлакнест памук	90—100
2	Средновлакнести памуци	50— 90
3	Късовлакнести памуци	40— 50

Това позволява да се дадат минимален брой усуквания на единица дължина при преработката на влакната в прежди.

### Зрелост на памука

Комплексните физико-механични и багрливи свойства на памучните влакна зависят изключително от тяхната равномерна зрелост.

Още при разпукването на плодната кутийка памучните влакна имат своята максимална дължина, но те са съвсем слаби поради тънките стени (0,2—0,5  $\mu\text{m}$ ), не могат да се багрят и не са изобщо пригодни за прядене. В процеса на узряването стените наддебеляват до 2—6  $\mu\text{m}$  и придобиват високи технологични, експлоатационни и санитарно-хигиенни свойства, което ги прави ценен и основен материал за текстилната промишленост.

Зрелостта на памучните влакна може да се определи по няколко начина:

а) с оптичен микроскоп — сравняват се дебелината на стените и широчината на канала на 250 влакна с еталони (фиг. 10);

б) чрез микрохимични изследвания;

в) чрез наблюдаване на оцветяването на влакната в поляризирана светлина.

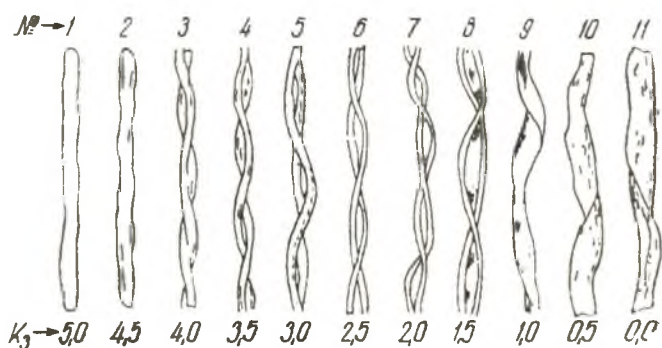
Съгласно първия метод има единадесет степени на зрелост, които се оценяват цифрово по петобалната система.

Има пет главни групи на зрелост на памучните влакна:

I. Силно презрели влакна (прегорели) — влакната от № 1 до № 2.

II. Зрели влакна — от № 3 до № 5 включително.

III. Незрели — от № 6 до № 7 включително.

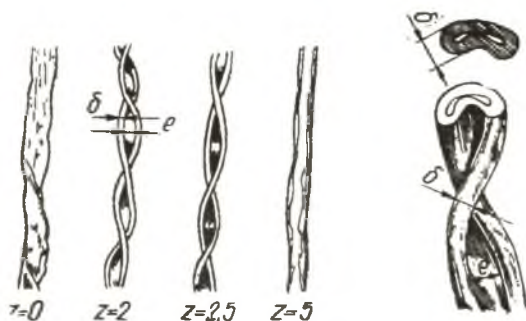


Фиг. 10. Сравнителни образци за определяне на зрелостта на памука

IV. Зелени — от № 8 до № 9 включително.

V. Мъртви — от № 10 до № 11 включително.

За нуждите на производствената практика често първата и втората група се обединяват в една, вследствие на което се получават четири групи на зрелост.



Фиг. 11. Общ вид на памучни влакна — схема

За нуждите на анализа резултатите от оценяване на зрелостта се пресмятат по два начина:

а) чрез средноаритметичната зрелост;

б) определяне на процентното съдържание и броя на влакната от всяка група, отнесени към общия брой влакна, използвани за измерването.

Към първия начин спада и методът за определяне на зрелостта на памучните влакна, при който се използва отношението на широчивата на канала (*e*) към удвоената дебелина на стените (*b*) — фиг. 11.

Зависимостта между коефициента на зрелост, широчината на канала и дебелината на стените е дадена в табл. 8.

Таблица 8

Коефициент на зрелост $K_3$	Отношение $\frac{l}{\delta}$
0,00	30—22
0,25	21—13
0,50	12— 9
0,75	8— 6
1,00	5
1,25	4
1,50	3
1,75	2,5
2,00	2
2,25	1,5
2,50	1,0
2,75	1,75
3,00	0,50
3,75	0,33
3,50	0,20
3,75	0,10
4,00 } 5,00 }	неизмерими

### Определяне зрелостта на памука чрез микрохимични, изследвания

Освен промените във физико-механичните свойства на памучните влакна при узряването настъпват и качествени химични изменения.

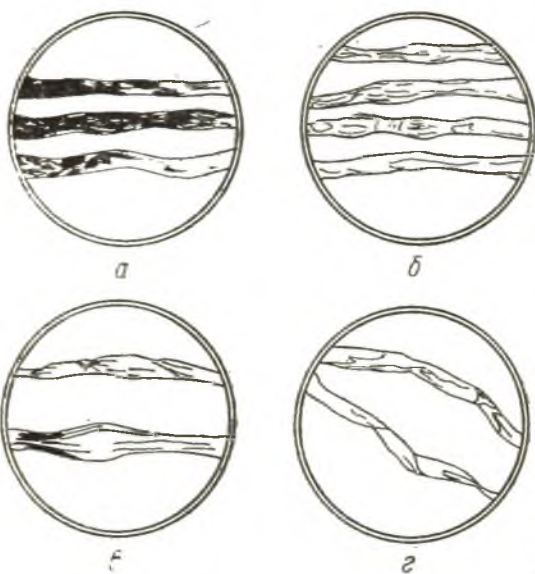
Това явление се използва успешно за определяне на степента на зрелостта по микрохимичен път.

Нормално узрелите влакна имат най-голямо количество целулоза. Процентът на белтъчините и солите е най-малък. Това изменение в състава предизвиква подобряване на сорбционните свойства и афинитета към багрилата и различно поведение на влакната под действието на NaOH.

За извършване на изследването се вземат 0,5 g влакна, които се промиват в спирт за отстраняване на повърхностните восъци и мазнини. Изпедените влакна се потапят за 5—8 min в 18%-ен разтвор на NaOH при температура около 20°C. За отстраняване на несвързаната NaOH влакната обилно се промиват с хлорна вода. Промитите влакна се поставят за 5 min в кипящ разтвор от 67 об. ч. вода,

16,5 об. ч. 1%-ен разтвор на анилиново чисто гълъбово багрило и 16,5 об. ч. 5%-ен разтвор на готварска сол.

След багренето влакната се промиват за премахване на повърхностно закрепеното багрило, изсушават се и снопчето се разделя по възможност на пет равни части.



Фиг. 12. Еталони на микрохимичния начин за определяне на зрелостта на памука

С помощта на препарационна игла и лупа от всяка група се отделят по 100 влакна. В глицеринова среда влакната се нареждат успоредно между предметните и покривните стъкла.

Чрез обикновен бикулярен микроскоп или най-добре със стереомикроскоп влакната се наблюдават. броят и причисляват към съответната група на зрелост (фиг. 12 а, б, в, з) въз основа на следните признаци:

I група — зрели влакна, обагрени в тъмносин цвят. В резултат на мерсеризацията те силно набъбват и получават почти цилиндрична форма. Каналът им е силно стеснен; на много места почти не се забелязва. Коефициентът на зрелост е от 2,0 до 4,0.

II група — незрели влакна, обагрени в тъмносин цвят и запазили частично извивките си. От действието на NaOH те придобиват цилиндрична форма. Имат видим, но неравномерен по ширина канал. Коефициентът на зрелост е от 1,25 до 2,00.

III група — зелени влакна, обагрени светлосиньо; на отделни места са запазили извитата си лентовидна форма с широк канал. Коефициентът на зрелост е от 0,8 до 1,4.

IV група — мъртви, съвсем зелени и силно презрели влакна. Те остават необагрени, почти са безцветни и имат лентовидна форма. Коефициентът на зрелост е от 0,25 до 1,20.

След определяне на процентното съдържание на влакната на отделните групи коефициентът на багрене се изчислява по следната формула:

$$H=0,5 B+C+10 D,$$

където  $B$  е процентното съдържание на влакната от II група;  
 $C$  — процентното съдържание на влакната от III група;  
 $D$  — процентното съдържание на влакната от IV група.

Опитно е установено, че при

$H=0 \div 20$  влакната се багрят много добре;

$H=21 \div 40$  влакната се багрят добре;

$H=41 \div 70$  влакната се багрят не много добре;

$H=70$  влакната не са годни за багрене.

Средният коефициент на зрелост се получава като средна стойност от коефициентите на зрелост за отделните влакна в групата.

Той има следните стойности: за първа група — 2,40; за втора група — 1,30; за трета група — 0,80 и за четвърта група — 0,20.

Средният коефициент на зрелост се определя по следния начин:

$$Z_{\text{ср}} = \frac{2,4 A + 1,3 B + 0,8 C + 0,2 D}{100},$$

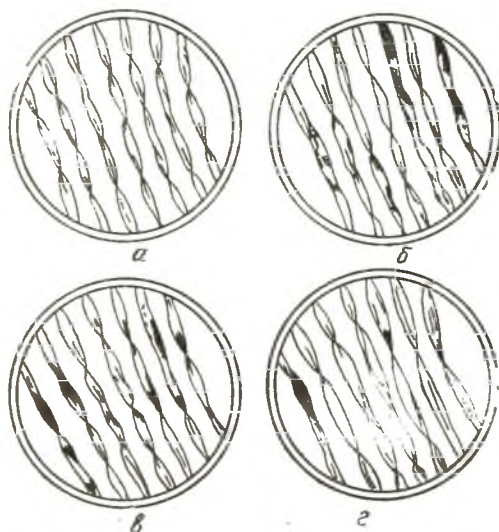
където  $A, B, C$  и  $D$  представляват процентно съдържание на влакната в I, II, III и IV група.

Използване на поляризирана светлина за определяне зрелостта на памука

Влакната на памука спадат към групата на анизотропните вещества. При осветяването им те пречупват два пъти светлинните лъчи. Благодарение на това им свойство те се наблюдават със специални микроскопи в поляризирана светлина, в която в зависимост от ориентацията на верижните молекули и дебелината на стените добиват различно оцветяване вследствие на интерференцията (фиг. 13, табл.9).

Най-често средната стойност на коефициента на зрелост не надминава 3; за равномерно узрелия памук е 2, 1, а за полузрелия до стига 1,2 и по-малко.

За определяне на този важен технологичен показател има съвременни електронни уреди, при които се използват явленията дифракция, интерференция и двойно лъчепречупване.



Фиг. 13. Сравнителни еталони за определяне на зрелостта на памука чрез поляризирана светлина

Зреост по групи	Степен на зреост	Оцветяване на влакната в поляризирана светлина	Външен вид на влакната и формата на канала
I	Зрели	Оранжеви с розововиолетови участъци Златистожълти Жълти със зеленикави участъци Светли зеленожълтеникави	Закръглени с тесен канал
II	Недозрели	Жълти с гълбови участъци Зелени с гълбови участъци Гълбови със сини участъци Сини	Лентовидни. Слабо усукани с широк канал
III	Полуззелени	Сини с виолетови участъци Виолетови	
IV	Напълно зрели и мъртви влакна	Виолетови с прозрачно червени участъци Прозрачно червени	

### Бране и механична обработка на памука

Памучното растение цъфти продължителен период от време, поради което узряването на отделните кутийки продължава от 6 до 8 седмици.

Събирането на памука от полето се извършва ръчно или с машини.

**Ръчно бране.** Този начин е малко производителен. Използува се при брането на висококачествени дълговлакнести памуци.

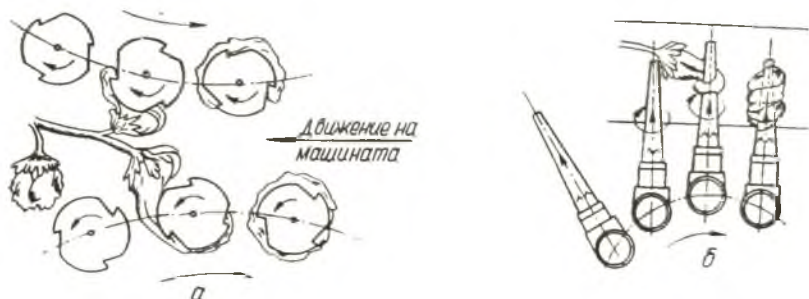
**Механизирано бране на памука.** За тази цел има създадени три вида машини:

- а) пневматични памукоберачни машини;
- б) вретеновидни памукоберачни машини с вертикални и хоризонтални вретена;
- в) вилообразни (слединг) машини.

При пневматичните памукоберачни машини (комбайни) памукът се засмуква от плодните кутийки чрез силна въздушна струя. В събрания памук има много растителни и минерални примеси. Той е със силно понижено качество.

Вретеновидните памукоберачни машини биват с хоризонтално и вертикално работещи вретена. На фиг. 14 а, б са дадени схемите за начина на работа на вретената.

При движението на машината между памучните храсти памучните влакна от пукнатите кутийки се намотават върху набраздените краища на вретената. Във вътрешността на машината бързовъртящите се четки свалят влакната от вретената и чрез въздушна струя ги изпращат в коша на машината.



Фиг. 14. Бране на памука

*а* — вертикална памукоберачна машина; *б* — хоризонтална памукоберачна машина

С вилообразните (слединг) машини се събират неразтворените до късна есен плодни кутийки. Ако предварително се извърши обезлистване на памучните храсти чрез напръскването им с калциев цианамид, в омаганения впоследствие памук има значително по-малко примеси.

На фиг. 15 е дадена примерна технологична схема на първичната обработка на памука.

**Почистване на неомаганения памук.** За успешната преработка на обрания памук в приемателните пунктове той се групира в партии с еднакви или близки физико-механични качества. Особено значение има влажността на памука. В случаите, когато влагата му е по-голяма от нормалната, памукът се прекарва през специални сушилни камери.

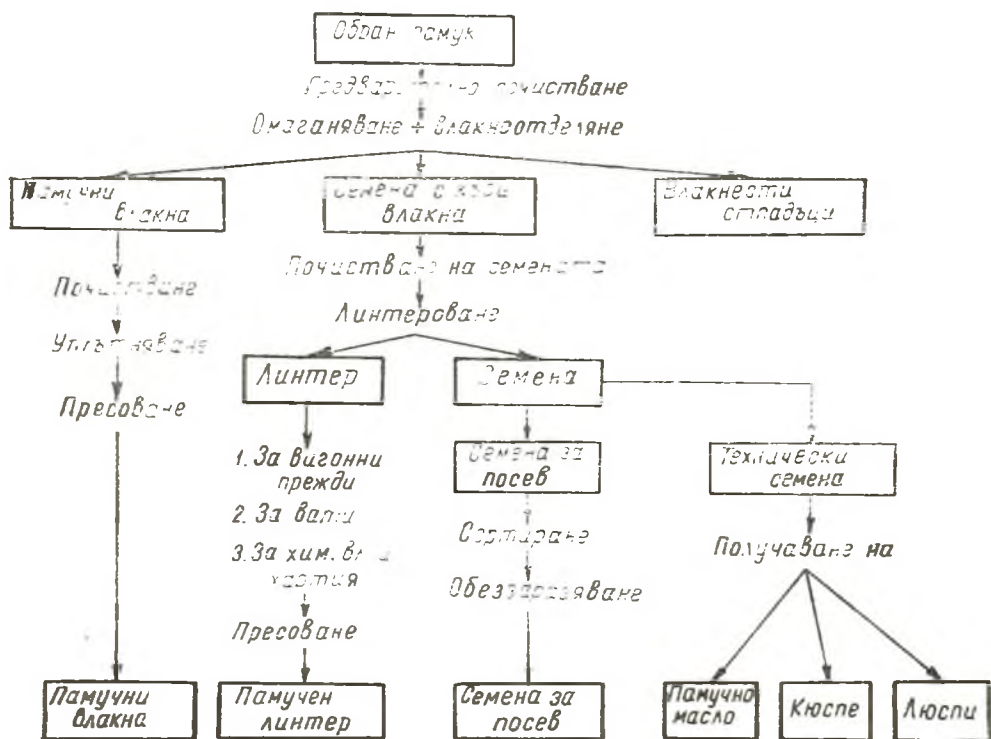
За отделяне на тежките предмети, попаднали в памука, които при по-нататъшната му преработка могат да навредят на машините и да предизвикат пожари, има конструирани различни видове машини.

На фиг. 16 е дадена примерна схема за отделяне на тежките примеси от неомаганения памук.

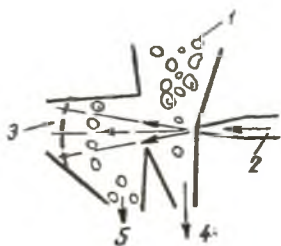
Памучните семена с влакна 1 под действие на собственото си тегло и на въздушната струя 2 се отнасят към дъговидната скарна решетка 3. Тежките метали, минерални и други примеси падат през отвора 4. Неомаганеният памук се притиска към скарната решетка и от всмукателната въздушна струя, създавана от специални вентилатори. Тя отнася не малка част от праха и късите влакна.

Очистеният памук се отнася през тръбопровода 5 към следващата машина.

**Барабанна чистачна машина.** Машинно брачите памуци не могат да бъдат очистени с многобарабанните и винтовите чистачи. Ус-



Фиг. 15. Технологична схема за първична преработка на памука



Фиг. 16. Схема за отделяне на тежките примеси от неомоганения памук

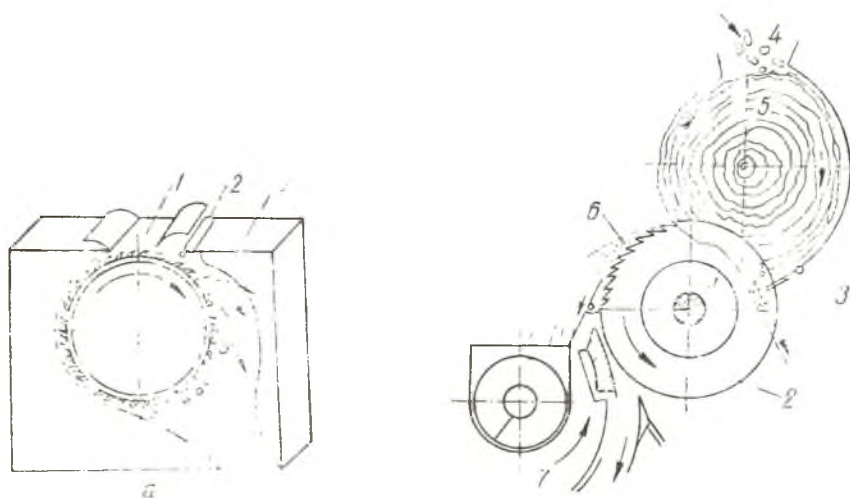
пешно в този случай се използват чистачи, в които освен барабани с шипове (бодове) има и барабани, обвити с триънообразна стоманена лента (фиг. 17 а). Неомоганеният памук пада върху зъбите на барабана. Излишният памук от зъбите се отнася със стоманен гребен, който едновременно изравнява целия пласт. От центробежната

сила и от ударите върху скарните ножове с различни профили чуждите примеси (плодни кутийки, клони, трева и др.) все повече се натрошават и изпадат под машината. С помощта на автоматизирани пневматични транспортъри почистеният памук се предава към влакноотделителите (маганите).

**Омаганяване** (отделяне на влакната от семената). За тази цел са създадени многобройни машини, които работят на един и същ принцип. Първият тип са трионните, а вторият — валячните магани.

Отделянето на влакната от семената се улеснява от това, че тяхната здравина е много по-голяма (около 45%) от тази в мястото на израстването им върху обвивката на семето.

**Маган с трионообразни зъби.** Той се използва главно за омаганяване на средновлакнести и късовлакнести памуци. Технологичната схема е дадена на фиг. 17 б. Върху калибрования стоманен вал 1 са нанизани кръглите трионни дискове 2. В празнината между дисковете влизат ребрата на скарната решетка 3, които са по-тънки от диаметъра на памучните семена. Неомаганеният памук 4 от чистачите се подава направо в резервоара 5. Трионообразните зъби 6 на дисковете захващат и отскубват (откъсват) влакната от семената. Това се повтаря многократно — около 8—10 пъти,



Фиг. 17. Почистване и отделяне на памучните влакна  
 а — чистач с трионообразни зъби; б — маган с трионообразни зъби

до пълното отделяне на почти всички предилни влакна. Оскубаните (оголените) семена се хлъзгат по наклонените ребра на скарната решетка и се отправят за отделяне на късите влакна — линтер.

Носените от зъбите на дисковете влакна се свалят от мощен въздушен поток 7 със скорост 70—80 m/s.

Въздухът излиза от дюзата 7 и нагнетява памучните влакна в тръбопровода  $\delta$ , който ги подава към отделите за по-нататъшна обработка и обезпрашаване.

Омагяването трябва да се извършва при нормална влага на памука 9%.

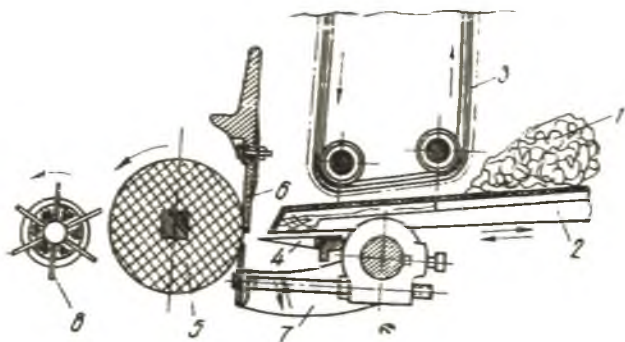
Всички работни органи поотделно и машината като цяло (маганът) трябва прецизно да бъдат центровани. В противен случай върху влакната и между тях остават малки тъмни кафяви люспици от плодни кутийки, черни частици от обвивките на семена и плътно затегнати възелчета на влакна. Почти е невъзможно отделянето на кожичките от влакната при механичната, апертурната и багрилната им обработка. Това води до допълнителна обработка при багрено. Освен това острият стоманени зъби накъсват част от влакната и надраскват повърхнината им.

Трионният маган има производителност 10—11 kg/h. При 90 диска дава за 8 h около 800 kg памучни влакна.

Валячен влакноотделител (маган). Влакната на висококачествените памуци се отделят от семената само с валячните магани (фиг. 18).

Основният работен орган в магана е покритият с кожа квадратен валяк, изработен от висококачествена говежда или моржова кожа с равномерна плътност и дебелина. Тя не трябва да съдържа повече от 2,5% мазнина.

Идващият от чистачите памук 1 (фиг. 18) пада върху наклоненото изтласкващо сито 2, което има възвратно-постъпателно движение (до 130 двойни хода в минута). Безкрайната лента 3 и иглените летви непрекъснато отнемат суровия памук от ситото и на



Фиг. 18. Валячен маган (влакноотделител)

равни порции го изсипват върху семенния гребен 4. При движението си напред изтласкващото сито притиска суровия памук от гребена върху кожения цилиндър 5. Вследствие на голямото триене набраздената кожена повърхнина вмъква памучните влакна под острието, на неподвижния нож 6, поставен съвсем близо до кожения цилиндър

Откъсването на влакната се улеснява от непрекъснатите удари (800—900 в минута) на подвижния нож 7 върху семената, притиснати от неподвижния нож. Поради сферичната форма на семената влакната не се откъсват едновременно. Само след 8—10 захващания по-голямата част от предивните влакна са отделени.

Малките снопчета памучни влакна, захванати върху повърхността на кожения цилиндър, се отнемат чрез каучуковите перки на сменящия барабан 8.

Покритите с мъх семена изпадат през празнината между кожения цилиндър и гребена за семената.

Поради липса на скарни решетки, трионообразни и биещи органи памукът съдържа повече кожички от семена и недоузрели влакна, а във влакната чуждите примеси имат увеличен процент. Валячният маган има малка производителност (около 50 kg/h), т. е. 16 пъти по-малка в сравнение с трионообразния маган. Както вече беше казано, той се използва за маганене на дълговлакнестите памуци.

*Линтероване.* То има за цел да отдели останалите по семената къси влакна, които не могат да се отделят на трионообразния и валячния маган. Върху семената остават големи количества влакна (3—4%) с дължина над 16 mm — първо качество, под 16 mm — второ качество, и над 10 mm — делинтер.

*Опаковане на памучните влакна.* Преди опаковането (балирането) омаганеният памук или линтеровите влакна преминават през специална обезпрашителна машина (кондензор). От нея памукът излиза с плътност от 10 до 15 kg/m<sup>3</sup>. При такъв обем съхраняването и транспортът ще бъдат изключително скъпи. Това е наложило памукът да се пресова до плътност 600—650 kg/m<sup>3</sup>, което се постига чрез 1000-тонни хидравлични преси, даващи налягане над 15 МПа. При размер на балите 1000 × 615 × 615 mm същите имат маса до 250 kg.

При плътности на балите, по-големи от горепосочените, в памучните влакна настъпват необратими пластични деформации.

Правилната първоначална механична обработка на памучните влакна има изключително важно значение за съставянето на стабилен технологичен процес при преденето и апретурно-багрилното облагородяване на текстилните изделия.

*Дължина на памучните влакна.* От всички текстилни влакна дължината на памучните влакна е най-малка. За тях всяка десета част от милиметъра има важно технологично и стопанско значение. В масата на 1 kg памук има около 150—180 млн. влакна. Дължината им обаче е различна и за разните ботанически видове се колебае в широки граници (от 15 до 60 mm). Дължината се записва в милиметри с две числа, между които се поставя наклонена черта. Например 27/28 mm отговаря на партида памук с щапелна дължина от 27,1 до 28,0 mm.

В зависимост от щапелната дължина памуците се разделят на три главни групи:

1. Късовлакнести — 24/25 mm.
2. Средновлакнести — от 25/26 до 33/34 mm.
3. Дълговлакнести — повече от 34/35 mm.

Дължината на влакната се характеризира с няколко средни еводни характеристики: дължина по броя на влакната  $L_n$ , модална дължина  $L_m$ , щапелна дължина  $L_{st}$ , база  $B$  и равномерност  $C$ .

За равномерните памуци базата има по-широк интервал. Равномерността по дължина се определя от произведението на модалната дължина  $L_m$  в mm и базата  $B$  в %. Това произведение ( $C = L_m \cdot B$ ) за висококачествените памуци е по-голямо от 1000.

При  $C=40\%$  — много добра равномерност:

при  $C=50 \div 60\%$  — добра равномерност:

при  $C=60 \div 70\%$  — средна равномерност:

при  $C > 70\%$  — не са подходящи за текстилни произведения.

*Дебелина на памучните влакна.* При памучните влакна не може да се говори за диаметър поради неправилното им сечение. В изчисленията обикновено се приема условен диаметър. Независимо от казаното дължината на памучните влакна е от 10 до 45 mm, а дебелината на стените — от 2 до 8  $\mu$ m.

Тънкостта (дебелината) може да се изрази косвено чрез температурната характеристика  $T_t$  (текс) и  $T_d$  (денне):

$$T_t = 1.25 \div 4.2 \text{ dtex (Nm} = 2400 \div 9000\text{)};$$

$$T_d = 1.25 \div 3.75 \text{ den.}$$

В зависимост от дебелината памучните влакна се групират в три категории:

1. Груби влакна (късовлакнести) с  $T_t > 2.20 \text{ dtex}$  (Nm под 4500).
2. Среднодебели влакна (средновлакнести) с  $T_t$  от 1.65 до 2.0 dtex (Nm = 5000  $\div$  6000).
3. Тънки влакна (тънковлакнести) с  $T_t < 1.65 \text{ dtex}$  (Nm над 6000).

Начините за определяне на дължината, дебелината и други характеристики на влакната ще бъдат разгледани по-нататък.

*Оцветяването на памучните влакна* бива кремаво, светложълто или светлосиво. То зависи преди всичко от сорта на памука. Оцветяването се дължи на багрилните вещества в лумена и в първичната стена на влакната. Презрелите и късно обрани памуци загубват блясъка си и стават светлосиви. Само дълговлакнестите памуци от сортовете Мако, Сий Айланд и др. имат копринен блясък.

*Чужди примеси.* Техният вид и количество зависят най-много от начина на брането на памука. Ръчно браненият памук дава висок рандеман и много малко количество повредени влакна.

При механичната преработка — преденето, една част от усуканите и заплетени влакна се развлачват, а друга във вид на частици от плодни кутийки, люспичи и раздробени семена изпада през скарните решетки на биещите машини. Независимо от интензивната обработка част от частиците, обвивките на семената и неразветвене-

ните възелчета остава в готовата прежда като малки черни точки. Това затруднява багренето в светли тонове и понижава качеството на текстилните изделия.

**Водопоглъщаемост.** Едно от най-големите санитарно-хигиенни качества на памука е неговата сравнително голяма хигроскопичност (до 9%). Това го прави незаменим при изработване на текстилни материали за дрехи, бельо, чаршафи, превързочни материали и др. С увеличаване на относителната влажност на околната среда влагопоглъщаемостта нараства до 28%. При това тялото не чувства изпотяване.

**Твърдост.** Макар и на пръв поглед невероятна, памукът е най-твърдото влакно от всички видове текстилни влакна от растителен и животински произход. По твърдост той надминава също всички видове химични и изкуствени влакна.

**Дообработване на памучните влакна.** В апретурната обработка при кипенето във вода памукът загубва около 2% от масата си вследствие на разтварянето и отмиването на растителните мазнини, пектиновите вещества, солите и др.

Макар и най-твърдо влакно, под действие на топлина, влага и натиск то става пластично. Поради особената си структура изделията от памук са мачкаеми.

С цел да се увеличи устойчивостта на памука на атмосферни условия, бактерии, облъчване и др. влакната се обработват с различни химични реагенти. Например чрез филмиране на влакната с реактивни смоли значително се подобрява немачкаемостта при пране на дрехите. Подобряване на гнилоустойчивост се постига чрез цианоетиране. При анимализирането на памучните влакна се подобрява поемането на багрила за вълна, а чрез резерважни средства се намалява поемането на багрила, предназначени за целулозни влакна. Значителна водоустойчивост се постига при обработване на памучните влакна с етер, уретан и др.

Присаждането в молекулата на целулозата на полиакрилонитрил придава на влакната устойчивост на киселини, гниене, нагряване и др.

Има сведения, че памучните влакна придобиват по-голяма еластичност и мекота при облъчването им с гама-лъчи.

## Ликови влакна

Ликовите влакна се намират в стъблата или листата на някои видове влакнодайни растения:

а. *Влакна от стъбла.* В тази група спадат лен, коноп, юта, рамия, кенаф, канатник и др.

б. *Влакна от листа и плодове.* Те принадлежат към различни ботанически видове: манила (от семейството на банановите растения), сизал (от семейството на агвите); новозеландски лен и др.

Влакна от плодове са онези, които се получават от обвивката на кокосовите орехи.

За нашата текстилна промишленост имат определено значение само влакната от първата група и частично от втората, която накратко ще разгледаме.



Фиг. 19. Схема на напречен и надлъжен разрез на ленено стъбло

Въпреки голямото разнообразие на ликовите влакна и различията в техните отделни структурни части ние можем без особена грешка да се запознаем с техния строеж по една обща схема за лена (фиг. 19 а, б).

Стъблата на лена имат дебелина 1,5—3 mm; обвити са с жилава ципа (кутикула) 1, под която се намира същинската кора 2. В стените на паренхимната (отновната) тъкан са разположени снопчета от елементарни ликови влакна 3, силно притиснати едно до друго и слепени с пектинови вещества.

В някои растения ликовите влакна са наредени по окръжност в пояс, а в други — на отделни гнезда (както е при лена), като придават устойчивост на стъблата срещу механични въздействия.

След ликовите влакна цялото сечение на стъблата се заема от камбиалния слой 4, който отделя ликовите снопчета 3 и дървесината 5. Средата на стъблото б има празни клетки, които в периода на растежа и развитието са изпълнени с жизнен сок, а при узряването остават малки безвъздушни камери.

Снопчетата или пръстените от ликови влакна представляват отделни гигантски растителни клетки, силно изтеглени и наредени почти успоредно по дължината на стъблото.

Наредените една след друга и слепени клетки в ликовия пласт образуват елементарните влакна.

Отделните ликови влакна (елементарните влакна) се състоят от фибрилни снопчета на целулозни молекули, наредени в няколко концентрични слоя, които затварят вътрешната кухина — лумена 1 (фиг. 20). Луменът е пълен с остатъци от протоплазма и съдържа пектин. Той се затваря от третата обвивка 2, представляваща тънка ципа. След нея се намира вторият слой 3, който се обвива също така от жилава и плътна външна обвивка 4. От вътрешната страна на втория слой 3 ленените фибрили са наклонени с  $5^{\circ}$  наляво, а от външния — с  $10^{\circ}$  надясно относно главната ос на влакната  $xx'$

В конопените влакна фибрилите са разположени само наляво, но в първия слой наклонът е  $28^\circ$ , а във втория — около  $2^\circ$ . Високите якостни и други физико-механични свойства на ликовите влакна се дължат на малкия наклон на фибрилите, различните посоки на наклона на отделните фибрилни слоеве, ориентацията на молекулите и тяхната компактност. При памука ориентацията на фибрилните слоеве е под ъгъл  $30-50^\circ$ .

В мокро състояние памукът и ликовите влакна набъбват около  $10-12\%$ . Фибрилите имат също стремеж да се изправят и не позволяват свиване или увеличаване на дължината на влакната, като увеличават здравината от  $15$  до  $60\%$ .

Слепените елементарни влакна образуват техническото ликово влакно с дължина  $a$ , колкото е дължината на стъблото.

За отделяне на ликовите влакна от стъблата и листата в практиката са намерили приложение няколко начина:

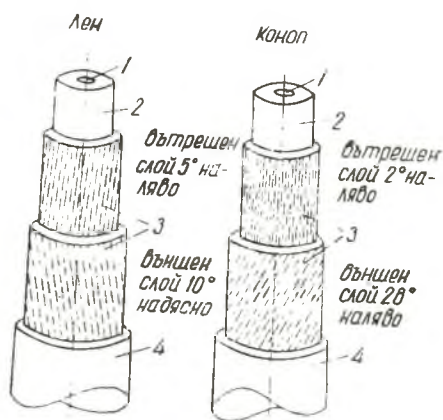
- а) чрез обелване на кората, в която се намират ликовите влакна, без да се разрушават останалите пластове и по-точно дървесината;
- б) чрез отопяване, т. е. посредством биохимично разрушаване на свързващите вещества в дървесината и отделянето на ликовите влакна от стъблата на растенията.

При биологичната обработка на ликовите влакна намират приложени росното, водно-студеното и водно-топлото топене. При този метод много бързо се размножават различни бактерии и гъби, които разрушават камбиалния слой и пектиновите вещества и отслабват връзката с ликовите влакна, което улеснява отделянето им.

Отопените снопи от ликови стъбла се изсушават в сушилни или на открито. Ленената слама се подлага на редица механични обработки, които ще разгледаме по-нататък.

Върху физико-механичните и химичните свойства на ликовите влакна оказва влияние техният химичен състав. В табл. 10 са дадени ориентировъчни данни за състава им.

Процентът на дървесината в ликовите влакна се увеличава от корена към върха едновременно с възрастта на растението. Това налага беритбата да се извършва в определена зрелост.



Фиг. 20. Схема за строеж на ликовите влакна

Съставни части на влакната	Лен	Коноп	Юта	Рамяя	Мавила
α-целулоза	80,0	77,0	64,0	79,0	65,0
Влага	8,5	10,0	10,0	6,0	12,0
Растителни восъци и мазнини	2,5	0,6	1,0	1,5	0,6
Лигнин	2,0	7,5	20,00	6,0	22,0
Соли	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0
Пепел и други примеси	6,3	4,1	4,0	6,5	0,4

### Лен

От многобройните видове лен ние ще разгледаме накратко само едногодишното тревисто ленено растение от рода *Linaceae*. От него само два вида имат промишлено значение.

*Лен за влакна.* Той се отглежда само за добиване на влакна. Стъблото му има дебелина от 1 до 2,5 mm и височина от 65 до 130 cm. Короната му е слабо разчленена, а плодните кутийки са от 6 до 14 броя. От него се получават около 28% дълго ленено влакно и 12% семена.

*Лен за масло.* Отглежда се главно за получаване на ленено семе. Едно растение в короната си има около 120 плодни кутийки, изпълнени със семена, от които се добива до 38% висококачествено ленено масло.

Около 70% от световното производство на лен се пада на СССР. Висококачествен лен се отглежда в Полша — 10% от световния добив, Чехословакия, Франция, Холандия, Белгия и др.

Качеството и количеството на ленените влакна зависят най-много от зрелостта им. Установено е, че добитите влакна от лен, обран в ранна жълта зрелост, т. е. когато клонките и стъблата придобиват светложълт оттенък, долните листа са почти окапали и плодните кутийки имат жълтозелен цвят, са най-висококачествени. Прибирането на лена от полето се извършва чрез изскубване, тъй като неговата коренна система е плитка. От корените също така се получават пълноценни влакна.

Отделянето на семената от короната на стъблото се извършва механизирано на специални машини или ръчно със стоманени гребени. Средната дължина на висококачествената ленена слама е над 500mm.

Отопяването на ленените стъбла в нашата страна се извършва главно по топлопроводния метод в заводите за обработка на ликови влакна (фиг. 21). Малка част от тях се отопяват по росния и студенопроводния начин в селските домакинства.

При заводското анаеробно отопяване снопите се нареждат в големи метални или бетонни камери. Заливат се с подгрятата вода

до 37—38°C и престояват при тази температура около 70—72 h. Умокрените ленени стъбла набъбват; водата разтваря съдържащите се в тях въглеродороди, азотни вещества и минерални соли. След 7—8 h настъпва ферментацията на екстрахираните вещества. Тези условия създават подходяща среда за бързото развитие на гъби и микроорганизми, които разрушават пектиновите вещества. Ферментационният процес предизвиква структурни изменения в ленените стъбла. Кутикулата се отлепва от стъблото, а кората — от дървесината. След начупване на снопите ликовите влакна се освобождават много лесно.

*Аеробно отопяване.* При него в камерите, заредени с ленени снопи, се вкарва непрекъснато водно-въздушна емулсия. Наличието на въздух във водата стимулира развитието на аеробни микроорганизми, които по-бързо разрушават свързващите вещества и съкращават времетраенето на отопяването до 30—40 h.

При други методи на отопяване се използват химични средства. Те обаче повреждат силно ликовите влакна. Чрез запарване в автоклави в продължение на 2 h при налягане 30 МРа пектиновите вещества се хидролизират, а ликовите влакна се отделят от дървесината. Така получените ленени влакна са твърди и чупливи.

Количеството и качеството на ликовите влакна зависят на първо място от отопяването. Ако то се преустанови преди пълното премахване на пектиновите вещества, част от влакната изпадат като дреб заедно с дървесината. Ако се удължи отопяването, бързоразвиващите се микроорганизми и бактерии разрушават самите ленени влакна и рязко намаляват добивите.

Класификацията на ленените влакна се извършва съгласно БДС 881—57 въз основа на възможния текс (номер) на преждата, която се изприда от тях. Висококачествените дълги ленени влакна се групират в 11 качества, обозначени с номер 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 и 28, а късите ленени влакна — в три качества, обозначени с номер 1, 2 и 3, съгласно табличните показатели, дадени в стандарта.

*Някои физико-механични свойства на ленените влакна.* Единичните (елементарните) ленени влакна имат дължина, която се изменя в голям интервал (от 14 до 100 mm), и приблизителна дебелина от 12 до 30  $\mu\text{m}$ .

Ленените влакна могат безпогрешно да се разпознаят под микроскоп по няколко особени белега:



Фиг. 21. Отопени и неотопени ленени стъбла

а. Напречното им сечение има ясно очертана шестоъгълна форма с образувания, подобни на целулозните, в които се намират отделните фибрилни армировки. Каналът заема около една трета от цялото сечение.

б. Върхът на ленените влакна е остър като игла (при ютата той е силно заоблен).

в. По дължината на влакната има местни удебелявания.

По химичен състав ленените влакна са близки до памука, но съдържат лигнин и пектинови вещества. Това намалява афинитета им към багрилата.

Вследствие на голямата им хигроскопичност ленените влакна запазват продължително време здравината си при високи температури.

Под действието на основите и киселините ленените влакна се отнасят, както памучните. Техническите влакна намаляват здравината си поради частичното отстраняване на слепващите вещества. При обработване на ленения дреб с гореща основа пектиновите вещества се разлагат и техническите влакна се разпадат на елементарни. След тази обработка (котонизиране) лененият отпадък става пълноценна суровина, която има копринена лъскавина и добра здравина.

Ленените влакна могат да се избелват. От това стават по-меки и млечнобели; увеличава се афинитетът им към багрилата, но се намалява здравината им.

От мерсеризацията ленените влакна стават по-крежки и чупливи и намаляват здравината си. Лъскавината им обаче се увеличава. Ленените влакна имат плътност  $1,50 \text{ g/cm}^3$ .

Изпридането на тънки лени преди се прави от дълги влакна със сребрист цвят, мекота и масленост на пипане. Процентното съдържание на одървесинени влакна е минимално.

Ленените влакна са едни от най-здравите. Разрушаващото натоварване на единичното влакно е  $14\text{—}16 \text{ cN/tex}$ , а границата на здравината — по-голяма от тази на висококачествените стомани (от 600 до 1150 МПа). Разтегливостта е малка — от 1,2 до 3%, а разрушаващата дължина — около 60 km за средно дебелите преди.

Ленените влакна намират широко приложение в текстилната промишленост за изработване на дрехи, батиста, тюл, воали, чаршафи, филтри, брезенти, колани, обуварски конци, корабни платна, маркучи, опаковъчни тъкани, канапи, въжета и др.

Това многостранно приложение на лена като текстилна суровина се дължи на превъзходните санитарно-хигиенни свойства на влакната.

В последните години успешно се изработват платове от лен — 77% лен и 33% полиестер. Ленът придава на дрехите хигроскопичност (до 20%); поема продуктите, отделяни от тялото. Полиестерът почти не поема влага, но намалява мачкаемостта и запазва здравината.

Ленените семена съдържат голям процент масло. От него се получават висококачествени безирени и други продукти за лаковата промишленост. Дървесинният отпадък, наречен пьздера, се използва като незаменяем пълнител на пресовани плоскости. Непредвиденият отпадък от къси влакна, наречен чоп, намира приложение в строителството за смесване с вар и пясък.

### Коноп

Сведенията на историята говорят, че човек е отглеждал конопа и използвал неговите влакна още от най-дълбока древност.

Конопът се дели на два вида:

а) *Sanabis satile* — от него се получават едновременно влакна и семена;

б) *Sanabis indica* — отглежда се в Средния Изток, южните склонове на Хималаите и на други места главно за получаване на най-силното наркотично средство — хашиша.

Конопеното растение е двудомно, т. е. при него мъжките цветове се развиват на едно растение, а женските на друго.

Конопът е едногодишно тревисто растение. В зависимост от почвено-климатичните условия и сорта височината му достига 0,65—3 m, а дебелината — 3—8 mm. Мъжките растения са по-тънки и нежни. Те дават по-качествени влакна. Женските растения са по-високи, дебели и груби и имат много листо-ви разклонения (фиг. 22).

Техническите влакна на конопа достигат необходимата дължина на стъблата. Тънкостта им зависи главно от сорта, степента на зрелост, отопяването и механичната обработка.

Разпознаването на конопените влакна в смесени прежди се улеснява от напречното им сечение, което има неправилно закръглени две елипси една в друга. При рамията сечението е подобно, но елипсите са отделени една от друга. Върхът на конопените влакна е разделен като еленови рога, а на рамията — като разцепен връх на копие.

Дължината на елементарните влакна на конопа е 12—14 mm, а дебелината (условно) — около 14—20 mm. Кореновата система на конопа е силно одървесена, поради което той се жъне. Правилно е прибирането на конопените стъбла да се извършва разделно — най-напред мъжките, които по-рано пожълтяват, а по-късно женските. Това обаче технически и стопански е неизгодно. На практика всичко се жъне едновременно.

В нашата страна конопът се отглежда навсякъде и неговото ко-



Фиг. 22. Коноп

личество задоволява нуждите на промишлеността и селското стопанство.

След изсушаване на конопените стъбла от тях се отделят семената, които имат висока масленост. Отопяването се извършва в хладка вода — от 32 до 35°C. В резултат на протичането на сложни биохимични процеси се разрушават пектиновите вещества и се освобождават ликовите снопчета.

В зависимост от стъблата, от които са получени конопените влакна, те се окачествяват съгласно предписанията на БДС 880—58:

1. Получени само от мъжки стъбла, отделно отопени и преработени.

2. Получени от мъжки и женски конопени стъбла, прибрани в техническа зрелост, и само от женски стъбла, прибрани в ботаническа зрелост.

3. Получени от мъжки и женски конопени стъбла от посеви, които са дали семена.

Освен това конопени влакна с дължина над 500 mm се разделят на 4 качества: екстра А и Б, първо, второ и трето.

Конопените влакна с дължина под 500 mm се разделят на три качества — първо, второ и трето.

Към БДС 880—58 има таблици, в които освен якостните и предачните показатели се дава и процентът на клечките в конопените влакна. Висококачествените сортове дават до 30% конопено влакно.

Под действието на йод и сярна киселина тънките конопени влакна се оцветяват в син цвят, а по-грубите и одървесени — в синьо-зелен.

Поради увеличеното съдържание на пектинови вещества и добрата ориентация на макромолекулите конопените влакна имат голяма здравина и устойчивост на гниене в мокро състояние. Те поемат влага над 25%. Кондиционната влажност е 12%. След избелването влакната стават твърди и крехки на пипане. Вследствие на свързаната вода конопът има увеличена топлопроводност.

Поради голямата си здравина — над 450 МПа, и малкото удължение — 4%, конопените влакна се използват предимно за производство на технически изделия, въжета, канапи, амбалажни тъкани чували и др.

## Юта

Ютата е едно от първите влакнодайни растения, използвани от човека. След памука тя е на второ място по количество и на първо между ликовите влакна — 50%; останалите 50% са различни твърди ликови влакна — 30%, лен — 15%, и коноп — 5%.

Родината на ютата е Индия, откъдето се е разпространила и в други страни с топъл и влажен климат. От цялото световно производство на юта—около 4 млрд. kg, 30% се пада на Индия. Това

внушително количество, което ежегодно се увеличава, представлява около 12% от общия добив на текстилни влакна.

Ютата е едногодишно тревисто растение, достигащо височина от 1 до 4 m и дебелина на стъблото от 12 до 40 mm (фиг. 23). Брането на ютата се извършва след прецъфтяване. Отрязаните пръчки се оставят няколко дни на полето да изсъхнат. Отопяването се извършва в продължение на 10—25 d, като ликовината се предпазва от прякото слънчево въздействие, което разрушава влакната вследствие на протичането на сложни фотохимични процеси. След ръчно обелване на ликовината, в която на концентрични кръгове се намират влакната, тя се промива и суши, след което се опакова в силно пресовани бали.



Фиг. 23. Юта

Прясно обеленото ютено влакно има сребрист цвят, който в резултат на окислителните процеси се изменя до светлокафяв. Елементарните влакна са много къси (0,8—5 mm) със здравина до 500 MPa. Големият диаметър на елипсата на ютените влакна е 15—20  $\mu\text{m}$ . Дебелината на стените се изменя в големи граници — от 3 до 12  $\mu\text{m}$ . Отделните елементарни влакна, слепени помежду си с пектоза, образуват най-дългите технически влакна, достигащи до 2,8 m.

От всички ликови влакна ютата има най-голям процент лигнин — 20%, и около 64% целулоза, останалите примеси са посочени в табл. 9. Въпреки силното одървесяване ютените технически влакна са особено чувствителни на влагата. Намокрени след изсушаване, те се разпадат на елементарни влакна. Поради това те се използват за изработване на изделия, които не се мокрят и се пазят от влагата — чували за сол, мебели, захар, декоративни платове и др. Поради малката еластичност на техническите влакна рядко изтъкнатите ютени платове се каландрират, при което преждовите нишки стават на лентички и запълват празнините между основата и вътъка. Валцованите (каландрираните) по такъв начин платове имат голяма плътност, не отделят влакна и не замърсяват хранителните продукти.

### Рамия

Тя се използва още от най-дълбока древност. Представлява многогодишно храстовидно растение (фиг. 24). В зависимост от почвено-климатичните условия издънките достигат до 2 m и се ре-

жат 2—3 пъти годишно. Рамията изисква силна почва, топъл и влажен климат. Най-добре вирее в Китай, Индия, Мексико, Колумбия, Венецуела и Бразилия. Годишното световно производство на рамия е около 100 млн. kg. Отделянето на влакната, които се намират в кората на растението, се извършва непосредствено след беритбата. Отопяването по биохимични методи не дава резултати, защото кората на рамията има голям процент пектинови и каучукоподобни вещества, които спират проникването на бактериите. От друга страна, сцеплението (слепването) между елементарните клетки на рамията е много по-слабо, отколкото при другите ликови влакна и при отопяването техническите влакна се разпадат на отделни клетки. В някои страни се практикува не отрязване на стъблата, а само обелването на кората. След това ликовите влакна по същия начин се



Фиг. 24. Рамия

отделят от кората. Техническите влакна, които са били от вътрешната страна — към стъблото, имат светлозелен цвят, а тези към външната страна на кората — тъмнокафяв.

Рамията съдържа до 40% пектинови, въскоподобни и други вещества, поради което се подлага на изваряване с основи. След това в бани с кисела среда тя се дегумира и се отстраняват слепващите вещества. Накрая рамията се промива обилно с вода и се избелва. От първоначалната суха маса се добиват до 20% влакна.

След избелването влакната на рамията придобиват копринен блясък и мекота. Техническите влакна на рамията са неравномерни по дължина — 900—1350 mm. Елементарните влакна представляват гигантски макромолекули с дължина от 95 до 160 mm. Ясно изразената лентовидна форма на влакното има широчина 50—75  $\mu$ m. Върховете на елементарните влакна са изпъкнали и леко закръглени. Върху влакната се забелязват колена, както при лена.

Влакната на рамията могат да се обработват по камгарен начин — шапно предене, или като решен лен.

От нея се изпридат тънки (дебелина над 17 *tex*), здрави и равномерни прежди, предназначени за облекло. От всички природни растителни влакна рамиевите имат най-голяма здравина\*. От тях се изработват шнурове, корабни въжета, ленти, конци, корди за парашути и алпинизъм и др. В мокро състояние здравината им се увеличава до 40%. Издържат високи температури при малко удължение. При замръзване не се чупят.

В техническите области рамията е почти изместена от синтетич-

\* 75% по-голяма от памука. 67% по-голяма от лена и 67% по-голяма от конопа.

ните влакна поради високата ѝ цена. Нейната изключителна хигроскопичност обаче я прави търсен текстилен материал за дрехи във влажните и топли страни на света.

Целулозата на рамията се използва за получаване на специална висококачествена хартия, на която се печатат ценни документи — банкноти, акции и др.

### *Кенаф*

Кенафът е едногодишно растение (фиг. 25), което достига височина 1—3,5 m и дебелина 32 mm. Напречното му сечение е подобно на изучените досега ликови влакна. Влакната на кенафа са по-евтини поради големия добив от 1000 m<sup>2</sup> — до 300 kg, и с успех заместват ютата при изработване на редица амбалажни изделия.

Дължината на текстилните влакна на кенафа, която е средно 1800 mm, зависи главно от дължината на стъблото. Влакната му са по-корави от влакната на ютата, но имат по-силно изразен копринен блясък. Елементарните влакна имат малка дължина — 2—3 mm; широчината им е 20—25  $\mu$ m, а дебелината на стените — 7—11  $\mu$ m.

Отопяването и механичната обработка са същите, както на конопа. У нас не се отглежда.



Фиг. 25  
Кенаф

### *Канатник*

Той има по-кораво и по-грубо влакно от ютата и кенафа. Понася по-студен климат и разнобразни площи. Височината му достига до 3 m, а дебелината — над 25 mm.

Влакната на канатника се обработват с алкални разтвори, вследствие на което те омекват и се намалява чупливостта им. Канатникът се използва главно за изработване на амбалажни изделия. У нас той не се отглежда.

### *Кендир*

Кендирът е многогодишно растение. Височината на стъблото му достига 1—5 m, а дебелината — 5—12 mm. Отглежда се главно в Средна Азия. Понася лесно засушаването, защото има силно развита коренова система. Различава се от лена по многоредовата си кора и многобройните елементарни влакна — около 90 в отделни снопчета, свързани с различни смолисти и дъбилни вещества.

За разлика от другите ликови влакна кендирът има характерните свойства и външния вид на памука. Неговата здравина е по-голяма от тази на памука. От растителните влакна той има най-голяма плътност — 1,6 g/cm<sup>3</sup>.

Отделянето на ликовите влакна от стъблата се извършва без отопяване, защото бактериите и микроорганизмите не могат да преминават през многослойната кора. Кендирът се използва за изработване на въжета, мрежи и опаковъчни изделия, изискващи устойчивост при повишена влажност.

Чрез система от химични въздействия и механична обработка кендирът се превръща в памукообразна маса (котонизиране), която може да се преде, както памукът, прибавя се в щапелните хармани и във вълненото предачество.

Листата на кендир, обран в определен период на развитие, съдържат около 5% каучук.

### Листни влакна

В географските райони с топъл и влажен климат се отглеждат различни растения, които оформяват текстилните влакна не в стъблата, а в листата си. Такива са:

**Манила (абака, манилски коноп)**—*Musa textiles*. Влакната на манилата се получават от влагалищните листа на многогодишно тревисто растение, което вирее най-добре в Индонезия и Филипинските острови (фиг. 26). Височината на стъблата на манилския коноп достига 3—5,5 m, а дебелината им — до 200 mm. Растението цъфти на третата година от посаждането. След прецъфтяването листата се отсичат незабавно, защото в противен случай влакната стават груби и по-слаби.

Влакната от листата се използват в хартиената промишленост за получаване на хартии и картони. Техническите влакна се намират в лъжливото стъбло, образувано от наслагане на влагалищата на листата. Близко до истинското стъбло (фиг. 26) влакната са най-тънки; те се използват за тъкани. Следващите слоеве дават все по-груби влакна.



Фиг. 26. Манила

Всеки влагалищен лист от лъжливото стъбло се изрязва на ивици с широчина от 6 до 12 см. След отделяне на растителната тъкан влакната се изрешват с метални гребени за отделяне на странични примеси.

От едно растение се получава до 0,6 kg сухо влакно.

Елементарните влакна са сравнително къси — 2,5—2,9 mm. Широчината на големия диаметър на елипсата им е от 15 до 50  $\mu\text{m}$ . Каналът на влакната е широк, чист и с равномерна дебелина на стените. Малкото примеси във влакната и големият процент на целулозата дават възможност да се багрят в светли цветове. Одървесаването е слабо.

Техническите влакна на манилския коноп са дълги от 1 до 2,5 m. Цветът се изменя от светложълт до кафяв със силен копринен блясък. От всички ликови влакна манилският коноп има най-голяма устойчивост на морска вода и слънце. Освен това той е по-лек от водата, има голяма здравина и почти не изгнива. Големи количества се използват в селското стопанство при сноповързачните машини. От него се правят евтени и сигурни спасителни пояси за мореплавателите. От тънките влакна, които се намират близо до истинското стъбло, се изработват различни тъкани.

**Сизал.** Това влакнодайно растение (*Agave rigata*) е многогодишно (фиг. 27). Масово се отглежда в Мексико, но вирее добре също в Куба, Перу, Източна Африка и др.

На 3-годишна възраст върху късото стъбло на сизала израстват към 30 листа с дължина около 1,60 m. Когато узреят листата, започва беритбата. Освен по по-тъмния цвят на листата зрелостта се определя и по наклона им спрямо осовата линия. При наклон 39—45° листата на сизала са зрели. Три пъти през годината се отрязват 5—9 листа. От 1000 m<sup>2</sup> площ се получават около 170 kg сизал. Влакната от листата се отделят незабавно. Ако се оставят 48 h, в растителната тъкан протича бързо гниене и влакната се разрушават. Отделните влакна се заливат със елаб сапунен разтвор, след това се промиват с вода и се сушат.

Влакната имат бяложълтеникав оттенък.

Елементарните влакна на сизала имат вретеновидна форма, дължината им достига 2—4 mm, а широчината — 20—35 μm. Напречното им сечение е многогълно с широк канал. Техническото влакно на сизала има дължина от 0,60 до 1,30 m.

Сизаловите влакна се използват за изработване на всички видове здрави амбалажни платове, въжета, върви и канапи. От пофините влакна се тъкат платове. Морската вода прави сизала крехък и лесно чуплив.

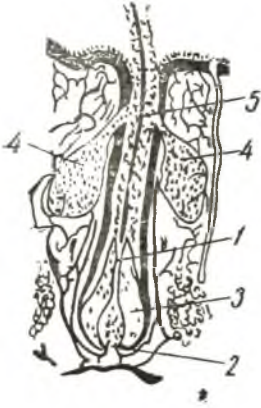
Световното годишно производство на сизала е около 800—850 млн. kg.

С разгледаните досега ликови и листни влакна не се изчерпва техният списък, но промишленото им значение за нашата страна е съвсем ограничено.



Фиг. 27. Сизал

Под наименованието вълна ние обикновено разбираме влакнестата покривка на кожата на някои млекопитаещи животни. За нуждите на текстилната промишленост вълната се получава главно от овци, кози, ламы, питомни зайци, камили и др.



Фиг. 28. Разрез на кожата по дължина на вълненото влакно

В строежа на животинската кожа се различават приблизително следните пластове — горен, или епидермис, среден, или дерма, и най-долен, или подкожно мастен клетъчна структура. На отделни места върху епителния слой се образуват вдлъбнатини, запълнени с преплетени клетки — зародиши на бъдещите влакна.

Подхранването на влакното 1 се извършва от жизнените сокове на дермата с биберона 2 (фиг. 28).

Потъвайки по-дълбоко в дермата, луковицата на влакното 3 непрекъснато нараства и образува торбичката на косъма.

При растежа клетките над биберона образуват най-напред луковицата, а впоследствие и стъблото на влакното. След излизане над кожата повърхност епидермалните клетки бързо ороговяват, вследствие на което се образува вълненото влакно. За предпазването му от разрушителното действие на слънцето, вятъра, водата и студа от двете страни на косъмната торбичка се намират мастни жлези 4, които отделят сложна по химичен състав мазнина, обвиваща изцяло излизащото над кожата вълнено влакно. Заедно с отделящите се от кожата на животното пот, пърхот, растителни и минерални примеси се образува серей. Той придава гъвкавост на влакната, а едновременно с това слепва в отделни кичури влакната, които при стриженето на овцата образуват руното.

В търговската практика вълната се купува и продава като непрана — серява, и прана. Тя се доставя също във вид на полуфабрикат, на ленти и прежди.

Вълнените влакна са съставени главно от кератин. Неговият химичен състав е почти еднакъв с други видове епителни клетки, от които са изградени рогата, кожата, перата на птиците, копитата и ноктите.

Вероятно освен кератин влакната имат и една тънка обвивка от по-особена вълнена мазнина, която не може да се отдели по обикновения начин на обезмасляване. Поради незначителното ѝ количество — 0,1% от масата на влакното, тя се пренебрегва при изучаването на вълната.

В зависимост от породата на овцата и условията на отглеждането ѝ вълнените влакна се състоят от няколко пласта: люспест, най-горен пласт; корков, образуващ скелета на влакната, и сърцевинен, заемащ централната част на влакната. Качеството на вълната се предопределя от съотношението на трите пласта.

Двата първи пласта се намират във всички видове влакна, докато сърцевинният слой характеризира само грубите вълнени влакна. При тях сърцевинните клетки достигат до 15% и имат приблизителна форма на многоъгълник със закръглени краища. Относно точния химичен състав на сърцевинния слой се водят все още дискусии. Установено е, че в него се съдържа цистин, но в по-малки количества, отколкото в корковия и люспестия пласт (фиг. 29).



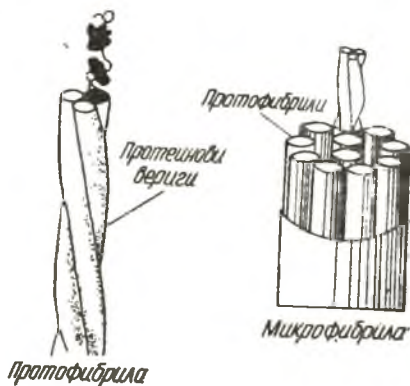
Фиг. 29. Напречно сечение и надлъжна схема на вълнено влакно

### Хистологичен строеж на вълнените влакна

Много десетилетия вече продължава изучаването на изключително сложния химичен състав на „царицата“ на текстилните влакна — вълната.

Основният елемент в сложния ѝ строеж са протеиновите вериги. Най-малко две и повече такива „нишки“, усукани вероятно само в една посока, образуват протофибрилата. Средният диаметър на протофибрилата е около 2  $\mu\text{m}$  (фиг. 30).

Установено е, че 11 протофибрила в средата на „аморфен“ — неориентиран протеин изграждат микрофибрилата. Приблизителният диаметър на микрофибрилите е 7,5  $\mu\text{m}$ . Те са като че ли потопени в спояващо (свързващо) вещество, което е наситено със сяра и е трудно забележимо в структурата им. Така се образуват микрофибрилите, а групи от тях изграждат вретеновидните клетки (фиг. 30), които са основата на влакното. Те са известни под наименованието корков слой.



Фиг. 30. Схема на строежа на микрофибрилите

Корковият слой се състои от вретеновидни клетки с дължина от 80 до 150  $\mu\text{m}$  и дебелина в централната част от 3 до 10  $\mu\text{m}$ . По химичен състав и строеж той е нееднороден. Корковият слой определя повечето физико-механични свойства, като здравина, разтегливост, еластичност и др.

Структурата на фибрилите е нееднородна по дължината им. Кристалическите зони се редуват с аморфни. Фибрилите имат незначително съдържание на цистин, пролин и треонин и голямо съдържание на аспаргинова и глутаминова киселина, лепцин и аланин.

Както казахме по-горе, вретеновидните клетки на корковия слой са съединени помежду си с междуклетъчно циментиращо вещество. То се характеризира с високо съдържание на цистин, пролин, треонин, серил и незначително съдържание на лепцин, аспаргинова киселина и лизин.

Нееднаквостта на аминокиселинния състав, а следователно и на химичните и физико-механичните свойства на кератина в циментиращото (свързващото) вещество и фибрилите се вижда от данните на табл. 11.

Таблица 11

Характер на аминокиселината	Съдържание на аминокиселинния остатък в 1 g кератин, mol	
	циментиращи вещества	фибрили
Жиселинен	738	1959
Основен	1009	905
Хидрокисел	1789	1438
Алейди	1067	1179

В кератина на циментиращото вещество се намира в преобладаващо количество аминокиселинният остатък с основен характер, а в кератина на фибрилите — аминокиселинният остатък с кисел характер.

Кератинът на фибрилите е аниоактивен, а на циментиращото вещество — катиоактивен. В резултат на това между кератина на фибрилите и кератина на циментиращото вещество вероятно протича активно йонно взаимодействие, определящо образуването на интензивни солеви връзки.

Нееднаквостта на химичния състав и структурата на кератина във фибрилите и циментиращите вещества предопределя различните му свойства в зависимост от влагосъдържанието.

Кератинът на циментиращото вещество активно поема (сорбира) влагата, а кератинът на фибрилите проявява хидрофобност.

Физико-механичните деформации, действащи на сухи вълнени влакна, вероятно се разпределят между циментиращото вещество и фибрилите.

От казаното по-горе се разбира, че в мокро състояние опъващите усилия се поемат от фибрилите.

При изясняване на пространствената къдравина на вълнените влакна се установява, че корковият слой има асиметричност в структурата си. Тази асиметрия се изразява в наличието на два равни спрегнати слоя, различаващи се по своето отношение към химичните въздействия и особено към багрилата.

Интензивно обагрената част се намира на външната страна на извивката (фиг. 31). Този слой има по-голяма химична активност (силно набъбва в основи и поема багрилата) и се нарича ортокортекс. По-слабо обагрената част, която има по-малка химична активност (по-устойчива на основи), се намира от вътрешната страна на извивката. Тя се нарича паракортекс. Той съдържа голямо количество цистин.

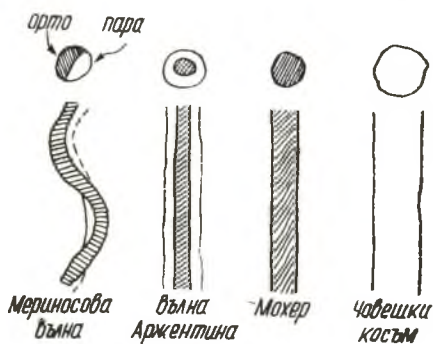
При всяка извивка ортокортексът преминава от едната на другата страна на влакното. Следователно двата полуцилиндъра на орто- и паракортекса са спрегнати и усукани от единия до другия край. Стъпката на витката в същност е дължината на извивката.

Смята се, че двойната структура на корковия слой е основната причина за създаване на трайна естествена къдравина на вълнените влакна.

В клетките на корковия слой се намират инкрустирани частици на пигментите, от които зависи естественият цвят на вълната. Нашите наблюдения върху вълнени влакна 70-о качество, изпрани при заводски условия и обагрени с малахитово зелено багрило, показва следното:

а. При надлъжни сечения различieto в степента на обагрянето създава илюзия на два спрегнати и усукани слоя — в случая орто- и паракортекс.

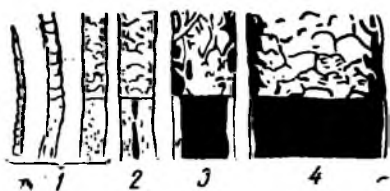
б. При напречни сечения, извършени през  $15\ \mu\text{m}$ , ясно се забелязва (при увеличение около 600 пъти с обикновен лабораторен микроскоп) различieto между наситените с багрило участъци. Тези участъци обаче не са просто усукани, както се твърди във всички изследвания, а орто-и паракортексът се пронизват (тропосват) взаимно в правия участък на двете извивки, които почти никога не лежат в една равнина.



Фиг. 31. Асиметричност в корковия слой на вълнените влакна

в. Освен мериносовите вълнени влакна билатерален характер имат всички влакна от животински произход, които са силно нахъдрени.

*Люспест слой.* Този слой обвива като броня корковия слой. Състои се от ороговели кератинови клетки, които образуват отделните люспици, покриващи последователно цялото вълнено влакно.



Фиг. 32. Различни видове вълнени влакна:

1 — пухови; 2 — преходни; 3 — осилести;  
4 — мъртви

Те се застъпват, както керемидите, но са насочени в обратна посока — към върха. Големината и взаимното им разположение зависят от породата на животното и вида на влакното. Дебелината на люспите е от 0,5 до 3  $\mu\text{m}$ . При висококачествените мериносови вълни люспите почти пръстеновидно обвиват стъблото на влакното (фиг. 32).

При грубите вълни общата схема на разположение на люспестия слой се запазва, но отделните люспи обвиват само 10—20% от стъблото на влакната. Броят на люспите се изменя в големи граници — от 30 до 170 на 1 mm дължина.

В сечението на люспестия слой са установени три пласта, които се преливат един в друг.

Най-външният пласт — епикутикулата, представлява тънка и прозрачна ципа с ясно изразена химична устойчивост. Тя изцяло се покрива със секретите от мастните жлези, което придава увеличена хидрофобност на вълнените влакна, преди да се подложат на предварително обработване. Под епикутикулата се намират екзокутикулата и ендокуютикулата.

Люспестият слой, който представлява само 2—3% от влакното, увеличава триенето, сцеплението и затепването, което има голямо значение за редица технологични процеси, като влачене, ресане, предене и тепане.

Здравината на люспестия слой и неговата устойчивост на физико-химичните въздействия сигурно запазва основната част на влакната — корковия слой, от вредните външни химични и физични въздействия. Макар и частично, премахването на люспестия слой води до силно намаляване на здравината и на редица други механични и хигиенни свойства на вълнените влакна.

Външната повърхнина на люспестия слой определя блясъка, устойчивостта на триене, твърдостта, хигроскопичността, топлопроводността, багрилните способности и т. н.

Люспестият слой се различава по химичния си състав от цялото влакно. При него съдържанието на цистин е увеличено, а на тирозин, аргонин и липиди — намалено.

*Сърцевинен слой.* Среща се само при по-ниските качества вълнени влакна. Заема средната част от преходните, осилестите и мъртвите

влакна. Състои се от големи многоъгълни клетки, изпълнени с въздух. В зависимост от вида на влакното каналът има различна форма и разположение, но винаги е успореден на дължината му.

За разлика от другите два пласта той има значително по-ниско съдържание на сяра. Кератинът, който образува сърцевинния слой, има предимно кисел характер.

### Различия на вълнените влакна ✓

В зависимост от строежа им вълнените влакна биват (фиг. 32):

*Пухови влакна.* Това са тънки, силно накъдрени влакна в мериносовата вълна. В тяхното напречно сечение се наблюдават само люспестият и корковият слой.

Люспиците са много дребни и плътно затиснати една от друга по стъблото на влакното.

*Преходни влакна.* Те са междинна категория. Напречното им сечение е по-голямо от това на пуховите и по-малко от това на осилестите. Сърцевинният слой е съвсем тесен. На много места той изчезва. Люспите по форма и големина са сравнително по-близки до пуховите. Това са най-често срещаните влакна в полутънката вълна.

*Осилести влакна.* Те са по-дълги и по-груби от пуховите. Имат люспест, корков и сърцевинен слой. Последният минава по цялата дължина на влакното. Люспите са по-големи и по-ороговени. От първите два вида влакна осилестите се различават по коравината и стърхавостта. Стърчащите от паперите (снопчетата) влакна са обезцветени и силно чупливи.

*Мъртви влакна.* Те имат широк сърцевинен слой, който заема цялото напречно сечение на влакното. Люспестият и особено корковият слой имат съвсем тънки стени. Поради малката им здравина тези влакна са негодни за преработка. Имат матово белезникав цвят. На пипане са груби и чупливи като стъклена вата.

Техните недостатъци ясно проличават при апретурно-багрилното облагородяване на платовете. Те почти не приемат багрилата и прощарват преждите и готовите текстилни изделия.

### Овча вълна

Овчата вълна има незаменими физико-механични и санитарно-хигиенни свойства. За окачествяването ѝ са създадени многобройни правила. Навсякъде обаче тя се разделя на еднородна и нееднородна.

*Тънка вълна.* Тя спада към групата на еднородните вълни. Това е предимно мериносовата вълна, която се състои само от пухови влакна с дебелина от 15 до 25  $\mu\text{m}$ . Тънката вълна има равномерна дължина на шапела и млечнобял цвят. Чрез обработката ѝ по камгарен начин се тъкат ластикотини, муселини, габардини, дублета, шевиоти и др. Слабо усуканите прежди се използват за изработване на фин вълнен трикотаж.

*Полутънка вълна.* В тази най-голяма група влизат всички влакна

с дебелина от 25,1 до 37  $\mu\text{m}$ ; те са еднакви по дължина и цвят. От нея се изработват предимно габардини и дублета.

*Полугруба вълна.* Тя има сравнително еднаква дължина и равномерна дебелина на отделните влакна — 37,1—40  $\mu\text{m}$ . Използва се за изработване на по-тежки камгарни платове.

*Груба вълна.* Тя има изравнена дължина в щапела. Дебелината на влакната се изменя в големи граници — от 41 до 68  $\mu\text{m}$ .

*Нееднородна вълна.* Обикновено представлява смес от полугруба и груба вълна и неравномерно количество от пухови и преходни влакна. От своя страна тя се разделя на пет качества: екстра, I, II, III и IV.

### *Породи овце*

В нашата страна породите овце биват: примитивни, преходни и заводски.

Към примитивните породи се отнасят местните неподбръвани овце. Те са дребни на ръст, устойчиви на болести и студ. Дават груба и полугруба (каракачанска) вълна, месо с високи вкусови качества, мляко с голяма масленост и яка кожа за галантерийната промишленост. Отглеждат се в планинските райони и са почти на изчезване.

Преходните породи овце се получават чрез кръстосване на местни подобрени породи. Това са карнобатските медночервени, плевенските черноглави, софийските, добруджанските и други породи.

Заводските породи се получават предимно чрез кръстосване на мериносови породи — камволмерино, меринофлайш, кавказка тънкорунна цигая и караулска.

Точната класификация на овчите породи заема голям раздел от науката по овцевъдство.

### **Рунна вълна**

Стриженето на мериносовите и мериносоподобните породи се извършва през май, а на местните и кръстосаните — през април и септември.

При ръчното или механичното стрижене трябва да се получи цяла, неразкъсана влакнеста обвивка на животното. В този ѝ вид тя се казва рунна вълна. Руната от мериносовите овце се образуват от еднородни снопчета вълна, наречени щапели. Във всеки щапел има преплитачи се влакна, които заедно със серея образуват една обща влакнеста маса, наречена руно. За качеството на вълната обикновено се преценява по формата на щапела в руното — най-висококачествени влакна има в цилиндричния щапел (фиг. 33).

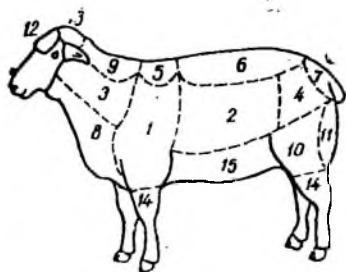
*Сортировка на вълната.* Качеството на влакната в едно руно зависи главно от мястото на растене. Обикновено върху тънка кожа растат меки и фини вълни. В зависимост от вида на вълната и пред-

писанията на технологията в едно руно се отделят от 4 до 14 качества вълна (фиг. 34).

Гъстотата на вълнените влакна върху  $1 \text{ cm}^2$  от кожата е различна не само за отделните породи овце, но и за едно животно.



Фиг. 33. Еталон за качеството на вълната



Фиг. 34. Топография на вълненото руно

Средно при мериносовите породи на  $1 \text{ cm}^2$  се наброяват от 26 до 88 влакна; при полугрубите — от 14 до 38, а при грубите — от 7 до 8.

За получаване на еднородни по физико-механични свойства вълнени хармани всички руна се подлагат на фабрична сортировка. Непраната вълна е замърсена главно от мазнини и пот, пърхут, растителни примеси, кал, пясък и др. Такава вълна се нарича серява. Серяет се образува от потта и мазнината. В състава на мазнината влизат различни органични киселини, наречени вълнена мазнина или ланолин, количеството на които е 1—10% от неграната вълна.

Потта се отделя от кожните жлези за охлаждане на организма на животното през горещите летни дни. Тя съдържа соли, т. е. има алкален характер, и е около 13—14% от непраната вълна.

Сероят не е механична смес от пот и мазнини, а ново вещество, което не се разтваря във вода и трудно се осажда. В топла алкална среда (разтвор) и в други разтворители той образува емулсии. Сероят прави влакното меко, гъвкаво и устойчиво на атмосферните въздействия.

### Класификация на вълната

Поради голямата нееднородност на вълната по качество точната ѝ класификация за търговията и производството има важно значение.

Има няколко класификации, които в зависимост от параметрите подреждат вълнените влакна по следния начин:

*Брадфордската класификация* се използва най-широко в търговската практика. Тя е изградена върху дебелината на вълнените влакна и възможно най-тънката прежда, която може да се изпреди от вълната. Например качеството 64 означава, че от 1 пфунд (453,6 g) се изпридат 64 чилета от по 560 ярда\*, или от 1 kg вълна може да се изпреди прежда с дължина 64 km. Според тази класификация вълните се разпределят на 14 качества: 90, 80, 70, 64, 60, 58, 56, 50, 46, 44, 40, 36, 32 и 28. Качества, които се намират между две съседни групи, се изразяват чрез две числа: 60/64, 50/56 и т. н.

*Буквена класификация*. За основа тя използва тънкостта на вълнените влакна, която се обозначава с главните букви от латинската азбука. Най-тънката вълна се означава с 4A или AAAA, а най-грубата — с 2E или EE. В интервала от A до E са подредени всички останали качества, като от AAAA до A/V са класирани мериносовите вълни, от A до EE — полутънките, полугрубите и грубите вълни.

*Тънкостна характеристика*. Тя използва пря класификацията тънкостта на вълнените влакна. В зависимост от диаметъра им тя ги разделя на четири групи:

- а) мериносови — от 17 до 24  $\mu\text{m}$ ;
- б) фини кръстоски — от 25 до 28  $\mu\text{m}$ ;
- в) средни кръстоски — от 29 до 37  $\mu\text{m}$ ;
- г) груби кръстоски — над 38  $\mu\text{m}$ .

Освен тези класификации има още френска и американска, които са дадени на табл. 12.

Почти всички страни—производителки на вълна, като Австралия, СССР, Нова Зеландия и др., имат разработени комплексни класификации на вълната.

\* 1 ярд=91,4 cm.

Таблица 12

Среден диаметър на влакната, $\mu\text{m}$	Буквена класификация	Брадфордска класификация	Френска класификация	Американска класификация
1	2	3	4	5
16,5	4A	90/100	150	—
17,5	3A	—	150/125	—
18,5	2A	80	115/120	80
19,5	—	70	110/110	—
20,0	A	—	105	70
21,0	—	64	—	—
22,0	A/V	—	100/105	64
22,5	—	60	—	—
23,0	B	—	—	62
24,0	—	58	—	—
25,0	C <sub>1</sub>	—	—	60
26,0	—	56	11	38
27,0	C <sub>2</sub>	—	—	—
29,0	D <sub>1</sub>	50	III	56
31,0	D <sub>2</sub>	48	III/IV	50
32,0	—	46	IV	48
34,0	E	—	—	46
35,0	—	44	—	—
36,0	—	40	V	44
37,0	2E	—	—	—
38,0	—	—	—	40
40,0	—	—	—	36

Съветската класификация дели вълната на две категории — еднородна и нееднородна, които се състоят от осем разширени раздела (табл. 13). От своя страна за по-пълно технологично охарактери-

Таблица 13

Раздела	Средна дебелина, $\mu\text{m}$	Вариационен коефициент по дебелина	Средна дължина, mm	Брой на групите в раздела
<b>Еднородна вълна</b>				
I. Тънка	14—15	13—30	45—70	3
II. Полутънка	25—30	19—40	60—100	4
III. Полугруба	31—40	25—28	90—150	2
IV. Груба	37—67	25—37	150—190	1
<b>Нееднородна вълна</b>				
V. Полугруба и груба, изравнена	25—46	30—60	70—180	8
VI. Слабо изравнена	25—46	35—70	60—150	5
VII. Неизравнена	25—62	35—110	50—130	12
VIII. Груба, неизравнена, рязка	50—133	96—123	50—75	—

зиране разделите от I до IV се делят на качества, а разделите от V до VIII — на сортове. И при тази класификация за основа е взета тънкостта (дебелината) на вълнените влакна.

Към табл. 13 има нормативни показатели и еталони за окомерно сравняване и оценка.

### ✓ Основни понятия за първичната обработка на вълната

Класифицираната непрана серява вълна се подлага на сортиране, разтваряне, пране, отделяне на растителните примеси и опаковка.

**Сортиране на вълната.** Влакната от различните места в руното имат нееднаква дебелина и разнородни качествени показатели. Най-добра е вълната на двете плешки, на гърба и бедрата.

Обикновено вълната се сортира при дневна светлина. Стриганата вълна (руното) се поставя така, че да се огледа повърхнината за мъртви косми, другочетни фитили и груби примеси, след което се изгърсва цялото руно. Преди сортирането харарите (големите чували) се затопят в продължение на 10—12 h при 40—50°C, за да се размекне вълнената мазнина. Това улеснява развиването на рунните рула. Те не се разпадат на едри късове.

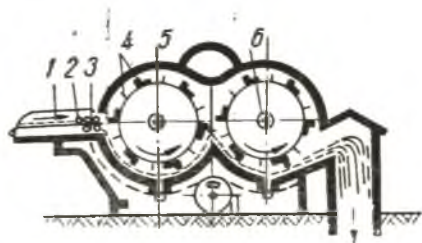
Сортирането се извършва в зависимост от технологичната постановка. За изпридане на тънки прежди от руното се отделят до 14 качества, а за обикновени прежди — от 3 до 6 качества. Вълната се разделя на нормална, дефектна и бутраклива. По качество тя бива мериносова, мериносоподобна, мека и остра, а по дължина — за камгарно предене (френска и английска система на предене) и за шрайхгарно предене. Вълната се дели също и по цвят. При сортировката качествените показатели на вълната се определят органолептично — окомерно и чрез пипане.

**Разкъсване на серявата вълна.** Разкъсването (разтварянето) има за цел да раздроби едрите парчета от рунна вълна на малки снопчета, от които по-лесно изпадат чуждите примеси — пръст, клечки, сламки, пясък и др. Тази подготовка улеснява прането на вълната, намалява разхода на топла вода и перилни препарати и значително намалява затепването на вълната.

Серявата вълна се разтваря по-лесно, тъй като мазните

влакна се измъкват от паперчетата, без да се накъсват.

Разтварянето се извършва на едно- или двубарабанна машина (фиг. 35). Вълната 1 се подава чрез транспортното платно 2 и подхранващите валци 3. Намиращите се между валците влакна в притиснатото състояние попадат под ударите на шиповете на барабана 4



Фиг. 35. Машини за разтваряне на серява вълна

На тази машина допълнителното разтваряне на вълната се извършва между шиповете на барабана 4, скарната решетка 5 и разтварящия барабан 6, който има по-малка периферна скорост от барабана 4.

**Пране на вълната.** При прането на вълната освен отделянето на чуждите примеси и частичното отстраняване на мазнината и потта се премахва изцяло тежката и неприятна миризма.

Машините, на които се перат вълните, се наричат левиатани. Количеството на сапуна, содата или синтетичните миешки средства в перилните разтвори зависи от серявостта на вълната. Поради това посочените данни са само ориентировъчни. Стремещт е да се употребява по-малко сода и да се поддържа температура в интервал 40—50°C при определено рН. Прибавките на сода са от 2,5 до [4,5kg], а на сапун — от 0,6 до 1,6 kg на 100 kg серява вълна.

Върху качеството на вълната оказва съществено влияние рН на средата. При левиатан с пет корита рН трябва да бъде 7,8; 9—8; 7,5—7.

В зависимост от предназначението след прането вълните трябва да имат следната масленост в %: тънките и полутънките (мериносови и мериносоподобни) 0,5—1, полугрубите 0,5—1,25, грубите 0,8—1,5, пърхутните и много грубите 1—2.

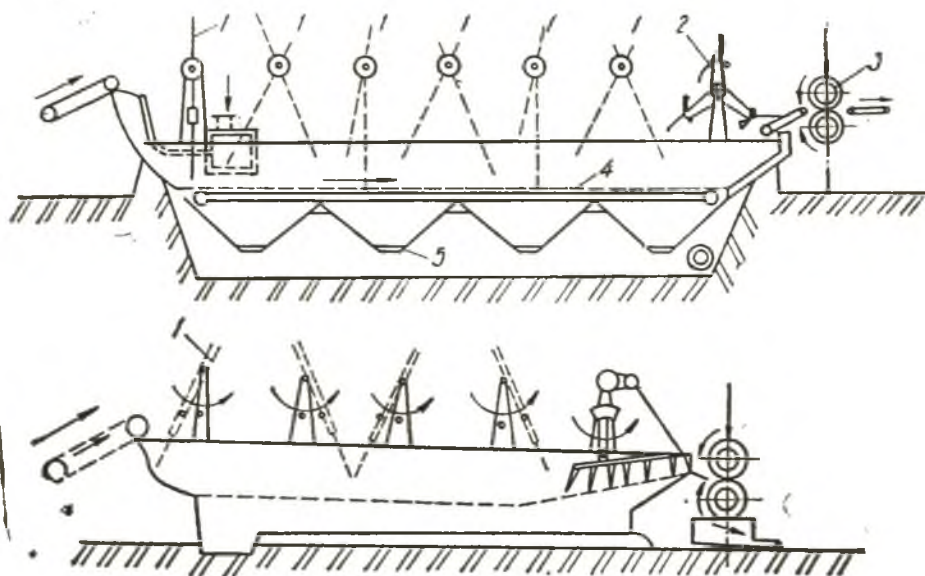
При масленост, по-висока от оптималната, вълната полепва по ротационните части на машината и ги поврежда. Такава вълна не може да се преде. Вълна, която има по-малка масленост, също е неподходяща за предене. При масленост под 0,5% рязко се увеличават стърхавостта на влакната и процентът на отпадъка.

В нашата текстилна промишленост прането на вълната се извършва емулсионно в левиатани. Тези машини се състоят от транспортна лента за механично подаване на серявата вълна и от 3 до 6 корита за пране и изплакване. В перилното корито първата вила 1 (фиг. 36) поема вълната и я потапя в перилния разтвор. За придвижването на вълната през коритото служат следващите трироги вили. Вълната се изважда чрез елеватора 2 и се подава към изстискателните валове 3. На известна дълбочина в коритото се намира гладко мрежесто дъно 4, по което свободно се плъзга вълната. Това улеснява отделянето на нечистотиите, които изпадат и се утаяват в колектора на наклоненото дъно 5.

За изпиране на груба вълна се използват 3—4 корита, за полугруба — 4—5 корита, а за тънка и полутънка — 5—6 корита.

Процесът на прането е на противопотоков принцип. Непраната вълна постъпва в първото корито, а в последното корито се подава чиста вода. Чрез центрофугални помпи разтворът се прехвърля от корито в корито. Първото корито има най-силно замърсен разтвор. Отпадъчните води от пералните не трябва да се пзпускат в реките и езерата преди очистването им в специални инсталации, тъй като те ще унищожат всички живи организми в тях

Водата от прането съдържа вълнена мазнина, поташ, сода, сапун и др. Техното отделяне дава възможност да се покрийт разходите, направени при прането на вълната. Ланолинът може да се получи по няколко начина. Най-елементарен е флотационният ме-



Фиг. 36. Машини за пране на вълна

год. При него перилният разтвор се издига на височина 5—6 м. След падането му от такава височина се образува обилна пяна. Това се повтаря неколkokратно, докато се намали способността на разтвора да се пени. Отделената пяна се затопля до 80°C и се прибавя 1,25—1,5 kg 50%  $H_2SO_4$  на 1000 l пяна. От действието на киселината пяната се разлага и течността се разделя на четири слоя, от които вторият слой съдържа 96% мазнини. Така се получава евтин технически ланолин. Избелен и очистен, той широко се използва в козметиката — за червила, кремове и помади, в медицината — за приготвяване на мехлеми, балсами и др.

**Изсушаване на вълната.** Макар и силно изстискана, вълната има около 70—80% влага. Изсушаването се извършва чрез топъл въздух (от 80 до 90°C) до получаване на нормалната влажност — 18%, при която преработването на вълната протича най-добре. Използват се сушилни тунелен тип с камери (секции). Всяка секция има отделно вентилационно и нагревателно устройство. Температурата в отделните секции се мени. При влизането, когато вълната е най-мокра, въздухът е с температура около 90°C. Мократа вълна се носи от два мрежести транспортъра от единия до другия край на сушилнията с променлива скорост (от 0,65 до 2,26 m/min).

Производителността на този тип сушилни е от 400 до 600 kg/h. Многоетажните сушилни силно затепват праната вълна.

**Растителните примеси се отделят** чрез обработване на праната вълна с 5%-ен разтвор на сярна киселина, след което тя се суши при 60—85°C.

При температури от 100 до 110°C сярната киселина отнема хидроксилната група от молекулата на целулозата, т. е. превръща я в оксидицелулоза. Крежка и лесно трошлива, тя изпада под формата на прах при по-нататъшното механично преработване на вълната. Неутрализирането и изплакването се извършват със слаб содов разтвор.

Отстраняването на растителните примеси с киселина влошава физико-механичните и санитарно-хигиенните свойства на вълната. Тя става стърхава, влакната се втвърдяват и затрудняват влаченето, решенето и преденето.

**Рандеман.** Голяма част от разтворимите примеси и минерали изпадат или се разтварят.

Масата на серявата вълна, отнесена към масата на изпраната и изсушената вълна, се нарича рандеман на пране. Изразява се по два начина:

$$R = \frac{M_{\text{непр}}}{M_{\text{пр}}} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad R = \frac{M_{\text{непр}} - M_{\text{ч}}}{M_{\text{пр}}} \cdot 100\%,$$

където

$R$  е рандеманът, %;

$M_{\text{непр}}$  — масата на непраната вълна, kg;

$M_{\text{пр}}$  — масата на праната вълна при нормална влажност, kg;

$M_{\text{ч}}$  — масата на отделените при прането чужди примеси, kg.

Праните у нас вълни имат ориентировъчно следните рандемани: хасковска мека вълна 48—50%, карнобатска мека 49—53%, пловдивска бяла мека 49—52%, русенска остра 50—55% и добруджанска мериносopodobна 42—49%.

Съдържанието на примеси и рандеманите при пране на други вълни са дадени в табл. 14.

Таблица 14

Вид на вълната	Влажност, %	Примеси, %, на			Рандеман, %
		вълнена мазнина	потни вещества	растителни и минерални примеси	
Мериносова тънка	6—8	12—28	4—12	25—26	35—45
Полутънка цигайска	12—13	6—11	12—18	13—18	50—55
Полугруба	11—14	10—14	7—18	18—20	45—55
Груба	10—12	5—7	8—14	8—15	55—65
Есенна стрижба	—	2—4	3—8	6—14	70—75

**Експедиране на праната вълна.** За разлика от памука праната вълна се опакова при значително по-малко налягане. Това намалява степването на вълната и пластичната деформация на отделните влакна.

Високата цена на вълната и нейната голяма хигроскопичност налагат тя да се пази от влага. Цистиновият мост в кератина на вълната силно се атакува от молци, които я унищожават.

### ↓ Някои физико-механични свойства на вълната

Най-характерните показатели на вълнените влакна като предимен текстилен материал са следните:

**Дебелина на влакната.** Дебелината, респ. тънкостта, на влакната е основният показател, който определя качеството на вълната. Дължината и дебелината предопределят избора на технологичния процес и системата на прядене. Тази система от своя страна определя възможностите за изтъкване и изплитане на текстилни изделия.

Обикновено в еднородната тънка вълна дебелината на влакната се изменя в малки граници (15—25 μm).

В табл. 15 са дадени дебелините на различните видове влакна, влизащи в състава на нееднородната вълна.

Таблица 15

Вид на влакната	Дебелина, μm	Особености
Пухови влакна	до 30	липсва сърцевинен слой
Преходни влакна	до 52	прекъснат сърцевинен слой
Тънки осилести влакна	52—75	на много места видим сърцевинен слой
Груби осилести влакна	75—90	широк канал в сърцевинния слой
Мъртви влакна	90 и повече	тънка стена и много широк сърцевинен слой

При охарактеризиране на тънкостта на вълнените влакна за  $T_r$  (текс) и  $N_m$  (номер метричен) се получават приблизителни стойности поради големите различия в напречните сечения. Тези различия са по-големи от отклоненията в дебелината на влакната.

Ако допуснем, че влакната са кръгли, метричният номер се определя по следната емпирична формула:

$$N_m = \frac{0,98 \cdot 10^3}{d^2} \cdot$$

където  $d^2$  е напречното сечение на влакната.

При големи различия в дебелината на влакната в процеса на багрене светло оцветените прежди и платове се прошарват.

*Дължина на влакната.* Дължината на влакната определя избора на предачните планове. Тя се отразява върху качеството и цената на готовите текстилни изделия.

Вълната се отнася към дълговлакнестите материали с дължина на влакното от 15 до 180 mm. Тя се подразделя на следните четири дължинни групи:

1. Много къса 15—30 mm — за филтри и филцово производство.
2. Къса 40—60 mm — за шрайхгарно производство.
3. Дълга 80—120 mm — за френско камгарно предачество.

Съществен недостатък на грубите вълни е голямото различие в дължината (от 80 до 180 mm). Това води до получаване на голям процент отпадък при камгарното предене.

*Здравина и разтегливост.* Здравината на вълната е значително по-малка от тази на памука, ликовите и синтетичните влакна. Ориентировъчно здравината на различните вълнени влакна е следната:

- тънка вълна до 25  $\mu\text{m}$  — от 4 до 15 cN;
- полугруба вълна от 25 до 50  $\mu\text{m}$  — от 15 до 45 cN;
- мъртви влакна — от 20 до 25 cN.

Горното обстоятелство е наложило внимателното третиране на вълнените влакна при механичното им обработване. При увеличаване на сечението на влакната абсолютната здравина расте, но относителното удължение и еластичността намаляват.

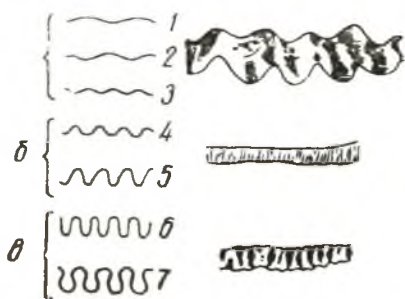
В мокро състояние здравината намалява с 10—20%, а еластичността и удължението се увеличават около 40%. При натоварвания до 50% от здравината предизвиканата деформация е напълно обратима. Вълнените влакна и изделия могат да се обработват в опънато състояние с топла вода и пара, като придадената им форма и дължина се запазват след изсушаването; при повторно обработване с влага и топлина в свободно състояние изделията заемат първоначалната си форма и дължина.

Изключителната еластичност на вълнените влакна се дължи на начупената и спираловидна структура на верижните молекули. Устойчивата форма на влакното се осигурява от  $\alpha$ -кератина. При разтеглянето настъпва изменение и  $\alpha$ -кератинът преминава в нестабилното  $\beta$ -състояние. След премахване на деформиращото усилие кератинът се стреми да заеме стабилното си състояние.

*Къдравина на вълнените влакна.* Само тънките вълни имат естествена пространствена къдравина. Отделните видове вълни се различават по големината и формата на къдравините. Мериносовите вълни имат правилно разположение на къдрите (фиг. 37 б). Другите видове вълни имат неравномерна къдравина на отделни места. Дебелите и мъртвите влакна (фиг. 37 а) почти нямат къдравина. Високата и бримкообразна къдравина (фиг. 37 в) отклонява вълната от нормалния ѝ вид. Тя е сигурен признак, че в овцата има дегенеративни явления и прекомерна изнеженост на организма.

Къдравината на вълнените влакна се измерва с броя на къдрите на 1 см. Пуховите влакна имат от 8 до 14 къдри, а осилестите — от 2 до 8.

Естествената къдравина на вълната се обяснява с асиметричната ѝ структура и с билатералния характер на корковия слой.



Фиг. 37. Къдравини на вълнени влакна



Фиг. 38. Затепване на вълнените влакна

Това различие в корковия слой (кортекса), който заема 90% от сечението на влакното, се пренася и в другите слоеве. Между двете модификации — орто- и паракортекса, се създава различна степен на напрегнатост.

На многобройните видове химични влакна лесно се придава къдравината, но тя, макар и свързана със структурата на изграждащата ги материя, не им придава затепваемост. Вълната единствена може да се затепва.

**Затепваемост.** Люспестата обвивка на вълнените влакна има важно технологично значение при тепането на някои платове.

За изясняване на точния механизъм на взаимодействие между люспестите пластове на отделните влакна са извършени многобройни изследвания.

При тепането на платовете от действието на натиска, триенето и непрекъснатото движение при повишена температура във водна среда отделните влакна в слабо усуканите преждови нишки могат да се придвижват в различни направления (фиг. 38).

Една от главните причини, възпираща връщането на влакната обратно, е различието в коефициентите на триене при движение в посока от корена към върха (0,11) и от върха към корена (0,14). Придвижването на влакната, т. е. затепването, продължава дотогава, докато не настъпи равновесие в триенето. Това е особено забележимо при трикотажните изделия от чиста вълна. След многократно пране и носене настъпва период, когато дрехата повече не се свива и затепва.

В различни литературни източници и учебници се твърди, че отделните люспи на влакната се зацепват при тепането. Ние не споделяме това схващане, тъй като при наблюденията под микроскоп не можахме да открием взаимозацепване на люспи от влакна след затепването. Вероятно в местата на допиране се създава химична връзка и действуват сили на взаимно привличане.

За да се намали степента на затепването, вълнените влакна се обработват с различни химикали, най-често хлор, който разрушава кератина на люспестия слой и влакната остават „голи“. От действието на хлора се изменя и корковият слой. При механичното обработване отпадъкът значително се увеличава. Влакната стават крехки и стърхави; намалява се тяхната здравина, еластичност и устойчивост на различните видове деформации.

Премахването на люспестия слой улеснява проникването на багрилните молекули в кортекса. Хлорираните вълни лесно се оцветяват в меки светли цветове.

**Хигроскопичност.** Вълната има изключително голяма хигроскопичност. Обикновено тя поема над 30% влага, като до 70% влага тя все още не е влажна на пипане.

Кондиционната влажност на праната вълна е 17% при температура 19—21°C и относителна влажност на въздуха 65%.

Хигроскопичността на вълната и редица други нейни свойства я правят подходяща за изработване на всички видове текстилни изделия, необходими за бита.

Освен че поема продуктите, отделяни от тялото (пот, пърхут, мазнини, миризми), тя има и много добри топлоизолационни свойства (в мокро състояние отделя топлина).

**Други свойства.** Под действието на вода и пара в кератина на вълната настъпват изменения. Влакната набъбват и омекват, разтегливостта се увеличава, като здравината значително намалява.

При редица апретурни обработки се работи при температура 115°C, а с мокра пара — при 120°C. Това води до понижаване на здравината на влакната с 15—17%.

При температура на водната баня над 120°C (в автоклав) настъпва частично изменение в структурата на влакната, което се изразява в невъзвратимото им свиване вследствие на набъбването. След изсушаването така обработените вълни имат намалена еластичност (с 30—50%) и здравина. Влакната са твърди и крехки.

Установено е, че при еднакви температури на водата и парата по-голямо е разрушителното действие на парата. При температура на водата, по-висока от 160°C, настъпва хидролитично разпадане на вълнените влакна, като съставните им елементи минават в разтвора.

Вълната бавно поема влагата, но при изсушаване тя продължително я задържа. При отстраняване на хигроскопичната влага влакната стават твърди и крехки.

При сухата дестилация на вълната се отделят водни пари, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> и други вещества.

Под действието на основите вълнените влакна загубват своята влакнеста структура и се разрушават. Основата разрушава главно дистинните мостове в макромолекулата на кератина, като намалява съярното съдържание за сметка на азота. Влакната вследствие на разтварянето им в основата губят от масата и здравината си.

### Други видове вълна

*Вълна от кози.* Поради това, че козите унищожават ниски горски насаждения, в нашата страна те са в ограничено количество.

По качество козятa вълна (козината) може да се раздели на пухова, еднородна и нееднородна.

Пуховата козина се получава чрез изрешване на животните рано напролет. Дебелината на влакната е много малка (15—19  $\mu\text{m}$ ). От една добре отгледана коза се получава около 1 kg пухова козина.

Еднородната полугруба козина се получава чрез стригане на ангорските кози. Използува се главно в трикотажната промишленост и се нарича ангорска вълна, тифтик или мохер. Поради големите люспи на роговия слой тя силно блести и има голяма здравина. Поради еднаквостта на коефициента на триене в двете посоки на влакното тя почти не може да се затепва. Една коза дава около 3—5 kg настриг годишно.

Нееднородната полугруба козина се получава от остригването на различните породи кози. Годишният настриг е от 0,5 до 2 kg.

*Вълна от камили.* В нея се срещат обикновено два вида влакна — пухови и груби осилести влакна. Пуховата вълна се получава предимно от млади животни, които не са работили и не са носили товари. Грубата вълна се получава от работните камили. Тя има голяма дължина — 200—400 mm от гривата и 60—120 mm от останалата част на тялото.

Едногърбите камили дават годишен настриг от 2 до 3 kg, а двугърбите — от 5 до 7 kg. Внасяната у нас камилска вълна се използва за изработване на груб трикотаж, одеяла, платове за манта и балтони.

Вълната, която се получава от животните лама, алпака и викуна, се категоризира като камилската вълна. В нашата страна тя не се преработва.

*Заешки пух.* Той се получава чрез изрешване на специални породи зайци през периода на линеене. Влакната биват тънки пухови, преходни и груби осилести. Пуховите и преходните влакна имат люспи, наредени V-образно. В голямото сечение на сърцевинния слой се виждат многобройни елипсоподобни кухини, изпълнени с въздух. На тази особена конструкция на влакната се дължи превъзходната им топлоизолационна способност. Тя е от 5 до 10 пъти по-добра от тази на мериносовите вълни.

Използува се за изработване на висококачествен филц за мъжки

и дамски шапки, фини трикотажни изделия (шалове, блузи, пуловери и др.).

*Табашка вълна.* Големи количества вълнени влакна се получават от кожата на заклани овци, кози, говеда, коне и камили. В кожарските фабрики с помощта на химични, бактериологични или ферментативни средства се разклабва връзката на корена на влакната с кожата. Влакната имат на единия си край удебеление, което представлява луковицата им. Такива вълни не могат да се багрят в светли тонове, тъй като луковиците прошарват партидите.

Табашките вълни имат по-малка здравина, влакната са втвърдени, крехки и стърхави от действието на различните химикали и дъбилни вещества.

*Възобновена вълна.* Нейното значение за текстилната промишленост непрекъснато намалява. Това се дължи на факта, че сега съвсем малки количества платове и трикотаж се изработват от чиста вълна, чиято цена ежегодно нараства. Смесените платове, изработени от вълна, полиакрилонитрил, полиестер, полиамид и други видове химични влакна, усложняват и в някои случаи правят невъзможно повторното използване на вълнения компонент.

За изработване на шрайхгарни прежди и платове у нас се използва възобновената вълна, получавана от вълнени платове и трикотажни изделия, бракувани след износване или демодирани. Голямо количество изрезки се получават и при шивашкото разкрояване на платовете.

Възобновената вълна се употребява като прибавка към свежата вълна, но може да се употреби и като самостоятелен предилен материал за изпридане на шрайхгарни прежди.

Успешно се използват възобновените вълнени влакна за усукване около здравите полиамидни или полиестерни единични нишки. Получава се здрава висококачествена прежда за изплитане обикновено на груб трикотаж — пуловери, фланели и др.

В зависимост от вида на вълнения материал парцалите се разделят на няколко групи: I група — парцали, получени от чисто вълнени платове и трикотаж, II група — стари парцали от полу вълнени тънки платове, и т. н. Парцалите от всяка група след дезинфекция, обезпрашаване и карбонизиране се сортират по цвят и качество на материала.

Влакната от възстановената вълна са значително повредени. Люспестият слой често липсва, а корковият е пречупен или силно разцепен.

При правилно подобрени компоненти към свежата вълна може да се прибави около 30% възобновена вълна. При това се получават текстилни изделия, които имат всички стандартни показатели.

В търговията и производството се различават следните видове възобновени вълни:

тибет — от нетепани вълнени платове;

шоди — от трикотажни вълнени плетива;

мунго — от тепани вълнени платове;  
 аднака — от полувълнени платове.

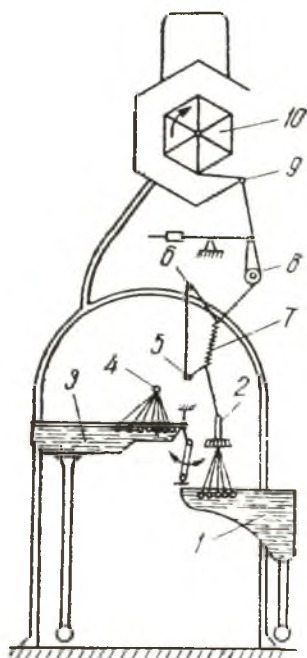
Към всяка от горните групи има указания за по-детайлно класифициране на възобновената вълна.

## ЕСТЕСТВЕНА КОПРИНА

Отглеждането на черничевата буба за получаване на коприна е било известно още в най-дълбока древност. За нейна родина се смята Китай. Естествената коприна представлява тънка и с голяма дължина нишка, изработена от копринената черничева гъсеница, развитието на която е показано на фиг. 39.



Фиг. 39. Метаморфоза на черничевата пеперуда



Фиг. 40. Схема на машина за източване на пашкули

От една унция бубено семе (29,86 g) се получават около 60 kg пашкули. Средно от 3,5 kg сухи пашкули се източва 1 kg копринена нишка, наречена г р е ж.

**Източване на пашкулите.** Предварително обработените и сортирани в партии пашкули се изпращат във фабриките за източване. Най-напред пашкулите се поставят в запарващия басейн I (фиг. 40), изпълнен с гореща вода (95—98°C). От горещата вода

серицинът се размеква, което улеснява снемането на безпорядъчния повърхностен слой от копринени нишки.

Пашкулите, на които е свален повърхностният слой с четката 2 и са уловени краищата, се пренасят в басейна 3, също запълнен с гореща вода. При съединяването на няколко елементарни нишки (около 8) се получава греж. Грежът се прекарва през уловителя 4, който представлява тръбичка с диск, съединяващ отделните нишки в една. През ролките 5 и 6 грежните нишки отиват към участъка 7, където се усукват около себе си в кръг. В резултат на това отделните елементарни нишки се уплътняват и загладват. Чрез ролката 8 и нишководача 9 грежът се намотава на хаспела 10, в камерата на който се вкарва сух топъл въздух за отнемане на влагата.

Средната дължина на нишката в един пашкул е около 3000 m, но обикновено я източват от 500 до 1000 m. Останалото е отпадък, който се разделя, както следва:

1. Кайнар — копринени нишки, останали върху неизточения пашкул; от него се изпридат копринените прежди, наречени шапе;

2. Фризон — нишки, останали върху четката при снемане на горния пласт до улавяне на края.

3. Басине — пашкули, останали в басейна неизточени поради заплетени нишки.

Източената и навита на гранчета копринена нишка се нарича греж. Нашите фабрики произвеждат греж с дебелина 1,5 *tex* ( $N_m = 643$ ); 2,3 *tex* ( $N_m = 429$ ) и 3,2 *tex* ( $N_m = 310$ ).

### ↓ Някои свойства на естествената коприна

Върху пашкула естествената коприна представлява двойна нишка, обвита с неравномерен слой от серицин. Под действието на топъл сапунен разтвор серицинът се разтваря и пашкулената нишка се разделя на две елементарни фиброинови нишки с дебелина от 12 до 14  $\mu\text{m}$  — външните, от 10 до 16  $\mu\text{m}$  — средните, от 5 до 15  $\mu\text{m}$  — вътрешните.

По дължината си пашкулната нишка не е еднакво дебела. Горният повърхностен слой незначително се изменя. Следващите пластове (от 40-ия навътре) силно се уплътняват, като от елипсоидно сечението става лентовидно. Това изменение в сечението може да се обясни с физиологичното състояние на гъсеницата, която при навиване на вътрешните пластове е изчерпила по-голяма част от коприненото вещество в жлезите си.

За получаване на равномерна грежна нишка се използват пашкули, които се намират на различни степени на източване в басейна.

На фиг. 41 са дадени надлъжни изгледи и напречни сечения на черничева и дъбова коприна.

Нишката на дъбовата или дивата буба туса има дебелина от 40 до 60  $\mu\text{m}$ , а някои видове и до 60—80  $\mu\text{m}$ . По дължината си има рязко забележими резки. При тусата серицинът на някои места про-

никва във фиброиновите нишки. Освен това тя има силно изразена фибриална структура, което затруднява източването. Пашкулите на дъбовата коприна обикновено се разкъсват и развличват, след което от тях се изпридат прежди, предназначени за горно и друго облекло.



Фиг. 41. Естествена коприна:

а — трез; б — изварена коприна, в — дива коприна „дуса“

При пашкулите от местната жълта порода тъкостта на нишката е 2,9 dtex ( $N_m=3450$ ), а от бялата бургатска порода — 3,2 dtex ( $N_m=3110$ ). Ориентировъчно средната дебелина на копривената нишка е от 2,9 до 3,3 dtex (от 2,7 до 3den).

По химичен състав влакната на естествената коприна, по-точно фиброинът —  $C_{15}H_{23}N_5O_6$  ( $C=48\%$ ,  $H=6,5\%$ ,  $N=17,6\%$  и  $O=28\%$ ), се отнасят към белтъчните високомолекулни вещества. За разлика от вълната те не съдържат сяра, поради което не се нападат от молци.

Макромолекулата на коприната се характеризира с висока степен на ориентация, което определя голямата якост на нишките. При багренето обаче вследствие на фибриалната структура на фиброина настъпва частично разрушаване на нишките. Коприната се покрива със стърчащи влакнца — разрошва се.

Серицинът на коприната се отличава по химичния си състав от фиброина с голямото съдържание на кислород и малката устойчивост на действието на физикохимичните реагенти. Съдържанието на серицина в пашкулите е от 22 до 25% от масата им. В дивата коприна серицинът е сравнително по-малко (от 1 до 10%). Изваряването и отстраняването му се затрудняват от присъствието на дъбилни вещества.

При нагриване на коприната над  $100^{\circ}C$  нишките стават твърди и крехки. Продължителното действие на топлина и влага понижава якостта на нишките; в мокро състояние коприната губи 5—10% от своята якост, като разтегливостта ѝ се увеличава с 15—20%.

От разтворите на основи влакната набъбват, а при нагриването им в тази среда те напълно се разтварят.

Афинитетът на коприната към багрилата се увеличава от слабите киселини; силните киселини я разрушават.

Коприната има голяма хигроскопичност; при температура 24°C и относителна влажност на въздуха 65—70% суровата коприна поглъща около 11% влага. Слънчевите лъчи бързо деструктират коприната. За 200 h облъчване тя губи 50% от здравината си.

Естествената коприна лесно адсорбира на повърхността си солите на тежките метали (платина, злато, сребро, олово, желязо и др.). Това свойство широко се използва за изкуствено утежняване на масата на платовете и изделията от тях. Нормалното утежняване на коприната ѝ придава по-добра драпируемост. Ако обаче солите са повече от 30% от масата ѝ, нишките стават чупливи и малко устойчиви на износване.

Относителната влажност на околния въздух оказва влияние на високото диелектрично съпротивление на коприната.

Здравината на елементарната копринена нишка е значителна, тя достига до 470 МРа. Разрушаващото натоварване на опън на пашкулена нишка е около 10 сN, а за елементарната копринена нишка — около 4 сN.

Разтегливостта на коприната достига до 30%. При това голяма част от общото удължение е еластично. Например при 5% удължение 75% от него е еластично.

Под понятието свиленост  $C_v$  се разбира процентното отношение на масата на обвивката  $O$  към масата на пашкула  $P$ :

$$C_v = \frac{O}{P} \cdot 100 \%$$

Българските пашкули имат средна свиленост 44—52%, а останалата какавида и кожичата — около 48%.

Отношението на масата на източените копринени нишки — грежа, към масата на пашкулите се нарича рандеман:

$$P_r = \frac{G_r}{L_r} \cdot 100 \%$$

където  $P_r$  е кондиционният рандеман;

$G_r$  — кондиционната маса на пашкулите, добита при източването;

$L_r$  — кондиционната маса на пашкулите, от които е добит грежът.

Естествената коприна има голяма якост. За нея са характерни добрите еластични и сорбционни свойства. Високата хигроскопичност я прави удобна за изработване на бельо, рокли и др. Тя лесно поема продуктите, отделяни от човешкото тяло и му осигурява хигиенна комфортност.

Една от причините, поради която ежегодно намалява световният добив на естествена коприна, е необходимостта от влагане на много труд (около 13 надници за 1 kg греж) и от големи плодородни площи, засадени с черничеви насаждения.

Вероятно за отглеждането на бубите няма да се разчита само на черничеви листа. Вече се правят успешни опити за заместването им с нишесте, тръстикова захар, брашно, соево масло, целулоза, витамини В и С и различни минерални соли.

Засега естествената коприна има висока цена и както златото ще стане благородно влакно.

## ДРУГИ ВИДОВЕ ВЛАКНА И НИШКИ

*Азбест.* Азбестовите влакна са от минерален произход. Те се намират във вид на снопчета или гнезда в минералите хризотил и крокодилит. Химически хризолитът представлява магнезиев силикат —  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , с относителна плътност 2,5. От него понастоящем се получават близо 97% от азбестовото влакно.

Парчетата от хризолит се разделят на отделни влакна в специални мелници с ролки или чрез нанасяне на удари върху тях с еластична материя. Това разделяне може да се прекрати в зависимост от желаната дебелина на снопчетата от азбестови влакна.

Влакната на азбеста, гледани под микроскоп, са гладки, прави, с различна широчина и бледожълтеникав цвят. Здравината на влакната е изключително голяма — до 3200 МПа, и надминава всички стомани. След отделянето на влакната от минералните блокове здравината им намалява на 750—1200 МПа. Дължината на елементарните влакна зависи от начина на отделянето им. Тя се мени от 1,4—6 до 50 mm. Азбестът съдържа от 11 до 15% свързана вода и гри обикновена температура не гори. Точката му на топене е около  $1500^\circ\text{C}$ . До  $100^\circ\text{C}$  той намалява здравината си само с 10%, а при  $220^\circ\text{C}$  — с 36%, като останалите свойства остават непроменени. При температури над  $650^\circ\text{C}$  в азбеста настъпват химични изменения.

Хризотилевият азбест в смес с късовлакнест памук (10—20%) се изприда в прежда по шрайхгарния начин. От нея се изтъкват платове, предназначени за дрехи на работниците в метаяургичните заводи, за противопожарни съоръжения, триещи плоскости, изолация в параходи, автомобили, самолети и др. Хризотилевият азбест има голяма устойчивост на основи. Най-слабите киселини обаче разрушават неговата структура.

За химическата промишленост освен азбестови изделия и платове, издръжливи на основи и високи температури, са необходими и такива, устойчиви на киселини и високи температури. За изработването им се използват азбестови влакна, получавани от крокодилита, който има изключителна издръжливост на всички киселини. Влакната му са по-слаби и крехки от хризотила. Топи се при  $1150^\circ\text{C}$ . Относителната му плътност е 3,2.

В зависимост от суровината, от която се получава, азбестът бива:

а) серпентинов — добиван от минералите хризотил, пикронит и др.

б) амфиболов — добиван от минералите крокодилит, амозит, антофилит, тремолит и октинолит.

Годишният добив на азбест в света е около 2,5 млрд. kg. Голямо количество от него, около 250 млн. kg, се преработва в текстилната промишленост.

В нашата страна се получава актинолитов азбест, който не е подходящ за изработване на текстилни изделия поради малката му дължина. Използува се за изработване на етернитови изделия.

От дълговлакнения азбест се изработват текстилни изделия, азбестоциментови черупки, водопроводни тръби, плоскости за топло- и електроизолация, спирачни дискове и още много други изделия.

*Каучукови нишки и вулканизати.* В текстилната промишленост все по-широко приложение намират естественият и изкуственият каучук. Според предназначението им каучуковите нишки биват лентовидни и кръгли. Лентовидните се изрязват от валцовани плоскости, предварително вулканизирани. Кръглите се получават чрез пресоване през дюзи на разтворен каучук — латекс. Каучуковите изрезки обикновено се оплитат или втъкават в опънато състояние при удължения до 50%.

Към разтвора на някои видове изкуствени влакна се прибавя каучуково мляко. След изпридането такива влакна имат голяма еластичност.

За изработване на водонепропускащи тъкани едната им страна се покрива с разтворен каучук, който след вулканизацията се свързва здраво с тъканта.

*Влакна и вати от силикатни нишки* не са подходящи за изработване на изделия за битовите нужди на човека. Те обаче намират широко приложение в многобройните клонове на народното стопанство — строителството, машиностроенето и др. Получават се от кварцов пясък, алумиев хидроокис, натриев карбонат и др. В зависимост от изискванията към влакната от нишките или ватата се приготвява подходяща стъклена маса — стопилка.

Дебелината на влакната и нишките, предназначени за изработване на специални „текстилни“ изделия, е 10—12  $\mu\text{m}$ . Въпреки тънкостта влакната са крехки и малко издръжливи при различните видове деформации.

В зависимост от предназначението на стъклените влакна едни от тях имат подчертана устойчивост на киселини и високи температури, а други — на основи и високи температури. Това зависи главно от процентното съдържание на различните химични компоненти.

Широко приложение намират влакната, получавани от шлаките на металургичните заводи. Различните видове нишки, влакна и

вати, свързани с епоксидни и други смоли, намират широко приложение в жилищното строителство, корабоплаването, машиностроенето, самолетостроенето и др. Те не се окисляват и са устойчиви на атмосферни въздействия.

*Други видове нишки.* Металните нишки намират широко приложение. Те се разделят на две групи: за промишлени цели и за битови нужди.

За промишлени цели се използват лесно деформиращи се в студено състояние метали — мед, месинг и легирани стомани, устойчиви на високи температури и активни вещества. Изтеглянето им става по класическия начин на последователно изтъняване през отвори с непрестанно намаляващо сечение. Камъните за изтегляне се правят от специални много твърди хромови стомани или диаманти за технически цели. Произведените метални нишки се използват за изплитане на проводници за високо напрежение, многожични кабели, телени въжета и сита, които намират много голямо приложение в химическата, хранително-вкусовата и камено-въглената промишленост, във флотационните фабрики, селскостопанските машини и др.

Ограничено приложение в текстилната промишленост намират нишките от чиста платина, злато и сребро. Позлатените и посребрените нишки се използват за изтъкване на специални платове за декоративни цели, за театрални реквизити и др.

През последните години алуминиевите нишки при определено обработване с минерални киселини и багрила добиват златен блясък, който запазват продължително време. Обикновено металните нишки (сърма) се използват като ефектни нишки, пресукани или скатани с влакна от растителен или животински произход, както и със синтетични и изкуствени влакна. Изработват се ефектни платове, специални декори и покривки, мебелни платове и др., които по-бавно се замърсяват и могат да се използват продължително време, без да се перат и гладят (гладенето предизвиква деформации на металните нишки и рязко изменение на цвета им).

В многобройните клонове на промишлеността постепенно заемат своето място синтетичните текстилни нишки. Те са изключително евтини, хидрофобни, устойчиви на основи, киселини и други реагенти. От тях се правят сита, мрежи и др. За нуждите на текстилната промишленост се изработват нов вид златни и сребърни нишки. Това са здрави памучни прежди, покрити с целулозен ацетат, в който е диспергиран фин прах от сребърен или златен бронз. Като свързващо вещество се използват желатин, казеин или евтини синтетични смоли.

## ОСОБЕНОСТИ ВЪВ ФИЗИЧНИТЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ХИМИЧНИТЕ ВЛАКНА И НИШКИ. ОБЩИ СВОЙСТВА

Недостигът на природните текстилни влакна и някои техни недостатъци, от една страна, и високото развитие на науката и техниката, от друга, дадоха възможност да се получат при заводски условия текстилни влакна и нишки, наречени химични. Това наименование е неправилно, защото при получаването на някои влакна не протичат химични процеси. Най-подходящо е наименованието *man-made fibers* — влакна, направени от човека.

Химичните влакна и нишки се изработват от природни и синтетични полимери във вид на комплексни нишки, монофили, кабели и щапелни влакна.

Щапелните влакна представляват влакнеста маса, състояща се от нарязани елементарни нишки с дължина от 40 до 130 mm в зависимост от предназначението им. Те се получават при нарязването на кабелите, които имат няколко десетки хиляди елементарни нишки.

За осъществяване на производството на химични влакна и нишки се преминава през следните основни етапи:

а. Предварителна обработка на суровината от природни полимери или синтез на полимери от нискомолекулни вещества (мономери).

б. Получаване на предилен разтвор от изходния полимер, когато полимерът е разтворим, или на стопилка, когато температурата на топене на полимера е по-ниска от температурата на химичното му разпадане.

в. Формоване на нишките или щапелните влакна. Това се постига, като предилният разтвор или стопилката се прекарват под налягане през тесни отвори (дюзи). В първия случай изтичащите струйки се втвърдяват в резултат на реакциите, протичащи в коагулиращата вана. Това е мокрият начин на формоване от разтвори. Във втория случай струйките затвърдяват при изпаряване на леснолетливия разтворител в шахти (камери), затопляни с горещ въздух. Това е т. нар. сух начин на формоване. При него нишките могат да се получат вследствие на охлаждане от разтопен или размекнат полимер.

г. Апрутурното обработване на влакната и нишките има за цел да се отделят от повърхността им различните примеси и да им се придадат нови свойства — белота, мекота, обемност, устойчивост на електризация и т. н.

д. Механичното преработване през първия етап се състои в

утъняване, дублиране и пресукване на нишките и намотаването им на гранчета и бобини.

Тези и други операции в дългия технологичен процес се реализират по различни начини и в различни условия в зависимост от химичния състав и структурата на полимера, от който се произвеждат влакната и нишките.

## ОБЩИ СВОЙСТВА НА ХИМИЧНИТЕ ВЛАКНА

За разлика от природните влакна на химичните могат да се придадат такива свойства, каквито са необходими на потребителите. Много често от един изходен материал се получават текстилни влакна и нишки, които се различават по някои общи свойства.

В зависимост от предназначението влакната и нишките биват: безкрайни нишки — коприни; влакна с определена дължина — шапелни влакна; кабел — състои се от стотици хиляди нишки, скатани без сук; кабелчета — състоят се от няколко хиляди нишки, скатани без сук.

Както при естествената коприна, така и при химичните коприни няколко елементарни нишки се скатават и образуват нишката. В зависимост от дебелината те се разделят на три групи:

1. Тънки с дебелина под  $2,2 \text{ dtex}$  ( $Nm$  над 4500).
2. Средно дебели с дебелина от  $2,2$  до  $4,4 \text{ dtex}$  ( $Nm$  от 2250 до 4500).
3. Груби с дебелина над  $4,4 \text{ dtex}$  ( $Nm$  под 2250).

Освен по тънкостта на единичните нишки коприните се групират и по общата дебелина на съставлящите ги нишки:

1. Тънка коприна с дебелина под  $11 \text{ tex}$  ( $Nm$  над 90).
2. Груба коприна с дебелина над  $11 \text{ tex}$  ( $Nm$  под 90).

В зависимост от дебелината и предназначението им шапелните влакна се групират на няколко групи:

1. Памучен тип с дебелина  $2,80 \text{ dtex}$  ( $Nm=3600$ ) и дължина  $30-60 \text{ mm}$ .
2. Вълнен тип с дебелина от  $2,8$  до  $6,8 \text{ dtex}$  ( $Nm$  от 1500 до 3600) и дължина  $60-150 \text{ mm}$ .
3. Влакна за килими — леноподобни, ютеноподобни и др., с дебелина над  $6,8 \text{ dtex}$  ( $Nm$  под 1500) и дължина от  $150$  до  $300 \text{ mm}$ .

За съвместната преработка на природните влакна с химични последните трябва да приличат по редица физико-механични показатели на природните. Чрез различни степени на изтегляне на химичните влакна още при формоването им те получават различна здравина и удължение. Химичните влакна памучен тип са по-здрави и с по-малка разтегливост от влакната вълнен тип, макар че са произведени от един и същ влакнообразуващ полимер.

В зависимост от изтеглянето, което оказва решаващо влияние върху здравината на химичните влакна, те биват: а) обикновени —

г) нормална здравина, които почти не се изтеглят; б) заздравиени — изтеглени 1—2 пъти; в) силно заздравиени — изтеглени над 10 пъти, и г) свръхздрави — изтеглени много пъти.

За да се намали несъвместимостта при механичната преработка на химичните влакна се придава къдравина главно по механичен начин — чрез прекарване през назъбени валци или чрез нагъване и нагнетяване в специални колекторни кутии. Набраздената повърхнина и лекото накъдряне на вискозните влакна се постига по химичен начин още в процеса на овлажняването.

Един от съществените недостатъци на химичните влакна е лъскавината (блясъкът) им. Най-ефикасно средство за намаляването ѝ е колоидният титанов двуокис ( $TiO_2$ ), който се вкарва в разтвора преди овлажняването. Освен това той значително повишава коефициента на триене между отделните влакна и увеличава сцеплението. Голямата твърдост обаче на елементарните му частици, които се намират по повърхността на влакната, ускорява износването (изтриването) на всички метални части — различни нишководачи, направляващи устройства, винтови барабани при бобинажите и даражни гарнитури, през които те преминават.

Под влияние на атмосферата и слънчевата светлина настъпват сложни фотохимични процеси, които водят до намаляване на здравината на матираните химични влакна.

Голяма част от химичните влакна се багрят трудно или изискват специални съоръжения за това. Технологически лесно осъществимо е багренето в маса, като в предилния разтвор се поставят органични или неорганични пигменти, кюпни и азобагрила. Цветът на получените влакна има голяма устойчивост на триене и светлина. Този начин на багрене обаче ограничава разнообразието на цветовете, поради което в маса се багрят не повече от 25—35% от химичните влакна и коприни.

Създателите на химичните влакна, които са се стремели в много случаи да имитират природните, са произвели влакна, които по дължината си имат кухини, изпълнени с газ. Кухите влакна се получават, като в предилния разтвор на вискозата се прибавя сода ( $Na_2CO_3$ ). Отделеният въглероден двуокис образува гнезда в сечението на влакната. Тези влакна имат увеличено топлинно съпротивление и са много леки. Те обаче имат по-малка здравина.

С цел да се увеличи коефициентът на триене, да се намали лъскавината и да се подобри пухкавостта химичните влакна и нишки се привеждат с напречни сечения, които имат форма на искри и звезди, триъгълни, трапецовидни и др.

### **Вискозни комплексни нишки и шапелни влакна**

Многобройни са факторите, които влияят върху химичните и физико-механичните свойства на вискозните влакна. Най-важните от тях са: съотношението между аморфната и кристалната част,

големината на кристалическите надмолекулни образувания и степента на ориентация на структурните елементи по дължината на влакната.

Вискозните влакна имат нееднородна структура поради това, че формоването на влакната изисква определено време. Когато повърхностният слой е още пластичен, целулозният ксаятогенат, разположен във вътрешността на влакната, е все още некоагулиран и не е завършена ориентацията на молекулните агрегати. Това е най-вероятната причина за нехомогенната структура на вискозните влакна (фиг. 42). В повърхностния слой молекулите са значително по-ориентирани от тези в сърцевинния слой. Дебелината на външната обвивка зависи от условията на получаването на влакната. При обикновените вискозни влакна дебелината на ориентирания слой се изменя в големи граници — от 30 до 50% от общата им напречна площ. Неговата здравина надминава здравината на сърцевината 2—3 пъти. Поради по-голямата си плътност има близо 50% по-малко набъбване във вода.

Структурната нееднородност на вискозните влакна рязко се проявява при багрнето на напречните им сечения. Докато неориентираната сърцевина се багри на 3—5 min, обвивката изисква 15—20 min.

Обвивката на заздравените кордни нишки се багри за около 6 h, а вътрешният слой — за 8—15 min. Свръхздравите нишки не могат да поемат багрило и след 150 h.

Следователно външната обвивка на силно изтеглените кордни нишки има силно уплътнена структура, а вътрешността е със значително по-малка плътност.

В табл. 16 са дадени сведения за някои свойства на външните и вътрешните пластове на вискозните влакна и нишки.

Таблица 16

Свойства	Ориентирана обвивка	Сърцевинен слой
Набъбване във водна среда, %	55—65	75—85
Хигроскопичност, %	13—14	11—12
Намаляване на здравината в мокро състояние, %	20	50

Колкото по-голяма е разликата в дебелината на двата слоя, толкова здравината е по-малка, а влакната са стърхави и корави.

В случаите, когато формирането е приключило преждевременно и в сърцевината на влакната се намира вискозен разтвор, отделящите се от вътрешността газове — серовъглерод и сероводород,

образуват мехури. При разпукването си те обикновено пробиват външната обвивка, което значително понижава качеството на вискозните нишки и влакна.

За технологичните преработки и санитарно-хигиенните свойства съществено значение има формата на напречното сечение и повърхността на влакната. Ако целулозният ксантогенат при преминаването през коагулиращата вана се разлага бързо, повърхнината на изтичащите струйки се покрива с хидратна целулозна обвивка. Вътре в нея се създава високо осмотично налягане, което премества „течността“ към външните слоеве. Обемът на влакната се „намалява“, обвивката силно се сбръква и нарязва. Изпъкналите части по дължината на влакната се наблюдават като по-светли или по-тъмни ленти в зависимост от начина на осветяване на обекта при микроскопските наблюдения.

Вискозните влакна и нишки с кръгло или бъбрековидно напречно сечение се получават при бавното осапунване на целулозния ксантогенат. Бързото разлагане на целулозния ксантогенат води до увеличаване на нееднородността на структурата и понижаване на качеството на целулозните влакна и нишки. Формоването на влакната се затруднява и от нискомолекулните фракции, които имат СП, по-малка от 150—200. Те увеличават набъбването и удължението на влакната във вода и намаляват здравината им.

Структурните елементи на вискозните влакна — молекулите, са корави и твърди, което затруднява тяхното пакетирание. Между молекулите остават микропори. Обикновените вискозни влакна имат едрозърнеста структура, а здравите и свръхздравите — дребнозърнеста.

*Здравина, удължение, водопоглъщаемост.* Относителната здравина на масово произвежданите вискозни влакна е около 20 km; в мокро състояние те загубват голяма част (55%) от здравината си. Сухите вискозни влакна имат разрушаващо удължение до 20%, а мокрите — с 3—5% по-голямо. Плътноста на вискозните влакна е 1,52 g/cm<sup>3</sup>, докато на вълната и ацетатните влакна е 1,32 g/cm<sup>3</sup>.

Вискозните влакна реагират силно и бързо на измененията на влагата в околната паро-въздушна среда и трудно отдават погълнатата влага. Във вода набъбват, като увеличават напречното си сечение с 50—60%, а дължината — само с 1—2%. При температури над 100—120°C вискозните влакна увеличават здравината си поради частичното отделяне на влагата.

Различните видове гъби, плесени и микроорганизми повреждат вискозните влакна.

Поради високото влагосъдържание вискозните влакна слабо се наелектризират при влаченето, решенето, преденето и редица други механични процеси. Това е наложило съвместното им преработване с различните видове химични влакна, които имат нищожна хигроскопичност.

За да се намали хидрофилността на вискозните влакна, в предилния разтвор се прибавя дървесинна смола, която намалява сорбционната ѝ способност, т. е. поглъща течности.

По много показатели вискозните влакна и нишки са подобни на памука. Те също могат да се преработват и използват в чист и смесен вид във всички клонове на текстилната промишленост, бита, промишлеността и селското стопанство.

*Съвместна преработка с памука.* По-голяма част от вискозните влакна се употребява главно в смес с памука. Изпридат се преди за изтъкване на платна за ризи и бельо, на платове за горни дамски дрехи и костюми. Големи количества се използват за медицински тъкани и други цели. От по-дебели вискозни влакна се изпридат преди с дебелина  $13,3 \text{ tex} \times 3$  ( $Nm=75/3$ ) за изтъкване на обикновени и жакардови платове за мебели, облицовка и декоративни цели.

Голяма част от обикновените вискозни щapelни влакна се използва в меланжовото производство за изпридане на прежда с дебелина  $50-20 \text{ tex}$  ( $Nm=20-40$ ) в смес със средновлакнест памук и щapelни влакна с дебелина  $333 \text{ mtex}$  ( $Nm=3000$ ). От такива прежди се изтъкват платове за летни костюми.

За да се намали мачкаемостта на такива платове, в двукомпонентната смес се прибавят около  $12-15\%$  полиамидни щapelни влакна. Те значително увеличават устойчивостта на изтриване.

Свиваемостта на чисто вискозните платове е много по-голяма от смесените — памук  $67\%$  и вискозни влакна  $33\%$ . Здравината на платовете след апретурната обработка за несвиваемост и немачкаемост намалява  $10-15\%$ .

Използването на  $15-20\%$  вискозни влакна при преденето на памука позволява да се смесват памуци с по-ниско качество. При това се получава прежда, която има стандартни показатели. Отпадъкът при влаченето, преденето и тъкането значително намалява, а производителността на труда се увеличава. Дрехи от такава смес имат много добри санитарно-хигиенни свойства.

*Преработване на вискозните нишки и прежди в трикотажната промишленост.* Вискозната коприна обикновено се преработва на класическите съоръжения за естествена коприна. Тя се тъче в крепови, полукрепови и гладки платове. Широко приложение намира вискозната коприна с дебелина от 25 до  $6 \text{ tex}$  ( $Nm$  от 40 до 150). От нея се изработват платове с грамаж от 80 до  $290 \text{ g/m}^2$  и широчина от 65 до 100 см.

Трикотажната промишленост използва вискозната коприна за изработване на евтени платове — обикновено гладко трико и жакардово трико. Големи количества трикотажни платна се подлагат на печатно обработване.

Понастоящем от вискозни влакна се изработват почти всички видове подплати (хастари) за различните костюмни платове. Хастарите от вискозата имат малка маса, силен блясък и повишена устойчивост на триене поради ниския коефициент на тангенциално съпротивление на влакната и нишките.

За намаляване на мачкаемостта и свиваемостта на платовете и трикотажа се използват полинозни влакна. Текстилните изделия от тях не се разпускат при носене и пране и запазват дадената им форма. Обагрените полинозни влакна имат висока цветоустойчивост, както дълговлакнестите памуци.

От полинозни влакна се изпридат тънки крепови и маркизетни платове, костюми, мебелни и други платове. Те се преработват също с памучните и обикновените вискозни влакна, на които придават липсващите им физико-механични свойства. Както нормалните вискозни влакна, така и полинозните се прибавят към синтетичните полиестерни, полнакрилнитрилни, полиамидни и други влакна за да се увеличи до известна степен тяхната влагопоемност и да се намали цената им.

*Преработване на вискозни влакна във вълнената промишленост.* Поради недостига на овча вълна и високата ѝ цена големи количества вискозни влакна вълнен тип се използват за камгарни и шрайхгарни текстилни изделия. Поради равномерността и чистотата им външният вид на полувълнените платове се подобрява, производителността на предачниците нараства с около 12%, а на тъкачните станове — 9%. Използуването на вискозни влакна в камгарното и шрайхгарното предачество дава възможност да се изпридат по-тънки прежди, отколкото от чиста вълна. За да се увеличи износоустойчивостта, се тъкат платове, в които вискозните влакна остават във вътрешността на плата. На външната страна излизат вълнените влакна и синтетичната прибавка, обикновено полиамидни шапелни влакна.

Вълнени платове, които съдържат над 30% вискозни влакна, имат по-ниска мачкаемост. Изработването на прежди и тъкането на платове се затрудняват значително с увеличаване на вискозния компонент.

*Преработване на вискозни влакна в ленено-конопената промишленост.* Ленът и конопът непрекъснато намаляват относителния си дял в общото количество текстилни влакна. На смесените ленено-вискозни платове вискозните влакна придават мекота, улесняват багренето и увеличават драпиращата способност. Освен това нараства производителността на труда и машините. Икономически е особено изгодно смесването на ленен дреп, къси ленени влакна и вискозни шапелни влакна ленен тип.

Смесената прежда, която е много по-равномерна, има около 25% по-малка здравина. Удължението ѝ се увеличава, а късливостта при тъкането ѝ значително намалява. Костюмните смесени платове имат по-малка износоустойчивост от чисто ленените. Те са хигроскопични, държат хладно и поемат продуктите, отделяни от човешкото тяло.

При изработването на изделия, които не се мокрят — подложки за мебели, подове, декоративни и амбалажни платове, се прибавят груби вискозни шапелни влакна. За по-здрави и дебели канапи, вър-

ви и въжета се използват значителни количества нестандартни вискозни влакна, неподходящи за други цели.

*Нетъкани изделия от вискозни влакна.* Вискозните влакна са много подходящи за изработване на редица текстилни изделия чрез плетене и прошиване. Прибавката на дълги вискозни влакна при прошиването и плетенето улеснява развлачването на останалите компоненти от възобновена вълна, камгарен дреп, табашка вълна и памук. В резултат на това се получава равномерна ватка с определена дебелина и плътност.

При смесване на къси вълни с 35% вискозни и 15% полиамидни шапелни влакна се получават нетъкани изделия със задоволителни експлоатационни свойства.

Поради особената си конструкция прошитите нетъкани материали се свиват силно при пране. Това се дължи на прошиващите нишки, намиращи се в напрегнато (опънато) състояние през целия процес на апретиране. При бавно сушене значително се намалява свиваемостта.

За изработване на полувъвлени нетъкани изделия (от табашка вълна, дреп) успешно могат да се използват вискозни шапелни влакна, които заедно с около 3—4% полиамидни влакна увеличават здравината и износоустойчивостта на изделието, ограничават разпускането в напречна посока и намаляват свиваемостта след пране до 4—5%.

*Вискозен корд.* Въпреки безспорните успехи на полиамидния корд вискозният все още намира голямо приложение при изработването на нишки за авто- и авиогуми, транспортни ленти, ремъци и други тежки технически платове и специални изделия.

Едно от големите предимства на вискозния корд е неговата устойчивост на повишена температура и издръжливостта му на умора при различни деформации.

При нагриване до  $\sim 100^{\circ}\text{C}$  вискозният корд увеличава здравината си с 10—15% вследствие на отделената от нишките влага. При същите условия полиамидният корд значително намалява своята здравина и увеличава разтегливостта си, което за авто- и особено за авиационните гуми е недопустимо.

Специални технически изделия се тъкат от заздрави вискозни нишки — за основа, и качествена памучна прежда или прежда от полиамидни шапелни влакна — за вътък.

#### *Други видове вискозни влакна и нишки*

В стремежа да се подобрят някои от свойствата на вискозните влакна, а именно: да се намалят набъбването и времетраенето на сушенето, да се увеличат началният модул, износоустойчивостта и термопластичните свойства, бяха създадени някои видове вискозни влакна със специални свойства.

**Модални влакна.** Този вид вискозни влакна се получават чрез

изменение на физичната структура на целулозата и чрез химични методи, използващи етерификацията или създаването на междумолекулни химични връзки. Удължението на модалните влакнести материали при значително натоварване на опън (2,5 cN/tex) е по-малко от 15%. Те имат сбита молекулна структура и висок модул в мокро състояние. Макромолекулните агрегати са ориентирани успоредно на главната ос: този им строеж осигурява здравина, подобна на тази на памучните влакна в сухо и мокро състояние. Модалните влакна поемат по-малко вода и запазват придадената им форма след пране. При влаченето и преденето те натрупват по-малко статично електричество, което значително улеснява механичното им обработване.

**Полинозни влакна.** Те също спадат към модалните влакна. Получават се по вискозния начин, като втвърдяването на нишките се извършва в слабо коагулираща баня, вследствие на което макромолекулните агрегати се ориентират по цялото сечение, а не само във външната обвивка. Запазването на максималната дължина на целулозните вериги осигурява по-висока степен на полимеризация (по-дълги макромолекули), вследствие на което се получават влакна с фибрилна структура, както при качествените памуци.

Памукоподобната им структура позволява не само съвместното им механично преработване с памука, но също и съвместното им багрене и апретиране. При мерсеризацията натриевата основа почти не поврежда полинозните влакна. Те имат висок модул на линейна деформация в мокро състояние, но въпреки това се багрят, както памукът.

Полинозните влакна имат два пъти по-голяма здравина и многократно по-малко удължение, което придава устойчивост на формите и размерите на изделията от тях. Свиването на платовете, изработени от полинозни влакна, е почти два пъти по-малко от свиването на обикновените вискозни влакна.

В структурата на полинозните влакна има многобройни пукнатини, които улесняват проникването и задържането на багрилата и препаратите дълбоко в сечението на влакната. Това значително улеснява задържането на синтетичните смоли, които придават на полинозните влакна немачкаемост. При обработване на полинозните влакна с различни видове смоли те не променят механичните си свойства, тъй като не се деструктира целулозата. (Памучните и вискозните влакна при подобно обработване намаляват значително здравината си.)

За произвеждането на полинозни влакна се използва висококачествена изходна целулоза, а за мерсеризацията — основа с висока чистота. Формоването на влакната се извършва при малки скорости (10—20 m/min). Тези и други строги изисквания и разходи правят полинозните влакна почти два пъти по-скъпи от обикновените вискозни влакна.

В зависимост от използваната технология се получават обикно-

вени и заздрави полинозни влакна. За обикновените влакна се използват разтвори от високоестерифицирани и високополимерни ксантогенати и коагулиращи бани с ниска концентрация на киселини и соли. Това осигурява бавното протичане на химичните реакции при разлагането на ксантогената, в резултат на което формованото влакно е подходящо за по-голямо изтегляне.

Заздравените полинозни влакна се получават по същия начин, както обикновеното полинозно влакно, но с тази разлика, че във вискозния разтвор или в коагулиращата вана се добавят определени количества формалдехид НСНО. Неговото присъствие в разтвора и ваната забавя протичането на химичните реакции при разлагането на ксантогената. По такъв начин се увеличава пластичността на формованото влакно и става възможно да се приложи по-голямо изтегляне, което води до значително увеличаване на здравината на влакната.

Високата ориентираност на структурата на влакната и целулозната им природа водят до абсолютна твърдост, която е няколко пъти по-голяма от тази на чистото злато (24 карата). Влакната са крехки и чупливи, при влаченето и решенето частично се фибрилизират. Поради по-малкото тангенциално съпротивление (триене) при преденето им се прилагат по-голям брой сукове.

Полинозните влакна в чист вид и в смеси с други влакна успешно заместват висококачествените памуци. От тях се изработват всевъзможни плетива, платове за ризи, бельо, постелни изделия, мебели и декоративни платове. Полинозните влакна се преработват сполучливо със синтетичните влакна — полиестерни, полиакрилонитрилни и др., на които рязко подобряват санитарно-хигиенните свойства поради високата си хидрофилност.

Чрез въвеждане на различни химични компоненти и чрез изменения в технологичните процеси могат да се получат на основата на вискозните влакна още редица специални видове, а именно:

а. Влакна, устойчиви в мокро състояние. Те имат висока еластичност и при решенето не се разрушава влакнестата им структура. Смесени с 30—40% памук, те се използват за изработване на почти всички изделия, заместващи тези от чист памук. В смес със синтетични влакна те се преработват в платове за дрехи и технически цели.

б. Изкуствени влакна с фигурални сечения и променлива дебелина. При тях механичната преработка е улеснена. По външен вид са подобни на памучните влакна.

в. Вискозните влакна, обработени с вещества (например реактантни смоли), които предизвикват омрежване на структурата на влакната. В резултат на това се повишава здравината им в мокро състояние и се намаляват удължението, свиваемостта и мачкаемостта им.

г. Вискозни влакна, между отделните макромолекулни вериги на които са създадени т. нар. напречни връзки (мостове). Това се

постига чрез обработването им с карбамиди, формалдехид, епоксидни съединения, триозини и др. Получените влакна са с подобрени физико-механични свойства — здравина, еластичност, свиваемост, немачкаемост и др.

д. Вискозни влакна, към целулозните вериги на които са присъединени (присадени) различни химични съединения — акрилонитрил, цианетилиран протеин, винилов алкохол, подобряващи здравината и удължението им в мокро състояние.



## Медно-амонячни влакна и нишки

Както вискозните, така и медно-амонячните влакна се получават от регенерирана целулоза. Химичният строеж на макромолекулата на медно-амонячните влакна е както на природната целулоза и на вискозните влакна. За да се разтвори целулозата, медно-амонячният разтвор трябва да има определено количество мед — 4%, и амоняк — 10%.

За производството на медно-амонячни влакна и нишки се използва избелен памучен мъх (линтер). Поради ограничените му количества той успешно се заменя с дървесна целулоза, съдържаща над 90%  $\alpha$ -целулоза. За разлика от памучния линтер дървесната целулоза се разтваря много по-бързо и лесно, което има определено технико-икономическо значение.

С цел да се намали силното набъбване на нишките във вода и да се отстранят съпътстващите ги вещества, те се обработват с нискоконцентрирани разтвори от сярна или солна киселина. За да се намали коравината им, те неколкостранно се изпират с омекотена вода и се прекарват през емулсия от олеинов сапун.

Физико-механичните свойства на медно-амонячните влакна и нишки са подобни на вискозните. Средната степен на полимеризация е по-голяма от тази на вискозните — над 500. Задоволителната ориентация по цялото сечение на влакната се дължи на мокрия начин на изтегляне. Те нямат силно ориентирана (плътна) обвивка и сърцевина. В сухо състояние медно-амонячните влакна имат здравина от 15 до 25 cN/tex. Удължението при скъсване на коприните е 15—25%, а на шапелните влакна — 15—20%.

Разрушаващата дължина в мокро състояние е около 10—11 km, а удължението — до 25%. Плътноста на медно-амонячните влакна и нишки е 1,53 t/m<sup>3</sup>.

При стандартни условия те поглъщат около 11% влага. Поради липса на силно ориентирана ципа и вследствие на пълното коагулирано сечението им е кръгло. Багрилата проникват сравнително лесно в стените на влакната, които силно набъбват във вода.

Силните основи разтварят влакната, а окислителите ги разрушават. Избелването се извършва с перексид или хипохлорит.

По своята мекота, приятен блясък, висока хигроскопичност и драпирруемост медно-амонячните нишки наподобяват естествената

коприна. Шапелните влакна са меки на опип и с вълноподобна къдравина.

Най-известни са медно-амонячните коприни и влакна под наименованията Bemberg, Suprama, Cupresa — ГФР, Matesa — САЩ, Polycot, Tufcel — Япония, и др.

Производството на медно-амонячни коприни е преобладаващо — около 90%, а на шапелни влакна — само 10%.

Превъзходните санитарно-хигиенни свойства на медно-амонячните нишки и влакна са причина те да се използват за изработване на бельо, ризи, рокли, блузи, вратовръзки, хастари, фигурни и крепови платове.

Специално приготвени влакна в смес с вълна се използват за изпридане на килимарски прежди.



### Ацетатни и триацетатни коприненни нишки и прежди

Основните суровини, които се използват за получаване на ацетатна коприна и шапелни влакна, са сложният целулозен естер и оцетната киселина — днацетат, получаван главно от памучен лигтер или от специално обработена дървесна целулоза.

Производството на ацетатна коприна е много по-евтино в сравнение с целулозната. Това се дължи на простотата на технологичния процес. Високата концентрация на ацетатния предилен разтвор дава възможност формирането (изпридането) на нишките да се извършва с голяма скорост (над 580—600 m/min). Това води до рязко намаляване на обема на агрегатите, а отгук и на производствената площ. Изцяло отпадат също многобройните трудоемки операции на мокрото обработване при апретурната обработка и сушенето на вискозната коприна и шапелните влакна. Едно от големите предимства на ацетатното производство е неговата по-малка вредност за работниците и околната среда.

Ацетатните нишки имат плътност  $1,32 \text{ g/cm}^3$ . Топят се при 220—270°C. За разлика от хидратцелулозните влакна, ацетатните са термопластични, т. е. дават трайни плисета.

От ацетатна коприна и вълна се изработват предимно текстилни изделия за бита. Дрехите не се мачкат; имат предимно мек опип. лъскавина и гриф, подобен на естествената коприна.

Ацетатните влакна са изключително устойчиви на действието на многобройните видове бактерии, гъби и микроорганизми.

Бензин, бензол, толуол и ксилол не атакуват ацетатните нишки. Те обаче са неустойчиви на концентрирани разтвори от киселини. Разтварят се в ацетон, а силните алкалии ги осапунват. При химичното чистене ацетатните коприни и прежди не трябва да се подлагат на въздействието на ацетон, бензилов спирт и цианоетан.

Ацетатните коприни и шапелни влакна имат повишена износостойчивост. Те са крехки и лесно чупливи поради високата си твър-

дост. Това се отразява и върху издръжливостта им при многократно огъване. При гладене след нагряване над 100°C изделията от ацетатни коприни и преди имат повишена свиваемост. Те се багрят предимно с целитонови багрила.

За изработване на бельо, ризи, горен трикотаж, шлифери и др се използват до 45% шапелни коприни и над 25% шапелни влакна. Смесени с вълна, те успешно се преработват за полувълнени изделия.

От тях се изработват кабели с малка дебелина, които се използват за направата на филтри за цигари. Ацетатните влакна задържат голяма част от тютюневия никотин.

*Триацетатни коприни.* Те се получават по същата технологична схема, както ацетатните, т. е. по сухия метод на формоване. Първичният ацетат предварително се разтваря в смес от метиленхлорид и етилов спирт в съотношение 9:1. Излизащите от дюзите нишки се формоват във вертикални колони с горещ въздух, но при сравнително ниска температура. Триацетатните влакна имат високи електроизолационни качества, но същевременно натрупват върху влакната и нишките значителни количества статично електричество. Това налага изпredenите нишки и влакна обезателно да се омаслят, включително и с антистатични препарати.

*Триацетатни шапелни влакна.* Те най-често се произвеждат по сухия метод на формоване (изпридане). В случаите, когато триацетатните шапелни влакна се произвеждат по мокрия метод на формоване, триацетатът се разтваря в смес от метиленхлорид и метилов спирт, а като основна съставна част на коагулиращата среда (вана) се използва метилов спирт.

Триацетатните влакна, получени по мокрия метод, са по-здрави от две и половина ацетатните. Изделията от тях са по-немачкаеми и в мокро състояние са по-здрави; имат малка хигроскопичност (от 3,0 до 3,5%). Температурата на топене на тези влакна е около 300°C. В смес с целулозни влакна те се подават на термопластична обработка. Средната им плътност е 1,30 t/m<sup>3</sup>.

Окачествяването на ацетатните коприни, е както при вискозните. Тук само липсват показателите за сярно съдържание и равномерност при багрене.

Ацетатните и триацетатните коприни имат по-малка здравина в сравнение с вискозните. В мокро състояние обаче те по-малко намаляват здравината си от вискозните, имат по-голяма пъргавина, по-малка относителна плътност и красив блясък, както естествената коприна. Освен това те имат много добри диелектрични свойства и са устойчиви на микроорганизми и плесени.

Триацетатните влакна имат висока устойчивост на атмосферни въздействия и слънчева светлина. Съществен недостатък на ацетатните и триацетатните влакна е тяхната малка хигроскопичност и голямата им износоустойчивост.

От триацетатните коприни и шапелни влакна се изработват

бельо, постелни изделия, костюмни платове, трикотаж, лакирани и покрити с латекси нишки.

Тенденцията е производството на ацетатни коприни и щапелни влакна да нараства с по-бързи темпове в сравнение с производството на вискозна коприна и щапелни влакна. Те са по-евтини, безвредни и с високи потребителски качества.

### Полиамидни комплексни нишки и щапелни влакна

Полиамидните влакнести материали се получават по синтетичен начин, като се използват прости нискомолекулни вещества (фенол, етилен, ацетилен и др.), които се отделят при химичното преработване на суров нефт, природен газ и каменни въглища.

Недостигът на природни текстилни влакна и тяхната висока цена предизвикаха невероятно развитие на производството на синтетични влакна. В сравнение с природните влакна те имат по-голяма здравина в сухо и мокро състояние и по-малка маса. Синтетичните влакна са устойчиви на многократно огъване; имат малка мачкаемост и хигроскопичност, висока износоустойчивост и еластичност. Те са издръжливи на различни химични въздействия. Не се повреждат също от гъби, плесени, микроорганизми и молци.

Освен многобройните си положителни качества те имат и няколко съществени недостатъка: малка хигроскопичност, фотохимична неустойчивост, нисък афинитет към багрилата, силно се наелектризирват и образуват неотстраними пъпки (пилингфект).

Агрегатите за производство на полиамидни нишки се състоят от механизми за разтапяне и формоване на полимера, сектор за изпридане и застиване на полимерната стопилка и машина за бобиниране на нишките.

В зависимост от техническото състояние на машините и стабилността на технологичния процес полиамидните нишки могат да се изпридат със скорост 400—1400 m/min.

След формоването полиамидните влакна се подлагат на механично преработване главно чрез различни степени на изтегляне. По този начин могат да се изменят в широк интервал разрушаващата здравина и удължението на влакната и нишките.

Още преди навиването на бобини нишките се обработват със специална водно-маслена емулсия (0,7—1,5% от масата на материала). Влагата и маслата улесняват изтеглянето.

*Изтегляне.* То се извършва на прескувални машини, снабдени с мощни изтеглителни апарати, при обикновена температура. В случаите, когато се изтеглят нишки, предназначени за кордни тъкани, след първото студено изтегляне нишките се загряват до 145—185°C и наново се изтеглят 20—30%. Това води до значително нарастване на здравината и намаляване на удължението до 8—10%.

*Дообработване.* След допълнителното изтегляне нишките се пре-

сукват на етажни пресуката с 200 и повече сука на един метър при скорост 60—100 m/min.

При изтеглянето в нишките е нарушено равновесното състояние, поради което те се стремят към първоначалната си форма и размери, като силно се свиват (скъсяват).

За да се стабилизируют полиамидните нишки след изтеглянето, те се подлагат на топлинно обработване. То се състои в следното. Нишките престояват при температура, по-висока от тази, при която е извършено изтеглянето им. При това се намаляват силите на междумолекулното взаимодействие. Структурата на полиамидната нишка се изменя и се образуват нови междумолекулни връзки. Чрез бързо охлаждане се циментират новообразуваните връзки.

При горното обработване най-съществено значение има втората операция. Колкото по-висока е температурата и времетраенето на това въздействие, толкова повече нови връзки се създават в процеса на термофиксирането. Впоследствие при механичното преработване на полиамидните нишки и в готовите текстилни изделия те почти не променят свойствата и размерите си.

За отделяне на нискомолекулните фракции полиамидните нишки, получени от поликапроамид, се промиват обилно с вода. Особено внимание трябва да се обръща на обработването на нишките с антистатични и други авиважни средства, които улесняват по-нататъшното им преработване.

Ако полиамидните влакна не се термофиксираат, те се скъсяват до 16%. За отстраняване на вътрешните напрежения, които увеличават свиваемостта, нишките се навиват на перфорирани метални шпули и тогава се обработват с гореща вода. В резултат на това в тях се фиксира едно ново структурно състояние, което намалява свиваемостта им до 4—5%. При температура на водата над 80°C полиамидните нишки имат увеличена свиваемост, която се проявява при прането и гладенето на готовите изделия. Когато първото загряване е извършено в кипяща вода или пара при 100°C, свиваемостта на полиамидните нишки може да се намали до 3—4%. Това обаче налага готовите вече изделия да се термофиксираат при по-висока температура.

При обработване на полиамидните нишки с гореща вода и пара се наблюдава както намаляване на техните линейни размери и на напречното им сечение, така и намаляване на неравномерността по здравина и удължение. Това вероятно се дължи на значителното увеличение на здравината на нишките в слабите места и на незначително увеличаване на здравината им в здравите места.

Багрено се извършва на бобини. След промиването влагата се отделя с центрофуги или чрез продухване с въздух или пара до 10% влага. За да се достигне равновесна влажност 3—4%, сушенето се извършва при температура на въздуха 80—85°C. Обагрените нишки се пренамотават на конусни бобини, като едновременно с това се нанасят авиважните препарати — 4—5% безводни омаслителни.

Особено значение за редица свойства на полиамидните нишки има плътността на конусните бобини, която не бива да бъде по-голяма от  $0,8 \text{ g/cm}^3$ . При такава плътност бобините са меки, което дава възможност на нишките в различните слоеве да релаксират. Това води до изравняване на свойствата. За да не се смъкват пласговете на бобините, скоростта на навиване е около  $400\text{--}500 \text{ m/min}$ ; масата на една бобина е до  $500 \text{ g}$ .

*Видове полиамидни влакна.* Полиамидните влакна имат най-различни наименования. Например влакната, получени от капролактам, у нас се наричат видлон, в СССР—капрон, ГДР—дедерон, Полша—полан, Чехословакия — силон, ГФР — перлон, САЩ — найлон и т. н.

Подробното изучаване на различните видове полиамиди е предмет на други дисциплини.

### *Някои свойства на полиамидните копрли и влакна*

От всички химични влакна полиамидните заемат първо място по количество. Те имат голяма якост, износоустойчивост и устойчивост на многократно огъване. Еластични са, малко променят здравината си в мокро състояние и почти не набъбват. Те са едни от най-леките влакна ( $1,14 \text{ g/cm}^3$ ).

Гледани под микроскоп, полиамидните нишки и влакна имат гладка повърхвина и кръгло напречно сечение. При микроскопи с висока разделителна способност могат да се открият по повърхнината на нишките микропукнатини, в които попадналите онечиствания се задържат здраво. Отстраняването им е невъзможно. Природните влакна — вълна, памук, лен, а също и вискозните имат пукнатини, но техните размери са значително по-големи. Следователно попадналите онечиствания също имат по-големи размери, което улеснява тяхното отстраняване при пране.

В сухо състояние обикновените полиамидни влакна имат относителна здравина при скъсване  $40\text{--}50 \text{ cN/tex}$ , а заздравелите —  $70\text{--}90 \text{ cN/tex}$ . Намаляването на здравината в мокро състояние е около  $8\text{--}10\%$ . В зависимост от степента на изтеглянето и термофиксирането удължението за различните нишки и влакна се изменя, както следва: кордни нишки  $10\text{--}16\%$ ; нишки (полиамидна коприна) за текстилни изделия  $25\text{--}30\%$ ; щапелни влакна вълнен тип  $50\text{--}70\%$ . В мокро състояние удължението е по-голямо с  $2\text{--}5\%$ , отколкото в сухо състояние.

При натоварване до  $30\%$  от разрушаващата здравина удължението е напълно възвратимо.

Освен многобройните предимства на полиамидните влакна пред класическите природни влакна те имат и редица съществени недостатъци. Един от тях е ниският модел на линейна деформация, който е различен за различните полиамидни нишки и влакна. Вследствие на ниския модул в процеса на механичното преработване ниш-

ките се удължават повече от всички други видове нишки. След отмотаването на платовете от тъкачните кросна вследствие на обратното удължение платовете се усукват или силно се свиват. При мократа апретурa, както и при другите обработки по платовете се образуват неотстраними гънки.

При смесените платове полиамидните влакна излизат на повърхността им поради гладката си повърхнина и ниския коефициент на тангенциално съпротивление. Така те влошават външния им вид и образуват пилингови пъпки. При трикотаажните и чоралните изделия малкото триене причинява разплитане по бримковите стълбове.

Сцеплението на полиамидните нишки и влакна се увеличава както чрез профилиране на сечението им, така и чрез обработването им с  $ZnCl_2$

Вследствие на триенето при механичното обработване полиамидните влакна силно се наелектризират, което затруднява, а в някои случаи прави невъзможно решенето, преденето, тъкането и плетенето им. Това налага още в химическите заводи влакната да се обработват с антистатични препарати.

Бързото замърсяване на изделията се дължи не само на микрорукнатините във влакната, но и на интензивното електростатично взаимодействие между гладката повърхнина на полиамидните влакна и частиците на различните онечиствания.

Полиамидните нишки и влакна имат малка топлопроводност която увеличава топлоизолиращата способност на текстилните изделия. Те имат също ниска термоустойчивост (при температура около  $140^{\circ}C$  намаляват здравината си над 50%). Модулът на линейна деформация значително се понижава, а свиваемостта се увеличава още повече. Размекването на полиамидните влакна настъпва при различни температури.

За полиамидните изделия температурата на гладене е висока и е близо до температурата на топенето на влакната. Сравнително високата кристаличност на полимера осигурява на влакнестата структура значителна устойчивост до момента на стопяването на кристалитите.

Някои от по-висококачествените полиамидни влакна не изменят съществено физико-механичните си свойства — здравина и удължение, при температури до  $-80^{\circ}C$ , което ги прави подходящи за връхни непромокаеми дрехи, корабни и риболовни въжета и др.

Под действието на слънчевата светлина и атмосферата в полиамидните влакна настъпват сложни фотохимични процеси и бързо окисляване на титановия двуокис, използван като матиращо средство. Светлинната устойчивост на полиамидните влакна може да се увеличи чрез различни добавки към основния разтвор или чрез обмиване на полиамидните гранули с водни разтвори от медни, алуминиеви, хромови и манганови соли, ароматни и оксикарбонови киселини, които представляват около 0,02—0,6% от масата на влакната.

Като матиращо средство освен титанов двуокис широко се използва и полистиролът.

При анализ на резултатите от изпитванията се установява, че полиамидните нишки и платове, термофиксираны с наситена пара, имат значително по-малка устойчивост на фотохимично въздействие от полиамидните нишки, които са термофиксираны с горещ въздух. Последните имат значително по-голяма здравина, устойчивост на триене и многократно огъване.

За частично предпазване от пожълтяване полиамидните текстилни изделия се термофиксират с горещ въздух.

Върху комплексните физико-химични свойства на полиамидните влакна изключително влияние оказва съотношението на метиленовите и амидните групи. В зависимост от него модулът на линейната деформация се изменя в големи граници с разлика 400—500%.

### *Използуване на полиамидните коприни и влакна в текстилната промишленост*

Трикотажната промишленост преработва по-голяма част от полиамидната коприна главно за производство на дамски и други видове чорапи. Използуваните коприни имат около 200 сука на 1 m. Дебелините и броят на елементарните им нишки са различни в зависимост от предназначението и вида на преработващата машина. Например за чорапи, изработени на котонмашина, нишките имат дебелина 5 tex × 12 (Nm=200/12), 3,33 tex × 8 (Nm=300/8), 2,2 tex (Nm=450) и 1,66 tex (Nm=600). За изработване на детски и мъжки чорапи на кръгли чорапни автомати се използват коприни с дебелина 6,6 tex × 12 (Nm=150 × 12) и 5 tex × 12 (Nm=208/12) и т. н.

Висококачествени дамски чорапи се изработват от най-тънките полиамидни коприни (1,66 tex), които имат около 900—1000 сука на метър. Такива чорапи почти нямат визуално забележими дефекти; имат висока разтегливост и малка склонност за пускане на бримки.

За да се подобрят санитарните свойства на чорапите, се използват памучни и вискозни прежди, скатани с полиамидни нишки. Такива чорапи имат висока износоустойчивост и поемат отделената пот.

Все по-широко приложение намират трикотажно-чорапните изделия, изработени от високоеластична полиамидна коприна. Те имат много висока разтегливост и прилепват към тялото. Бримкообразната структура им придава обемност, увеличава техните топлозащитни свойства и влагопоемността им.

Освен чорапи от полиамидна коприна се изработват по трикотажен начин бельо (дамско, детско и мъжко), вратовръзки, шалчета и богат асортимент от леки ръкавици.

На основноплетачните машини се изработва трикотаж от полиамидни нишки, който се използва за горни дрехи. Този вид малко разпускащи се изделия са оригинални, модни и имат сравнително ниска цена.

*Коприна промишленост.* В съществуващите заводи за преработване на естествена коприна сега се преработват главно химичните коприни, най-голям дял от които заемат полиамидните. От тях се гъкат широк асортимент от текстилни изделия: леки прозрачни воали, платове за рокли — крепови, за бални тоалети, гладки тъкани за печатане, крепдешини, мебелни и декоративни платове.

Ефектни платове се получават при скатаване на полиамидни и изкуствени нишки, които имат различен афинитет към багрилата и различна степен на свиваемост. При апретирането им с основа вискозните нишки се мерсеризират, силно набъбват и се свиват, докато полиамидните не реагират. Такива платове са силно релефни и привидно изглеждат много тежки.

Поради недостиг на овча вълна вълнената прежда се скатава с полиамидна коприна. От смесената прежда се изработват еластични спортни панталони и бански костюми. Успешно се преработват вискозните и полиамидните коприни в изделия с намалена мачкаемост. За изтъкване на шлиферни платове с немачкаемост в мокро състояние, с голяма износоустойчивост и малка водопропускливост се използват също полиамидни коприни и щапелни влакна.

Един от съществените недостатъци на полиамидните платове, гладко изтъкани и едноцветно обагрене, е появяването на колани вследствие на различната интензивност на багрене на отделните нишки и участъци по основа и вътък. Главната причина за появяването на този дефект е структурната нееднородност на нишките, а оттам и неравномерността по дебелина, плътност, разрушаваща здравина и удължение. За появяването на горния дефект има значение също различната плътност при навиване на бобините. Не се създават еднакви условия за релаксация на нишките в различните слоеве на бобините.

Един от начините за отстраняване на коланите е да се намалят до минимум операциите на пренавиване и особено тези, при които има въздействие на влага и топлина. В някои по-нови технологии са съкратени операциите за повторно пресукване и фиксиране на суковете на основата и вътъка. За улесняване на тъкането полиамидните нишки се обработват с емулсии. Добри резултати дава скробването на полиамидната коприна, което води до подобряване на качеството на готовите изделия.

Обработването на коприната с 5%-ен разтвор на полиаргилова киселина води до значително намаляване на тангенциалното съпротивление (триенето) и на зареждането с електростатични заряди. Платовете имат приятна вълнена мекота и увеличен афинитет към багрилата. Разноцветните колани почти изчезват.

*Вълнена пром. и. и. еност.* Всички досегашни опити да се създаде

топло горно облекло от полиамидни коприни и шапелни влакна не са дали задоволителни резултати. Тяхната малка хигроскопичност ограничава използването им във вълнената промишленост. Смесването им с вълнени влакна поевтинява текстилните изделия, придава и подобрява някои физико-механични свойства.

Изследванията и производственият опит е показал, че във вълната могат да се поставят полиамидни влакна не повече от 10—15%. Смес от 75% вълна и 25% полиамид влошава платовете. Те стават корави, не задържат ръбове и не запазват формата; мачкат се при най-малка деформация. При тях пилинг ефектът е усилен, а външният им вид се различава съществено от този на чисто вълнените платове.

С увеличаване на процентното съдържание на полиамидните влакна смесените платове увеличават въздухо- и водопропускливостта си. При 40—50% полиамид те имат 4—5 пъти по-голяма водопропускливост и 2—3 пъти по-голяма въздухопропускливост.

Вълнени прежди с 10% полиамидни нишки имат до 30% по-голяма здравина, като неравномерността по здравина се намалява до 11—12%. Особено забележимо се подобрява износоустойчивостта — близо 3 пъти. При намокряне платовете се свиват също по-малко от 2—3% до 1,0—1,5%.

Поради различия в относителните плътности и коефициентите на тангенциално съпротивление на вълната и полиамида при смесването и влаченето им трябва да се внимава да не се разсортират влакната им. Това влошава качеството на преждите и платовете. При пресукването на вълнена прежда с полиамидна коприна посоката на суковете при скатяването трябва да бъде обратна на посоката на суковете на вълнената прежда. В противен случай изделията имат съвсем малка износоустойчивост, тъй като полиамидната нишка претрива вълнената прежда.

За да се използват големите количества къси непредилни природни суровини, около нишката на полиамидната коприна се усукват на предачната рингова машина къси вълнени и памучни влакна. От получената „вълнена“ прежда се изработват топли трикотажни изделия и платове.

Особено големи са перспективите за използване на полиамидните влакна при изработването на различни видове подови покрития и килими. Успешно се изработват килими от смесени прежди — вълна, вискоза и 50% полиамидни влакна.

Ако се използва високообемна полиамидна коприна, килимите могат да се изработват само от нея по трикотажния или тафтинговия метод. Производството е близо 50% по-евтино, защото отпадат изпридането на преждите и багрнето им в текстилните предприятия. В нашата страна широко приложение намериха килимите без стърчащи влакна — с бримкообразна повърхнина. Те се използват за подови покрития в жилищното строителство и обществените учреждения поради тяхната износоустойчивост и значителна звукоизолация. Разширява се също използването на килими

с пореста подложка от пенолатекси, поливинилхлорид и пеноуретан, които са износоустойчиви, еластични, звуко- и топлоизолационни. Същите във вид на плоскости се употребяват за междуетажна изолация при панелното жилищно строителство и за постилане на право на циментови подове. Поради ниската им цена и добрите им санитарно-хигиенни, топло- и звукоизолационни, декоративни и други свойства полиамидите се използват успешно за нетекстилни изделия, които заместват дървените подове и паркетни.

*Памучната промишленост* използва сравнително най-малки количества полиамидни щапелни влакна. Това се дължи на все-странните положителни качества на памука. Към памучните влакна се прибавят не повече от 20% полиамидни щапелни влакна. Те намаляват значително здравината и разтегливостта на текстилните изделия, но увеличават износоустойчивостта им. Поради голямото различие във формата на сечението на памука и полиамидните влакна сцеплението между тях е минимално. Многократно по-голямата твърдост на памука от тази на полиамидите съществено затруднява съвместното им изпридане. Изделията имат твърд и неприятен опип.

За да се увеличи триенето, полиамидните щапелни влакна се обработват с разтвор от цинков хлорид, вследствие на което гладката им повърхнина става грапава.

Бельо, изработено от 100% полиамидни коприни и щапелни влакна, може да предизвика кожни възпаления. Поради непоемане на отделяната влага и пот то създава чувство на студ.

*Ленената промишленост* преработва за смесени прежди и платове малки количества полиамидни щапелни влакна. Те намаляват рязко стоманената якост на ленените влакна. Например при 10% полиамидни влакна здравината намалява с 50% поради преплъзването на влакната едно спрямо друго. Те обаче увеличават износоустойчивостта (претриването) и устойчивостта на многократно огъване.

От такива смеси се изработват корабни платна, филтърни платове, пожарникарски маркучи и други технически изделия.



### Полиестерни комплексни нишки и щапелни влакна

Както полиамидните влакна, така и полиестерните след формоването се подлагат на механично дообработване, което в значителна степен определя свойствата им.

Те се получават от терефталова киселина и етиленгликол. Формоването на влакната се извършва на съоръжения и машини, подобни на тези за получаване на полиамидни влакна. Различие има само в диаметъра на дюзите — за полиестера той е два пъти по-голям (0,50 mm).

При температура 290—300°C вследствие на термична деструкция и разлагане на полиетилентерефталата се отделя CO<sub>2</sub>. Следова-

телно формоването от стопилката трябва да се извършва при температура 275—280°C. Параметрите на температурата трябва задължително да се спазват, защото разтопяването на полиетилентерефталата започва при температура 258—262°C. Нишките се формоват при големи скорости (400—1200 m/min). Багрнето на масата се извършва с багрила, устойчиви на високи температури.

Изтеглянето на полиестерните нишки се извършва при температура, по-висока от температурата на остъкляване на аморфната (нейзтеглената) нишка, но по-ниска от температурата на кристализацията ѝ. Температурата на остъкляване на аморфни нишки, получени от полиетилентерефталата, е 67°C, а температурата на кристализация — 90°C. Най-успешно изтеглянето на нишките се извършва на пресуквалните машини при температура 70—85°C.

Полиестерни нишки, предназначени за щapelни влакна, се получават от кабел, който се нагрява до 140—142°C. За да се доведе до минимум свиването на влакната, при следващото обработване — багрене, пране и гладене, кабелът се фиксира при 200°C и се нарязва на щapelи.

Скъсяването зависи също от степента на изтегляне на полиестерните нишки и влакна и от температурата, при която то е извършено. При по-голямо изтегляне и по-висока температура скъсяването е по-малко. Например неизтеглени полиестерни коприни в кипяща вода се свиват около 50%, а изтеглени над 300% — само 10—12%.

Повишената температура при изтеглянето улеснява ориентацията на макромолекулите и кристализацията на цялото вещество. Вследствие на това полиестерните нишки значително повишават както здравината си, така и модула на линейна деформация.

Рязкото увеличаване на модула на линейната деформация на полиестерните нишки при изтеглянето се дължи на бързата кристализация и голямата коравина (твърдост) на полиестерната макромолекула.

Навити на бобини, полиестерните нишки престояват около 4—5 h, за да поемат минималното количество влага. Изтеглянето и пресукването става на специални машини, които имат нагрети дискове и повърхнини, по които минават полиестерните нишки. В зависимост от дебелината на нишките, степента на изтегляне, работните скорости и предназначението им температурите стигат до 195—200°C. Първият път изтеглянето може да се извърши на студено до десетократно изтегляне, а вторият път — при температура около 50°C над температурата на кристализацията. На комбинираните машини едновременно с изтеглянето нишките слабо се усукват (20—75 сука на метър), колкото да не се преплитат при премотаването. Пресукваната коприна трябва обезателно да се навива на еластични шпули поради скъсяването ѝ при термичното стабилизиране. То се извършва в автоклави с прегрята пара (118—120°C) в продължение на 25 min, при което придаденият сук се за-

крепва на нишките. За да се улесни размотаването им, те се навиват на конусни шпули.

**Щапелни полиестерни влакна.** Физико-механичните свойства на текстилните изделия от природни влакна се подобряват успешно с полиестерни щапелни влакна. От общото количество полиестери в света около 72% се нарязват на влакна за смесване с памук, вълна и лен или за самостоятелно преработване в прежди. На специални поточни линии кабелът се изтегля 2—3 пъти и се накъдря, след което се фиксира термично, нарязва се на щапели и се опакова.

Накратко технологичният процес има следната последователност: след формоването отделните нишки се събират във въже и се навиват без усукване на цилиндрични бобини. От около 2000 бобини се образува кабел, който се изтегля няколко пъти. С цел да се затоплят равномерно всички влакна от кабела, изтеглящите валци се нагряват или нишките минават между нагрети плоскости. Използват се и междуцилиндрови сектори, през които преминава прегрята пара или нагрят въздух. Изтеглянето е в граници от 350 до 450% при температура на кабелните нишки 100—120°C. Използват се и технологии, при които кабелът се затопля в гореща вода до кипене, но това налага допълнителни разходи за сушене на кабела.

Кръглото сечение на полиестерните влакна и гладката им повърхнина значително затрудняват процесите до изпридането на прежда. Поради тази причина изтегленият кабел от хиляди нишки чрез пресоване се накъдря, след което в продължение на 4—6 min се термофиксира. Тази обработка намалява скъсяването на влакната в кипяща вода от 15—16% на 2—5%.

В процеса на механичната преработка, предене, сноване, скробване, тъкане и плетене влакната силно се изтеглят още 7—8%, което често води до деформиране на сплитките и бримковата структура. Това е наложило допълнителната термофиксация на готовите текстилни изделия.

Рекласираният чрез термообработка кабел при температура около 50°C се нарязва на щапели с минимално количество слепени паперчета и групи влакна.

Преработването на полиестерните влакна особено много се затруднява от силното им наелектризиране. То се намалява чрез нанасяне на 0,5% повърхностноактивни вещества, които в процеса на преработката и експлоатацията отпадат.

За премахване на този съществен недостатък има многобройни разработки и модификации. Основната цел е да се намали кристалността на полиетилентерефталата и на формованите от него нишки чрез намаляване на подредеността на структурата им. Таква влакна имат увеличен афинитет към багрилата и намалена здравина, която не е най-важният показател за текстилни нишки и влакна, предназначени за дрехи. Например вълната е в групата на слабите влакна, но нейните многобройни положителни свойства я

правят като еталон за сравнение при създаването на много видове химични влакна.

*Свойства.* В зависимост от предназначението им полиестерните нишки и влакна имат известни различия във физико-механичните и някои други свойства. Например за технически цели нишките са единични, а за дрехи — с дебелина 8 и 4,45 *tex* (Nm съответно 125 и 225). Те се използват също за нишки за обемиране, за щapelни влакна с намалена склонност за образуване на пилинг, за вълнен и памучен тип и др.

Полиестерните щapelни влакна, както и къдравите полиестерни и полиамидните нишки имат близо четири пъти по-висок модул на линейна деформация от полинозните. След чисто вълнените мериносови камгарни платове полиестерните изделия са най-немачкаемите. Те са на първо място по запазване на формата на изделията в мокро състояние и след пране поради високата им еластичност.

Поради коравината на влакната и голяма якост полиестерните изделия имат няколко пъти по-малка устойчивост на претриване от полиамидните. Хигроскопичността на полиестерните нишки и влакна е незначителна (около 0,4%) при нормални условия. В мокро състояние те изобщо не набъбват, което значително затруднява багренето им без специални високотемпературни съоръжения.

Бързо и силно наелектризираните полиестерни влакна привличат от окръжаващата ги атмосфера прах и сажди, които силно замърсяват полиестерните платове и плетива и особено изкуствените кожухарски изделия.

Ценно свойство на полиестерните нишки и влакна е запазването на здравината им при необичайно ниски и високи температури (от  $-65$  до  $175^{\circ}\text{C}$ ).

Както повечето текстилни влакна, така и полиестерните при  $-45^{\circ}\text{C}$  увеличават здравината си с 30—40% и значително намаляват еластичността си. Независимо от обработката полиестерните влакна се скъсяват в кипяща вода 5—6%.

При 5% удължение обратимата деформация за коприните е от 80 до 95%, а за щapelните влакна — от 60 до 70%. Полиестерните нишки и влакна в сравнение с други химични влакна имат добра устойчивост на фотохимичното въздействие на слънчевите лъчи. За 500 h облъчване те намаляват здравината си с 50%. Атакуват се от сярната и азотната киселина.

Освен наелектризирането и нищожната хигроскопичност полиестерните дрехи се покриват и с множество пъпки (пилинг ефект), които правят изделието естетически негодно за носене.

Вълнени платове, които съдържат над 33% полиестерни нишки и влакна, имат груб опип и коравина. Трябва да се има пред вид също, че с течение на времето кристалинността в нишките, преждите и платовете се увеличава. Влакната и нишките стареят. т. е

стават крехки, което води до намаляване на устойчивостта им на многократно огъване. Това е особено важно за кордите, вложени в автомобилни и самолетни гуми, транспортни ремъци, ленти и др.

### *Приложение на полиестерни коприни и влакна в текстилната промишленост*

*Вълнената промишленост* използва големи количества полиестерни влакна за производството на камгарни платове. От всички видове химични и изкуствени влакна единствено полиестерните намаляват в най-малка степен немачкаемостта и устойчивостта на претриване на вълнените влакна. Поради това при всички изследвания се използват за еталон комплексните физико-механични и санитарно-хигиенни свойства на мериносовите качества вълнени влакна. Изделия от 70% вълна и 30% полиестерни влакна имат всичките положителни качества на чисто вълнените изделия. Здравината им значително се увеличава, но увеличаването на процента на полиестерните влакна прави платовете корави, появява се блясък, което е недопустимо за камгарните платове, предназначени за горни дрехи. Необходимо е отново да се обърне внимание на това, че вълнените влакна са едни от най-слабите. Този нисък показател обаче не е решаващ и тя може би още неопределено време ще бъде идеалът на създателите на нови видове текстилни влакна.

Наличността на полиестерни влакна със задоволителни предилни свойства значително улесни суровинния проблем и в щрайгарното производство. От смес, състояща се от 50% вълна и 50% полиестерни влакна, успешно е изпредена камгарна прежда 31,2 *tex* с голяма здравина и значително удължение — до 10%.

В щрайгарното и камгарното предачество от смес от вълна, полиестерни и вискозни влакна се изработват олекотени платове за горни дрехи и трикотажни изделия в меланжови цветове.

Многобройни са изследванията относно процентното съдържание на мериносова вълна, вискозни и щапелни влакна в камгарните платове и на такива, изработени по щрайгарната система. От лабораторните изследвания и опитното носене са получени интересни резултати. Както и трябва да се очаква, чисто вълнените платове от 64-то качество имат най-малка мачкаемост, годяма мекота, комфортност, драпираша способност и др. На второ място са платове с 30% полиестерни влакна и на последно — платове с увеличено съдържание на вискозни влакна.

Практически е установена възможността за широко използване на полиестерни влакна за камгарни платове, в които появяването на пилингови пъпки е незначително и след 1000 h носене.

При вълнени прежди, предназначени за трикотажни изделия, може да се прибавят 4—5% полиестерни влакна без забележимо отрицателно изменение на свойствата им.

С нарастване на процентното съдържание на полиестерни влакна

в сместа изделията по-бързо се замърсяват. Вълната близо три пъти по-бавно се замърсява от вискозата и полиестерните влакна. При опитното носене на дрехи от 100% полиестер и температура 25°C на човек му става задушно, а при температура около 10°C и особено във влажна среда се изпитва чувството на хлад. Такива изделия при дъжд или голяма влага пропускат мигновено водата. Образуваните в повишена степен електростатични заряди в полиестерните нишки и влакна предизвикват прилепване на дрехите към кожата на тялото. При платове от вълна и полиестер това отрицателно явление не се проявява.

Както всички изкуствени влакна, така и полиестерните имат висока равномерност в редица показатели: дължина, здравина, удължение, дебелина и др., което значително улеснява сложния и продължителен процес на механична обработка. При решенето късливостта се намалява от съвместното преработване на вискозни и полиестерни влакна. Двата компонента се смесват с вълната на ленти при понататъшното изтегляне и предене. Това дава и по-далечно отражение — късливостта при сноването и тъкането намалява.

За да се запази разположението на полиестерните влакна сред вълнените, а също и тяхната къдравина, необходимо е платовете да се фиксират термично при значително висока температура (180—190°C) в продължение на 20—30 s. За вълнените влакна при положение, че имат влага няколко процента над нормалната (18%), не съществува реална опасност от повреди. Много са чести обаче случаите, когато при по-ниска влага температурата на термофиксиране предизвиква деструкция в кератина на вълнените влакна, като най-напред се разрушават цистинните връзки, при което влакната стават твърди, крехки, стърхави и придобиват жълтеникав оттенък.

Фиксирането на готовия плат може да се избегне чрез термофиксиране на полиестерните влакна в автоклав при 122°C в продължение на 30 min и охлаждане след това при —8°C. От физико-механичните показатели дебелината се увеличава с 9%, а дължината намалява с 7,2%. Еластичната и пластичната деформация не се изменят.

След влаченето броят на късите влакна под 30 mm намалява около 6 пъти (от 12,98% на 2,12%), а в решената лента почти не се наблюдават пъпки. Отделно фиксираните полиестерни влакна при преденето не създават допълнителни трудности в дългия технологичен процес за камгарни платове.

*Трикотажната и копринената* промишленост преработва полиестерни коприни и преди главно в такива изделия, от които се иска минимална мачкаемост след носене и пране. Това са ризи, дамски блузи, джемпъри, вратовръзки и др.

Тъй като полиестерната коприна и влакна имат висока устойчивост на слънчево въздействие, от тях се изработват пердета, завеси, изкуствени кожуси и всякакви видове палатки.

*Памучната промишленост* изработва платна от смес от памук

и полиестер (45—55%), които са предназначени за ушиване на ризи, фланели и други изделия за бельо. Полиестерните влакна намаляват мачкаемостта в сухо и мокро състояние, свиваемостта, изтриваемостта на смесените платове. Памучният компонент осигурява носимост на дрехата от тялото, като поема и пропуска влагата и намалява зарядите от статично електричество на полиестерните влакна.

Платовете и трикотаажните изделия, изработени от 67% полиестер и 33% памук, имат значително по-ниска здравина от чисто памучните. Това се дължи на неедновременното късане на полиестерните влакна и памука. Такива платове и изделия имат най-висока устойчивост на смачкване. Водопоглъщаемостта им от 8% (на памука) спада на 2%, а замърсяването при носенето значително се ускорява.

Смес от 67% памук и 33% полиестер, макар и да няма максимална здравина и удължение, най-пълно задоволява санитарно-хигиенните изисквания за изработване на бельо от плат и трикотаажни платна.

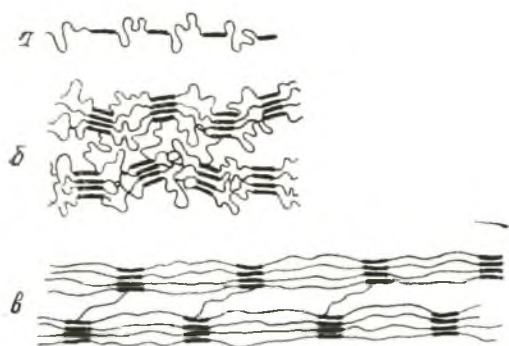
*Ленено-конопената промишленост* също започва съвместна преработка на лен и полиестерни влакна за изтъкване на платове, предназначени за костюми, покривки и др. При изпитване на здравината на смесените прежди се установява, че тя намалява с увеличаване на полиестерния компонент, което се дължи на неедновременното късане на двата вида влакна. При платовете здравината нараства поради невъзможността полиестерните влакна да се преплъзват в преждата.

*Полиуретанови влакна ПУ.* При смесването и полимеризацията на двувалентен алкохол и диизоцианит се получават полиуретановите еластомерни влакна. Чрез прибавяне към полиуретана на други съединения и съвместна полимеризация се получава полимер със сегментирана структура.

В новото влакно изходните вещества се подреждат в т. нар. твърди и меки сегменти. Процентното съдържание на меките сегменти е по-голямо и те представляват дълги участъци от полиуретан, чийто вериги имат огъваема структура. Тези сегменти се свързват с диамини или двувалентни алкохоли. Местата на връзките представляват къси участъци от веригите с твърда структура и поради това се означават като твърди участъци (фиг. 43 а).

Образуваната на молекулните вериги на меките сегменти са разположени в безпорядък, докато в твърдите участъци на верижните молекули се образуват кристалоподобни решетки. Вероятно между молекулите на твърдите сегменти възникват вторични валентни връзки. Освен това се предполага, че те се омрежават и от полиуретановите вериги. На фиг. 43 б е дадена в най-общ вид структурата на полиуретановата мрежеста система. При деформация на опън малките сегменти едновременно с изправянето се удължават успоредно на оста на влакното. Общото равновесие е нарушено

което води до напрегнато състояние на връзките между отделните молекули (фиг. 43 в). Вследствие на пълната обратимост на всички структурни елементи след премахване на външните сили полиуретановите влакна наново придобиват първоначалната си форма и размери.



Фиг. 43. Сегментиран полиуретан:

*a* — твърди участъци; *б* — структура на мрежестата система; *в* — напрегнато състояние

порьозни. Плътноста им е около  $1,15\text{--}1,32\text{ t/m}^3$ , а хигроскопичността им — незначителна ( $0,2\text{--}0,3\%$ ). Полиуретановите влакна са устойчиви на минерални масла, органични разтворители, пот, растителни масла и др., което улеснява химичното чистене на изделия от тях.

Част от полиуретановите влакна ( $10\text{--}20\%$ ) в смес с други влакна се преработва в еластични изделия — корсажи, чорапи и трикотаж, бански костюми, спортни дрехи, кръгли и плоски ластици.

Полиуретановите влакна се произвеждат главно във вид на нишки с дебелина от 44 до 2500 *tex*. Белите влакна лесно се багрят с различни цветове. Поради голямата си разтегливост и еластичност, която достига  $500\text{--}800\%$ , и голямата здравина те успешно заместват каучуковите нишки в текстилната промишленост при изработване на битови изделия.

Във вряла вода здравината им намалява  $3\text{--}5$  пъти. Те са силно

### Полиакрилонитрилни шапелни влакна

Главният представител на карбоверижните влакнести материали е полиакрилонитрилът — ПАН. Влакната от  $100\%$  полиакрилонитрил почти не намират приложение поради трудното багрене и голямата им крехкост. Ето защо се изработват предимно влакна от съполимери на акрилонитрила. Той обикновено е над  $85\%$ .

За да се получат шапелни влакна с неизменящи се впоследствие размери, кабелът се изсушава върху метални цилиндри, при които подаването е с по-малка линейна скорост от навиването. Намалването на дължината достига до  $15\text{--}20\%$ . Допълнителното прекарване на кабела между плоскости, нагreti до  $200^\circ\text{C}$ , окончателно фиксира размерността на влакната (те повече не се свиват).

Голяма част, над  $80\%$ , от полиакрилонитрилните шапелни влакна е предназначена за производство на високообемни прежди. За тази

цел част от кабела (около 50%) след фиксирането се накъдря и нарязва. Другата част допълнително се изтегля до 1,20 пъти на конвертори, след което се накъдря, без да се подлага на топлинно обработване. След съвместната механична преработка двата компонента се изпридат заедно. При автоклавно или поточно обработване с прегрята пара вторият компонент се свива 15—20%, при което цялата прежда придобива по-голяма обемност и външен вид, подобен на вълната.

Обикновените полиакрилнитрилни влакна имат следните съществени недостатъци: малка хигроскопичност, намалена еластичност и афинитет към багрилата; силно се наелектризират, а освен това са крехки и стръхави.

Полиакрилнитрилните влакна имат подреденост в структурата, поради което и междумолекулното взаимодействие е значително. Вероятно това е една от причините за слабата разтворимост и за проникването на багрилата. Чрез изменение на структурата на полимера с добавяне на подходящ мономер и на условията на технологичния процес могат да се получат такива съполимери и влакна, при които не само се запазват ценните свойства на полиакрилнитрила, но се прибавят и нови. По такъв начин се получават щапелни влакна от съполимери, значително различаващи се едни от други по багрилна способност, свиваемост, къдравина и мехота.

Мономерите, които се прибавят към полиакрилнитрила, се разделят на четири големи групи: 1) мономери, подобряващи хидрофилността; 2) мономери, подобряващи багрилната способност; 3) мономери, увеличаващи еластичността, и 4) мономери, повишаващи реакционната способност на съполимера и получаваните от него влакна.

**Свойства.** Полиакрилнитрилните влакна в много случаи имат различни свойства, изменящи се в зависимост от изходния полимер, коагулиращата баня, начина на формоването и т. н. Те се произвеждат главно като щапелни влакна вълнен тип — матирани и нематирани.

Полиакрилнитрилните влакна имат добра здравина (20—30сN/*tex*), която позволява изтегляне на кабела от 600 до 1200%. В мокро състояние те почти не изменят здравината си (2—5%). Удължението им е от 15 до 25%.

Полиакрилнитрилните влакна имат висок модул на линейна деформация (2—3 пъти по-висок от този на полиамидните). Дрехите от полиакрилнитрил след смачкване бързо възстановяват първоначалната си форма.

При нормални атмосферни условия — относителна влажност на въздуха 65% и температура 20°C, полиакрилнитрилните влакна имат около 0,7—1% хигроскопичност. Вълната при същите условия има 18% влага. Хигроскопичността на полиакрилнитрилните влакна може да се увеличи с 1—2% чрез използване на съполимери, съдържащи хидроксилни групи. Едновременно с увеличаване

на хигроскопичността се увеличава и афинитетът им към багрилата.

Полиакрилнитрилните влакна имат устойчивост при гладене до 160—165°C (над тази температура настъпват пластични деформации и пожълтявания на влакната). За да се запази яркостта на цветовете, обагрените влакна не трябва да се нагряват над 120°C, особено в присъствие на пара.

По устойчивост на действието на слънчева светлина и атмосферни условия полиакрилнитрилните влакна се нареждат на едно от първите места. Те имат обемността на вълнените влакна и малка топлопроводност; устойчиви са на окислители. Концентрираните основи и сярна киселина ги разрушават. С увеличаване на изтеглянето на полиакрилния кабел устойчивостта на претриване намалява. Този показател може да се подобри, като се използват подходящи съполимери.

Силното наелектризиране на полиакрилните влакна привлича микроскопичните частици от органичен и минерален произход, които здраво се закрепват на повърхнината и пукнатините на влакната. Те бързо замърсяват текстилните изделия и трудно се отстраняват при пране.

Полиакрилните влакна, произведени по диметилформамидния начин, имат големи пукнатини и кухини с твърда обвивка в напречното си сечение и на повърхността.

При микроскопски изследвания ясно се забелязват глобулите. Чрез малки прибавки (до 2%) на гъвкав полимер — поливинилацетат, и на твърд полимер — вторична ацетилцелулоза, значително се намаляват плътността на структурата и образуването на глобули. Това от своя страна намалява крехкостта и стръхавостта на влакната.

#### *Използуване на полиакрилнитрилни влакна в текстилната промишленост*

Вълнената промишленост успешно преработва по камгарен и шрайхгарен начин големи количества полиакрилнитрилни влакна. Камгарните платове, съдържащи до 50% ПАН, отстъпват по редица качествени показатели на такива, изработени от вълна и полиестерни влакна. Макар и по-слаби, платовете от вълна и полиакрилнитрил имат приятен външен вид и мекота и по-малко образуват пилингови пъпки.

За изработване на одеяла и килими се използват груби полиакрилнитрилни влакна, които без особени затруднения се изпридат по шрайхгарен начин.

Устойчивостта на изтриване на смесените платове от вълна и полиакрилнитрил се увеличава с прибавяне на 5—10% полиамидни влакна. Смесените платове се изработват с 15—20% по-малка плътност от чисто вълнените. В противен случай те стават твърди и неподходящи за ушиване на дрехи.

При механичното преработване полиакрилнитрилните влакна се наелектризират силно, което налага неизбежното използване на антистатични препарати. Поради по-голямата твърдост на полиакрилнитрилните влакна и ниския коефициент на тангенциално съпротивление ваткообразуването, влаченето, решенето и преденето се извършват на понижени скорости.

Освен на специални апарати багренето и апретурното обработване се извършват и на съществуващите машини, като се държи сметка за коравината на полиакрилнитрила, незатепваемостта и лесното излъскване на преждите и платовете при триене върху нагрети повърхнини.

Багрилната способност на полиакрилнитрилните влакна зависи от количеството на киселите реакционни групи. Тези влакна се багрят успешно с разноцветни катионни багрила.

Платовете, съдържащи 50% полиакрилнитрил, се подлагат на термофиксация при 170—180°C в продължение на 30 min.

Памучната промишленост използва полиакрилнитрилните шапелни влакна за производство на спортни изделия. Сместа съдържа обикновено 67% памук и 33% полиакрилнитрил. Влажността достига 3—4% вместо 8—9%, както е при памука. Здравината се намалява.

Ленено-конопената промишленост преди главно смес от лен и полиакрилнитрилни шапелни влакна за изтъкването на платове, предназначени главно за летни костюми. Лененият компонент (33%) осигурява хигроскопичността, а полиакрилният — немачкаемостта и свиваемостта.

Трикотажната промишленост е главният консуматор на полиакрилнитрилни влакна. В световен мащаб повече от 98% от произведения полиакрилнитрил се преработва по трикотажните начини в текстилни изделия за дрехи. Платовете, изтъкани от смес от полиакрилнитрил с вълна или памук или само от полиакрилнитрил, задоволяват потребителските изисквания относно малката мачкаемост, еластичността, топлозащитната способност, несвиваемостта и устойчивостта на атмосферно въздействие и светлина. Трикотажът за горни дрехи, жилетки, пуловери и др., изплетени от обемирани преди, имат красив вълненоподобен външен вид, не се затепват и не образуват пилингови пъпки. Многократното пране и химическо чистене не предизвиква затепване и деформиране на изделието.

Особената бримкообразна структура на полиакрилнитрилния трикотаж намалява коравината му и улеснява механичното задържане на влагата.

От многобройните изследвания е установено, че оптималното съотношение вълна — полиакрилнитрилни влакна е около 50:50. При него се запазват естетичните санитарно-хигиенни свойства на вълната, като полиакрилнитрилът подобрява здравината и намалява затепването и стойността на изделието.

Полиакрилнитрилните шапелни влакна, обработени с антистатични препарати, се изпридат на обикновените памукопредачни агрегати, като се изолират хоризонталните и вертикалните разтворители.

Нашите изследвания показват, че полиакрилнитрилните влакна, изтеглени при 130°C и обемирани при същата температура, имат 44% по-голяма твърдост от златото, а вълната 70-то качество — 60% по малка от същия еталон.

Поради значителната твърдост на полиакрилнитрила преминаващата прежда през направляващите цилиндри и нишководачи силно се разрошва, стърчащите крехки влакна се отчупват и под формата на мъх и прах се натрупват по системите на трикотаажните машини. Това затруднява бримкообразуването и предизвиква счупване на иглите. Този недостатък се намалява, като при бобинирането преждата преминава през смес от парафин — 60%, велоситово масло 30% и олеинова киселина 10%. Тази смес при апретурното обработване се изпира.

Вследствие на особената им структура трикотаажните изделия в процеса на носенето се деформират, като обикновено силно провисват. С изключение на вълнените прежди, всички останали се прехлъзват по бримкови редове и бримкови стълбчета поради ниския коефициент на триене и вида на повърхностния слой на влакната. Това е наложило трикотаажните платна да се подлагат на стабилизация чрез топлинно въздействие при около 130°C, след което разпускането значително се намалява.

В последните години производството на нетъкани изделия започва да се оформя като самостоятелен промишлен клон, в който често се преплитат технологии от класическата текстилна промишленост.

От полиакрилнитрилни шапелни влакна се приготвяват ватки с 40% термопластичен поливинилхлорид. При температура 130—150°C и налягане 0,4 МПа се извършва свързването. Такива нетъкани материали намират приложение в обувната промишленост и особено много като филтри за различни видове химични разтвори. Смес от вискоза и полиакрилнитрилни влакна във вид на ватки, свързани чрез иглонабиване, дават тъкан, наподобяваща средно тежко одеяло.

Поради недостиг на кожи за изработване на кожуси с много бързи темпове се развива промишлеността за производство на кожуси от химични влакна — полиакрилнитрилни, по трикотаажни технологии.

На модифицирани или специални кръгли плетачни машини в основата на „кожата“ — плата, се прекарват от опаковата страна удължени бримки, които след разрязването се изрешват, или в основата на бъдещия кожух се заплитат бримки от изрешена лента от полиакрилнитрилни влакна.

След редица апретурни обработки кожухът успешно наподобява кожите на скъпите и редки дивечови видове.

Като съществен недостатък на изкуствените кожуси е тяхното бързо замърсяване вследствие на натрупването във влакната на електростатични заряди.

### **Използуване на химичните влакна за технически и други цели**

Условията, при които се използват текстилните изделия от естествени влакна за технически цели, стават все по-тежки. Нарастват скоростите, температурите, активността на химичната среда, наляганията и др. Това е наложило търсенето на нови текстилни материали, предназначени за нетекстилни изделия.

С особено голям успех се използват изкуствените и синтетичните нишки и влакна за изпридане на автомобилен корд, за изтъкване на платове за транспортни ленти, плоски и профилни ремъци, различни технически тъкани и нетъкан текстил, за изплитане на риболовни мрежи, в строителството и промишлеността. Всестранният технически прогрес непрекъснато изисква създаването на нови свойства на известните химични влакна и влакна със специално предназначение.

**Вискозни влакна.** Допреди няколко години за технически цели се използванаха млрд. kg заздрави вискозни влакна. Те са значително по-дебели и 3—4 пъти по-здрави от обикновените вискозни влакна за текстилни цели. Вискозният корд трябва да има малко удължение. Физико-механичните свойства на вискозния корд се осигуряват от дребнозрънестата кристалическа структура и високата степен на ориентация, успоредна на главната ос на влакната.

За кордните изделия освен здравината и малкото удължение решаващо значение има устойчивостта на многократна и ударна деформация.

Производството на висококачествен вискозен корд изисква използването на целулоза със съдържание на  $\alpha$ -целулоза над 96,5% и на чисти химикали (натриева основа, серовъглерод, сярна киселина, цинков сулфат и др.) за приготвяване на вискозата и формование на влакната.

Непосредствено след формоването нишките се изтеглят до 80—120%. За да се доведат наново в пластично състояние, те се загряват до 90—98°C и допълнително се изтеглят до 60—150%.

Апретурната обработка на вискозния корд се състои от неколккратно промиване с топла и хладка вода. Пълното отстраняване на сярата не се изисква, тъй като каучуковият вулканизат, обвиващ кордите, съдържа 3—4% сяра. Поради ниския коефициент на триене кордните нишки допълнително се пресукват, с което се увеличава адхезията с каучука.

**Полиамидни влакна.** Полиамидните нишки за технически цели

бързо изместиха заздравените вискозни влакна. Това се дължи на здравината на полиамида и устойчивостта му на сложни деформационни усилия. Автомобилните и самолетните гуми, изработени с полиамиден корд, имат до 40% по-голям пробег и са по-леки с 15—20% от изработените с вискозен корд. При големи товари, лоши пътища и високи скорости от кордното платно се изисква неизменност в размерите, тъй като в тези случаи се развиват температури над 150°C. Полиамидният корд не намира широко приложение при изработването на транспортни ленти поради малкия му начален модул.

Многобройните риболовни флотилии използват за въжета и тирета висококачествени памучни влакна. Сега памукът е заместен изцяло с полиамидни влакна. Те са здрави и устойчиви на морската вода, издържат на триене при механичното изтегляне на мрежите.

Химичната устойчивост на полиамидните влакна ги прави подходящи за изработване на филтри и сита за нефтопреработващата промишленост.

За бързоходни леки ремъчни задвижвания — честота на въртене над 20 000 min<sup>-1</sup>, се използват ленти, изтъкани от полиамидни влакна. Особено перспективно е изработването на шивашки конци от полиамидни нишки. Както е известно, производството на шивашки конци за бързоходните промишлени машини (6000—7000 бода (min) е сложно и все още много скъпо.

**Полиестерните влакна.** Поради някои положителни свойства, като здравина, еластичност и устойчивост на многократно огъване, висок начален модул и химична устойчивост, полиестерните влакна намират широко приложение за изработване на различни технически изделия.

Незначителната адхезия на полиестерните влакна в каучука, както и допълнителната кристализация на полимера във вулканизата довеждат до бързо стареене на влакната и малък пробег на гумите.

Незначителната хигроскопичност на полиестерните влакна и високите им диелектрични свойства ги правят подходящи за изработване на ленти, шнурове за оплитане на гъвкави електропроводници на статори и котви и на електрически части, подложени на директна слънчева светлина.

Поради ниската им водопоглъщаемост полиестерните влакна почти не променят здравината си в мокро състояние и не се атакуват от микроорганизми и плесени. Ето защо от тях се изработват дебели корабни въжета за теглене на шлепове и привързване на кораби. Едно от големите предимства на риболовните мрежи от полиестерни влакна е устойчивостта им на слънчево въздействие при честото сушене след риболов.

Макар и бавно, полиестерните влакна започват да се използват и в хирургията, като от тях се изработват хранопроводи, кръвоносни съдове и др.

Щапелните полиестерни влакна с дебелина 111—125 *mtex* ( $Nm=9000 \div 8000$ ) се използват за производство на изкуствена кожа.

**Полиакрилнитрилни влакна.** Те също намират широко приложение в различните клонове на промишлеността и селското стопанство. От тях се изработват слънчевоустойчиви брезенти за жп. и автотранспорта, за покриване на фураж и зърнени храни, за палатки, транспортни ленти за рудодобивната промишленост, филтри, химически устойчиви дрехи, риболовни мрежи и въжета.

За специални цели — филтри, изолации и др., се използват „черните“ полиакрилнитрилни влакна, издържащи високи температури (700—800°C).

**Поливинилхлоридни влакна.** В нашата страна те не се произвеждат. Преработват се незначителни количества. В другите страни от поливинилхлоридни влакна се изработват главно технически изделия.

Почти пълната хидрофобност на поливинилхлоридните влакна ги прави подходящи за изработване на филтърни платове, които не се задръстват от микропрашинки.

При триене върху повърхнината на поливинилхлоридни влакна се натрупват големи електростатични заряди с отрицателен знак. Това им свойство се използва за лечение при заболяване на периферната нервна система. За това вероятно допринася топлозащитността на поливинилхлоридните влакна и способността им да поемат и предават на следващите дрехи отделената пот вследствие на капилярактивността.

Поливинилхлоридните влакна не се подлагат на апретурна и багрилна обработка, тъй като рязко се намалява електростатичното електричество.

Незначителното повишаване на температурата над 70°C предизвиква силно свиване (над 45%) на поливинилхлоридните влакна и на изделията от тях. Това дава възможност да се изработват обемни преди от влакна с различна свиваемост и плътен трикотаж на обикновени машини.

Чрез иглонабивните технологии поливинилхлоридните влакна се свиват (до 30%) в мокра среда при 135°C. Полученото кече има същите филтриращи качества, както вълните, и допълнителни свойства, като химична устойчивост, негорливост, хидрофобност и др.

В редица клонове на фината механика и особено в оптиката се използват зайчевите кожи. Тяхното получаване е свързано с дълъг и сложен технологичен процес. Същите успешно се заместват от изкуствена зайчева кожа, изработена от смес от поливинилхлоридни влакна, вискоза, полиакрилнитрилни и полиамидни влакна. Трикотажните платна след топлинното свиване се стрижат, шлифват и импрегнират против водопропускане. Изкуствената зайчева кожа сполучливо имитира естествената и някои видове кожен велур.

**Поливинилалкохолни влакна.** Този вид влакна намират широко приложение за технически предмети и изделия за битови нужди. Поради неустойчивостта на виниловия алкохол в свободно състояние полимерното съединение се получава от поливиниловия ацетат, който е достъпен и с ниска стойност суровина (произвежда се от ацетилен и оцетна киселина в присъствие на катализатори).

Поливинилалкохолните влакна, обработени с азотни съединения, придобиват мекотата (опипа) на вълнените влакна. Те спадат към влакната с висока здравина, която в мокро състояние намалява с 12—18%. Макар и с малка плътност (1,26—1,3 g/cm<sup>3</sup>), те са устойчиви на претриване. При повишени температури до 150°C са устойчиви, като губят 25% от здравината си. Продължително издържат въздействието на химикали и морска вода. Слънчевото въздействие и атмосферните условия не променят физико-механичните им и други свойства. Поливинилалкохолните влакна имат 4 пъти по-голям модул на линейна деформация от полиамидните и 2 пъти по-голям от полиестерните.

От синтетичните текстилни влакна ПВАлкохолните имат най-силна хигроскопичност (около 4—5% при нормални климатични условия). Друго достоинство на тези влакна е, че те са най-евтините и по свойства са близки до памука и вискозните влакна. Поливинилалкохолните влакна се произвеждат като коприни и влакна, разтворими и неразтворими във вода.

Обработени с формалдехид, разтворимите във вода поливинилалкохолни влакна стават впоследствие неразтворими.

Разтворимите във вода влакна и коприни се използват за изработване на ажурени плетива и дантели, разделителни нишки при чорапите и др. Този вид нишки успешно се използват в хуманитарната и ветеринарната хирургия, тъй като те се разтварят от кръвната плазма и тъканта.

Особена ефективност се получава при използването на поливинилалкохолните влакнести материали за изработването на брезенти с най-различни предназначения. Те не гният във водата и под земята, здравината им почти не се изменя от продължителното въздействие на ултравиолетовите лъчи. Устойчиви са на триене и многократно огъване.

Поливинилалкохолните влакна успешно заместват с около 50% мериносовата вълна при получаването на кечета и филцове за технически цели.

Перспективно е използването на водоразтворимите поливинилалкохолни влакна за производство на нетъкан текстил чрез спелване. В случая разтворимият компонент, намокрен 30—40% с вода, свързва останалите влакна при 70—110°C след топлото каландриране.

**Полиетиленови влакна.** При полимеризацията на отделящия се от нефта етилен се получава полиетилен. В зависимост от това, при каква температура и налягане се извършва полимеризацията,

се получават два вида полиетилен — ниско и високо налягане. Полиетиленът ниско налягане има по-голяма здравина, по-малка разтегливост и по-висока точка на омекване (125—130°C). Плътността му е 0,94—0,96 t/m<sup>3</sup>. Полиетиленът високо налягане е неподходящ за текстилни изделия, омеква при 100°C и се топи при 115°C.

При температура около 150°C гранулираният полиетилен се стопява и от него се формоват нишки, които след многократно изтегляне (5—6 пъти) се стабилизират в кипяща вода.

Изтеглените монофилни нишки са по-леки от водата. Те имат задоволителни якостни свойства и са устойчиви на химични реагенти. Полиетиленовите влакна практически са напълно хидрофобни; при температури 50—60°C те силно се скъсват. Намират приложение като електроизолационни материали, филтри, мебелни платове, въжета, опаковъчни изделия и др.

**Полипропиленови влакна.** Световното производство на полипропиленови влакна през последните 26 години достигна около 10 млн. кг. Това се обяснява с ниската им стойност, с наличността на изходните суровини и със задоволителните им потребителски свойства. Произвеждат се във вид на коприни, щапелни влакна и ленти.

Полипропиленовите влакна са най-леките влакна; плътността им е 0,89—0,92 g/cm<sup>3</sup> (изделия от тях не потъват във вода). Както при полиетилена, така и при полипропилена хигроскопичността практически е равна на нула. Здравината на полипропиленовите влакна е еднаква в сухо и мокро състояние. Поради незначителните им диелектрични загуби те имат отлични електроизолационни свойства.

Полипропиленовите влакна без особени трудности се преработват с естествените влакна на класическите съоръжения. Те почти не образуват пилингови пъпки, което се дължи главно на високия коефициент на тангенциално съпротивление.

Модулът на линейната деформация на полипропиленовите влакна е около 4500—4700 МРа и е по-голям от този на полиамидните влакна. По устойчивост на многократно огъване полипропиленовите влакна превъзхождат всички влакна.

Поради пълната хидрофобност полипропиленовите влакна не могат да се багрят с обикновените типове багрила. За оцветяването им са създадени маслоразтворими багрила.

Полипропиленовите влакна при температура 140°C се размекват, а при 100°C губят обратимата си здравина. Поради тези причини те не се използват за производство на технически изделия, които се подлагат на вулканизация при 160—170°C. Изделията от полипропилен не се гледат при температура над 130°C.

Както много други влакна, така и полипропиленовите при чисто механични въздействия променят много от свойствата си. Например неориентираните влакна са крехки и чупливи при 18°C. С увеличаване

на ориентацията на макромолекулите крехкостта на влакната намалява, а здравината се запазва до  $-22^{\circ}\text{C}$ . Намаляването на дебелината на влакната увеличава устойчивостта им при ниски температури. Тези свойства правят полипропиленовите влакна подходящи за риболовни мрежи и корабни въжета в арктическите области. Ултравioletовите лъчи и обикновената слънчева светлина само за 3 месеца разрушават изделията.

Известни количества полипропиленови влакна се използват за изработване на филтри, прашни ръкави, работно облекло, дрехи, различни видове одеяла и технически изделия. Смесени с вълна и памук, те се преработват за изтъкване на декоративни платове, килими, мебелни платове и амбалаж.

**Политетрафлуоретиленовите влакна** се получават чрез полимеризация на тетрафлуоретилен ( $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$ ) при налягане 4—10 МРа и загряване до  $70\text{—}80^{\circ}\text{C}$  в присъствие на катализатори (водород, бензилов прекис).

Политетрафлуоретиленовите влакна са неразтворими в киселини и основи. Те се разрушават само от горещи флуорни газове и разтопени алкални метали. Топят се при  $40^{\circ}\text{C}$ . От всички текстилни влакна те имат най-нисък коефициент на триене.

Уникалните свойства на тези влакна отчасти може да се обяснят със строежа на макромолекулата им.

Тя се състои от дълги въглеродни вериги, към които са присъединени само атомите на флуора.

Текстилните влакна, получени от политетрафлуоретилен, в САЩ се наричат тефлон, а в СССР — полифен и фторлон.

Тези влакна имат здравина около  $15\text{ cN}/\text{tex}$ , удължение  $10\text{—}15\%$  и плътност  $2,2\text{—}2,3\text{ t}/\text{m}^3$ . В сухо и мокро състояние здравината им не се изменя, тъй като хигроскопичността им практически е равна на нула. До  $250^{\circ}\text{C}$  тефлонът и фторлонът не променят значително здравината си. Влакната от тях не могат да се баграт.

Политетрафлуоретиленовите влакна са скъпи и намират широко приложение за специални технически изделия, издържащи на високи температури и концентрирани химични вещества. От тях се изработват платове за филтри, уплътнители за помпи, кранове, предпазни покривала и работни костюми, обвивки на кабели и изолация на проводници за индукционни пещи.

**Влакна със специални свойства.** Към тях се отнасят:

*Влакна за медицински нужди.* Те имат подчертана антибактериална и противогъбеста устойчивост. Тези свойства на влакната се придават чрез обработването им с химикотерапевтични препарати или антисептици. Подробности по химията и технологията на това производство могат да се намерят в литературата.

*Влакна, които не горят.* Това са онези влакна и текстилни изделия, които не поддържат горенето и не тлеят след премахване на източника на пламъка.

*Влакна с йонообменни свойства.* Тези влакна се използват в

многобройните отрасли на народното стопанство за обезсоляване и филтриране на суспензии, за утаяване на белтъчини от разтвори и много други цели.

*Влакна със свойства на полупроводници с фотопроводимост.* Това са полимери, в макромолекулата на които е постигната висока степен на делокализация на  $\pi$ -електрони. Например чрез дехидриране на поливинилалкохолни влакна са били получени други влакна със спрегнати двойни връзки. Физико-механичните им свойства са като на целулозата, а химичните — рязко изменени. Те не се разрушават от 95%-на сярна киселина и 40%-на основа при температура до 100°C.

*Хетерогенни влакна* са тези, които се състоят от няколко компонента. Един от тях обвива влакната и служи като слепваща връзка между отделните влакна.

При производството на нетъкани материали върху повърхнината на обикновените целулозни влакна, обработени с инициатори на полимеризация, се синтезира полиетилен.

## ГЛАВА ТРЕТА

### СВОЙСТВА НА ВЛАКНАТА И НИШКИТЕ

#### МЕТОДИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА ОБРАЗЦИ И ПРОБИ ЗА ЛАБОРАТОРЕН АНАЛИЗ НА ТЕКСТИЛНИТЕ МАТЕРИАЛИ

Изделията на текстилната промишленост са едни от най-масово използваните в бита. Тяхната цена се определя от количеството на вложения материал, като за много изделия от текстилни влакна тя надминава 80%. Това налага точното определяне на физико-механичните свойства и качества на текстилните влакна и нишки.

Главната трудност при обобщаване на резултатите от изпитванията произтича от анизотропния характер на свойствата на природните влакна. Практически се оказва невъзможно изпитването на всички влакна, влизащи в състава на дадено количество (партида). За лабораторните изпитвания обикновено се взема минимално количество от тях. Необходимо е обаче установените параметри на опитните образци да апроксимират партидата по всички свойства и да се отличават от нея само в количествено отношение.

Казаното по-горе, макар и в по-малка степен, се отнася за изкуствените и синтетичните влакна, в които неравномерността по всички показатели е по-ниска.

Физичният смисъл на понятието партида е следното: всяко едно-

кратно представено количество текстилен материал от един вид, състав, предназначение, опаковка и партиден номер и оформено с един документ за покупко-продажба, представлява една партида.

За да бъдат изключени възможностите за проявяване на недобросъвестност и ненужни спорове, обикновено при вземане на пробата присъствуват представители на заинтересованите страни.

Пробата представлява определено количество текстилен материал, взет от партидата, предназначена за изпитване, съгласно предписанията на стандарта. Същата изразява средния състав на цялата партида и се подлага на определени механо-технически изпитвания.

Начините за вземане на проби и методите за извършване на изпитванията са установени с БДС 225—70. В стандарта се дават указания за размерите и количествата на материалите, върху които ще се извършват изпитванията. След доставяне на суровината заводите, преработващи текстилните влакна и нишки, проверяват достоверността на обозначените свойства върху партидата и въз основа на тях определят какво може да се изработи от тази суровина. След това се построява схемата на технологичния процес.

За получаване на комплексни показатели от всяка партида текстилни влакна задължително се вземат два вида проби:

а. Пробите от първи вид с маса до 50 г служат за всички лабораторни изпитвания: дължина, дебелина, разрушаваща здравина, устойчивост на едно- и многоциклени деформации и др.

б. Пробите от втори вид са предназначени само за определяне на влагосъдържанието на текстилните влакна чрез изсушаване (кондициониране). Още при отделянето те трябва незабавно да се поставят в херметически затварящ се съд или да бъдат претеглени. При промяната на температурата и влагата на въздуха се увеличава или намалява влагосъдържанието на текстилните влакна.

В зависимост от произхода на текстилните влакна в стандартите са определени количествата на пробите и начините на вземане от опаковките.

При изследване на физико-механичните и други свойства на текстилните влакна важно условие е то да се извършва при определени метеорологични условия. За цялата наша страна за нормални климатични условия се смятат тези, при които температурата на въздуха е  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , а относителната влажност —  $65 \pm 3\%$ .

### Някои оценки на резултатите от изпитванията

**Сборни характеристики.** Разнообразното производство на текстилната промишленост на изделия за бита и технически цели налага те да имат определени повторяеми показатели на физико-механичните и други свойства. Това изискване от своя страна налага материалите, които ще се използват за производството, да бъдат подложени на изпитване при стандартни условия, а получените резултати — анализирани.

Природните, изкуствените и синтетичните текстилни влакна в по-голяма или по-малка степен проявяват анизотропността на свойствата си, но същевременно имат и големи отклонения едно спрямо друго в партидата и представителните проби.

За получаване на типична характеристика при определяне на дадено свойство в пробата на практика се определя средноаритметичната стойност от всички изпитвания. Тя се явява като един от показателите, характеризиращ неравномерността на материала и разсейването на резултатите.

За нуждите на производството и научните изследвания при съставяне на сборните статистики освен средноаритметична стойност се използват модата, неравномерността, стандартното отклонение, вариационният коефициент и др. Те дават възможност да се пресметнат грешките, допуснати при определяне на даден показател и броят на опитите, а с това и гарантираната стойност на средния показател.

Средноаритметичната стойност  $\bar{X}$  се получава, като сборът от отделните изпитвания  $\sum x_i$  се раздели на броя на опитите  $n$ :

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{n-1} + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{l=n} x_i,$$

където  $x_i$  е резултатът от изпитването, използван в първоначалния ред като самостоятелна стойност;

$n$  — броят на вариантите в един първоначален ред.

В случаите, когато данните от измерванията са разпределени на групи (класове) със средни показатели  $x_i$  и брой на изпитванията  $n_1, n_2, n_3 \dots$ , може да се определи среднопотеглената стойност на изследваното свойство в пробата:

$$\bar{X} = \frac{\sum h_i \cdot x_i}{\sum h_i} = \frac{\sum h_i \cdot x_i}{n}.$$

където  $h_i$  е броят на групите (класовете);

$x_i$  — средните стойности на групите;

$n$  — броят на изпитванията.

Този начин на определяне на средноаритметичната стойност се прилага, когато броят на опитите е  $n \geq 25$ .

**Мода.** Нейният физичен смисъл съвпада със средноаритметичната стойност. Този показател представлява най-често срещана стойност и се използва в случаите, когато средната аритметична стойност под влияние на екстремните стойности дава вярна представа за характерното ниво на случаите в статистическата съвкупност  $X$ .

**Медиана  $\bar{X}$ .** Нарича се още средна на положение, защото стойността ѝ е равна на онзи случай от резултатите, който разделя под-

редените в нарастващ или намаляващ ред резултати на две части. Тя не се изчислява, а се установява по място.

За пресмятане на медианата  $\bar{X}$  случаите се подреждат във възходящ ред и се избира централният при нечетен брой случаи, а при четен брой — средната аритметична стойност от двата централни случая.

Средногеометрична  $\bar{X}$  се получава от корен  $n$ -ти от произведението на всички резултати от първоначалния ред с обем  $n$ :

$$\bar{X} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_{n-1} \cdot x_n}$$

където  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  са отделните резултати;  
 $n$  — броят на резултатите.

Коефициентът на линейната неравномерност  $H$  се изразява в проценти като средно отклонение на отделните измервания от средноаритметичната стойност при  $n > 20$ :

$$H = \frac{2n_1(\bar{x} - \bar{x}_1)}{n \cdot \bar{x}} \cdot 100\%,$$

където  $\bar{x}$  е средноаритметичната стойност;  
 $\bar{x}_1$  — средноаритметичната стойност на отделните изпитвания, които са по-малки от  $\bar{x}$  (нарича се също подсредна аритметична стойност);  
 $n$  — общият брой на отделните изпитвания;  
 $n_1$  — броят на отделните изпитвания, които са по-малки от средно аритметичната стойност и служат за изчисляване на подсредната аритметична.

Линейното отклонение  $|X|$  се получава, като от всяко изпитване  $x_1$  се извади средноаритметичната стойност  $\bar{x}$ :

$$|X| = x_1 - \bar{x}$$

Все за определяне на процентното отклонение — разсейване, на отделното изпитване от средноаритметичната и среднопритеглената стойност се определят и други показатели, а именно:

Средно линейно отклонение  $d$ . Получава се от средноаритметичната стойност на абсолютните стойности на линейните отклонения  $|X|$  при  $n < 20$ :

$$d = \frac{\sum |X|}{n} = \frac{\sum (x_1 - \bar{x})}{n}$$

Освен горните формули в математическата статистика са дадени и други. Всички те имат за цел да изразят разсейването на дадено свойство в партидата от текстилни влакна или изделия.

Дисперсията  $S^2$  е равна на сумата от квадратите на отклоненията

на резултатите от изпитванията  $x_i$  от средноаритметичната стойност  $\bar{x}$ , разделена на общия брой опити минус единица:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2$$

С увеличаване на броя на опитите  $n$  изразът  $n-1$  загубва смисъл, тъй като единица по-малко в знаменателя не оказва значение за крайния резултат.

*Стандартното отклонение*  $S$  представлява квадратен корен, получен от дисперсията. Стандартното или средноквадратичното отклонение показва стойността, с която то се различава от средноаритметичната стойност  $\bar{x}$ . То с по-голяма точност показва стойността на допусканата грешка, тъй като отклоненията от средноаритметичната стойност се повдигат на квадрат. В средноквадратичното отклонение намира отражение случайният подбор на изпитвания образец и неговата много малка стойност в сравнение с изпитваната партида.  $S$  много по-добре характеризира неравномерността в дадено явление и служи като основа за определяне на много други важни показатели. То се изразява чрез мерните единици на изследваното разсейване: за маса — грамове, милиграми килограми, за дължина — милиметри, сантиметри, метри и т. н

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

*Вариационният коефициент*  $V$  дава отношението между стандартното отклонение  $S$  и средноаритметичната  $\bar{x}$ , изразено в проценти:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Той е отвлечено число, изразено в процент и, което със satisfactелна точност дава възможност да се съпоставят величини, измерени в различни мерни единици (например разсейването на удължението в милиметри с разсейването на устойчивостта на многократно огъване в изброими единици). Поради това не е възможно да се сравняват стандартните отклонения.

При боравене с понятията на математическата статистика е възможно да се сравняват вариационните коефициенти, тъй като поотделно те показват какъв процент представлява  $S$  от съответните средноаритметични стойности  $\bar{x}$ .

Вариационният коефициент е по-точен от коефициента на линейната неравномерност, понеже се получава от стандартното от-

клонение, а не от средното линейно отклонение  $d$ , изведено при  $n \wedge < 20$ :

$$H = \frac{d}{\bar{x}} \quad 100 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})}{n \cdot \bar{x}} \quad 100\%$$

Стойностите на стандартното отклонение  $S$  и вариационния коефициент  $V$  характеризират размера на отклоненията (разсейването). Колкото са по-големи тези стойности, толкова по-голямо е разсейването. При случай, когато няма разсейване, стандартното отклонение е равно на нула.

Съкратен начин за определяне на  $V$  и  $S$  е следният:

$$V = A \cdot H\%; \quad S = A \cdot d,$$

където  $A$  е коефициент, който зависи от броя на единичните изпитвания.

Таблица 17

$n$	4	5	6	7	8	9	10	15	20	50	100
$A$	1447	1401	1373	1354	1340	1329	1321	1297	1286	1266	1253

Размах  $R$  представлява разликата между стойностите на най-големия вариант  $X_{\max}$  и най-малкия вариант  $X_{\min}$ . Той се използва за изчисляване на стандартното отклонение при малък брой на изпитванията:

$$S = \frac{R}{a_n} = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{a_n},$$

където  $a_n$  е коефициент, зависещ от броя на изпитванията (стойностите му са дадени в табл. 18).

Таблица 18

$n$	5	6	7	8	9	10	15	20
$a_n$	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078	3,472	3,710

### Съкратени методи за изчисляване на сводните характеристики

За производствени и научноизследователски цели често се получават голям брой резултати, които трябва по-бързо да бъдат изчислени. Поради това резултатите се групират по стойности в кла-

сове (интервали) при спазване на следното: границите на интервалите трябва да се определят така, че резултатите да бъдат разпределени еднозначно в определен интервал. В случай че се закръгляват резултатите, тогава границата на интервалите се избира така, че да съвпадат с границата на закръгленията. Широчината на всички интервали (класове) трябва да бъде еднаква.

Ако резултатите са нормално разпределени или са близо до нормалното разпределение, широчината на интервала трябва да се избере така, че в зависимост от броя на опитите  $n$  броят на интервалите да бъде, както е показан на табл. 19.

Таблица 19

Брой на опитите, $n$	25	50	100	200	500	над 500
Брой на класовете	7—11	8—13	9—14	10—16	12—18	14—20

Ако последователността на вариантите не е от значение, тогава е по-целесъобразно те да се записват направо в интервали непосредствено през време на изпитването. Изчисляването на средната стойност  $\bar{x}$  и на дисперсията  $S^2$  в този случай се извършва лесно с помощта на условно избраната средна стойност.

За изчисляване на  $\bar{x}$  и  $S^2$  на интервалите трябва да се дадат числени кодове  $m_i$ . Тогава средната стойност и дисперсията се изчисляват, както следва:

$$\bar{x} = x_y + \frac{b}{n} \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i;$$

$$S^2 = \frac{b^2}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i \right)^2 \right],$$

където  $x_y$  е условно избраната средна стойност, която се подбира така, че да представлява най-близкото цяло или дробно кръгло число до фактическата средноаритметична;

$b$  — широчината на интервала или разликата между горната и долната граница на интервала;

$n$  — броят на резултатите;

$h_i$  — абсолютната честота, т.е. броят на вариантите в отделните интервали;

$m_i$  — кодовете на интервалите или означението на интервалите с положителни или отрицателни поредни номера, започвайки от интервала, означен с 0.

Целесъобразно е за нулев интервал да се избере този, в който се очаква да се получи средната стойност на вариантите. Кодовете в интервалите, разположени над този, означен с 0, се означават като положителни, а кодовете на интервалите, разположени под него — като отрицателни.

Кодът на интервала  $m_i$  е отношението на разликата на средната стойност на интервала  $\bar{x}_i$  и условно избраната средна стойност  $x_y$  към широчината на интервала  $b$ :

$$m_i = \frac{\bar{x}_i - x_y}{b}.$$

При изчисленията резултатите (вариантите) обикновено са групирани в интервали. Интервалът на избраната условна средна стойност приема код  $m_i = 0$ . Вследствие на това кодът на условно избраната средна стойност е равен винаги на 0.

В случаите, когато броят на единичните резултати (варианти) не е много голям ( $n < 30$ ), средната аритметична  $\bar{x}$  и дисперсията  $S^2$  се изчисляват непосредствено от вариантите  $x_i$  по формулите:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k x_i,$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right].$$

Средноаритметичната стойност и дисперсията могат да се изчислят по-бързо и лесно, като се използват отклоненията на единичните резултати от избраната условна средна стойност  $\bar{x}_y$ , както следва:

$$\bar{x} = \bar{x}_y + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_y),$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n (x_i - x_y)^2 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_y)}{n} \right].$$

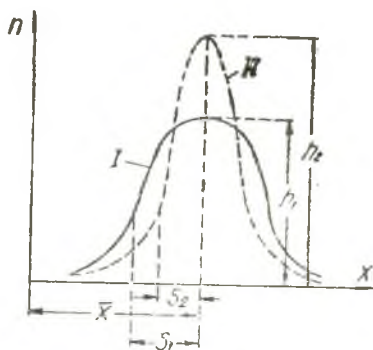
Графичното изобразяване на резултатите от изпитванията дава нагледна представа за разсейването на отделните резултати. За тази цел се построява кривата на разпределението (фиг. 44).

По абсцисната ос се нанасят нарастващите стойности  $x$  на изследваното явление, а по ординатната ос — броят на изпитванията  $n$ .

Точката от абсцисата, имаща максимална стойност по ординатата, отговаря на средноаритметичната  $\bar{x}$ . Максимумът на ординатата от кривата, изразена в проценти от общия брой изпитвания  $n$ , може да се приеме за показател на равномерността на материала.

Ако се приеме, че  $h_2 > h_1$ , се вижда, че стойностите на отделните измервания за кривата II са по-равномерни.

Стойностите на стандартното отклонение  $S$  може да се определят от разстоянието на максимума до точките, в които вдлъбнатата крива преминава в изпъкнала и обратно. Разгледайки двете криви, се вижда, че  $S_1 > S_2$ , защото стойностите на отделните изпитвания в първия случай са по-неравномерни, отколкото във втория.



Фиг. 44. Крива на разпределението

### Определяне на грешките при изпитванията

При прилагането на различни методи за определяне на свойствата на текстилните материали и начините за изчисляване на показателите им се допускат нови грешки, които биват:

Груби грешки — дължат се на неправилно записване и пресмятане.

Системни грешки — дължат се на неточност и повреди в уредите и апаратите, а също така и на неправилен метод на работа.

Грешки на избора — дължат се главно на това, че изпитваните обрзци са несравнимо малки по отношение на обема и масата на партидата. Този вид грешки не могат да бъдат отстранени при природните влакна. За изкуствените и синтетичните текстилни влакна и при разсейването на резултатите от отделните изпитвания рязко се намалява. При тях съществува възможност да се проектират и получат влакна с предварително определени физико-механични, химични и други свойства.

Съгласно БДС 7912—70 задължително се използват редица понятия с точен физичен смисъл и формули при оценка на резултатите от изпитванията на текстилните материали.

**Доверителен интервал.** Това е интервалът между изчислените двустранни граници на достоверност. Под едностранна граница на достоверност се разбира интервалът, намиращ се над долната или под горната граница.

Доверителен интервал на средната аритметична  $\bar{x} \pm q$ . Той служи за оценяване на точността, с която е определена средноаритметичната стойност. В случай на практически нормално разпределение на резултатите (вариантите) доверителният интервал представлява интервалът от  $\bar{x} - q$  до  $\bar{x} + q$ , където  $q$  е половината от широчината на доверителния интервал и се изчислява по формулата

$$q = t \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

където  $S$  е стандартното отклонение, изчислено от броя на опитите;

$t$  — коефициент, който се взема от табл. 18 в зависимост от  $n$  и от предварително посочената вероятност ( $S=95\%$  или  $\bar{S}=95\%$ ).

$n$  — броят на отделните изпитвания — резултати или варианти;

$N$  — максимално възможният брой на изпитванията.

Установено е, че в 1 kg памук има над 150 млн. влакна. В една партида от няколко хиляди килограма ще има милиарди влакна. По тези съображения  $N$  е несравнимо по-голямо от  $n$  и изразът

$$\frac{\sqrt{N-n}}{N-1} \approx 1.$$

Тогава  $q = t \frac{S}{\sqrt{n}}$

Колкото амплитудата на доверителния интервал е по-гъсна толкова и грешката е по-малка.

Таблица 2

n	t при S = 95 %		n	t при S = 95 %		n	t при S = 95 %	
	t при S = 95 %	t при S = 95 %		t при S = 95 %	t при S = 95 %		t при S = 95 %	t при S = 95 %
4	3,18	2,35	15	2,14	1,76	26	2,06	1,71
5	2,78	2,13	16	2,13	1,75	27	2,06	1,71
6	2,57	2,02	17	2,12	1,75	28	2,05	1,70
7	2,45	1,94	18	2,11	1,74	29	2,05	1,70
8	2,36	1,90	19	2,10	1,73	30	2,04	1,70
9	2,31	1,86	20	2,09	1,73	31—40	2,02	1,69
10	2,26	1,83	21	2,09	1,73	41—60	2,00	1,68
11	2,23	1,81	22	2,08	1,72	61—120	1,98	1,66
12	2,20	1,80	23	2,07	1,72	над 120	1,96	1,65
13	2,18	1,78	24	2,07	1,71	—	—	—
14	2,16	1,77	25	2,06	1,71	—	—	—

Доверителният интервал има същата размерност като средноаритметичната стойност  $\bar{x}$  и стандартното отклонение  $S$ .

Относителната широчина на доверителния интервал на средната аритметична  $\pm P_x$ , т. е. грешката ѝ представлява отношението на половината широчина на доверителния интервал към средноаритметичната стойност, изразена в %:

$$\pm P_x = \frac{q}{x} \quad 100 = \frac{t}{x} \quad \frac{S}{\sqrt{n}} \cdot 100\%.$$

Знаем, че  $\frac{S}{x} = V$ . Тогава

$$\pm P_x = t \cdot \frac{V}{\sqrt{n}} \cdot 100\%,$$

където  $P_x$  е грешката на средноаритметичната стойност, %;  $V$  — вариационният коефициент, %.

В случаите, когато  $n > 20$ , коефициентът  $t = 0,674$  осигурява статистическа вероятност  $S = 50\%$ ; когато  $t = 1$  и  $S = 68,3\%$ , грешката  $P_x$  се нарича средна грешка.

В практиката се използва също понятието вероятна грешка —  $q_{x_1}$  и  $P_{x_1}$ .

Средната и вероятната грешка дават резултати, които не са достоверни. Поради това се работи с вероятност  $S = 95,4\%$  и  $t = 2$ , като грешката е прието да се нарича гарантирана грешка —  $q_{x_2}$  и  $P_{x_2}$ , и представлява практическата граница на грешката:

$$q_{x_2} = \frac{2S}{\sqrt{n}},$$

$$P_{x_2} = \frac{2V}{\sqrt{n}} \approx \frac{2,5H}{\sqrt{n}} \%.$$

При тази постановка може да се приеме, че има вероятност от всеки 1000 случая 954 да имат истинска средноаритметична стойност  $M$  на партидата (генералната съвкупност):

$$M = \bar{x} \pm q_{x_2} = \bar{x} \pm \frac{2S}{\sqrt{n}}$$

В текстилната практика е прието практическата граница на грешката при изследване на влакна и нишки да не надминава 5%, а за прежди и платове  $\leq 2,5\%$ .

За улеснение при изчисленията е прието да се работи със следните вероятности  $S$ :

$$S = 95\% \quad \text{и} \quad t = 1,96;$$

$$S = 99\% \quad \text{и} \quad t = 2,58;$$

$$S = 99,9\% \quad \text{и} \quad t = 3,29.$$

След като е определена практическата граница на грешката и са изчислени неравномерността  $H$  и вариационният коефициент  $V$ , се пресмята броят на опитите  $n$ , които трябва да се извършват, за да се получат достоверни резултати:

$$n = \left( \frac{2,5 H}{P_{\bar{x}_2}} \right)^2 = \left( \frac{1,96 V}{P_{\bar{x}_2}} \right)^2.$$

## ГЕОМЕТРИЧНИ СВОЙСТВА

*Дължината на влакната* се установява чрез измерване на разстоянието между краищата на изправено, но неразтеглено влакно.

От дължината на различните влакна памук, вълна, изкуствени и синтетични влакна зависи **подборът на предачната система**, която определя свойствата на преждите и тяхното предназначение.

Дължината на щapelните влакна **предопределя здравината на преждата**. При еднакви сукове преждата, изпредена от по-дългите влакна, ще бъде по-здрава. Това се дължи на по-голямото ецепление между отделните влакна и на силите на тангенциално съпротивление.

*Средноаритметична дължина.* От малка средна проба се претеглят 0,5 g влакна. Отделните влакна леко се опъват до изчезване на къдравината и се измерва разстоянието между краищата им. За да се улесни пресмятането на получените резултати, влакната се разделят на дължинни групи в определен интервал и чрез броеве се установява броят на влакната в отделните групи. Например при определяне на дължината на полиакрилонитрилни влакна вълнев тип с  $l=65$  mm първата група ще бъде с интервал през 10 mm, втората до 20 mm и т. н.

Средната дължина в зависимост от броя на влакната се определя по следната формула:

$$\bar{L}_n = \frac{l_1 n_1 + l_2 n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots} = \frac{\sum L_n}{\sum n},$$

където  $n_1, n_2 \dots$  е броят на влакната с еднаква дължина в интервала с дължина  $l_1, l_2 \dots$  и т. н.

Когато се измерва дължината на памучни или химични щapelни влакна памучен тип, влакната се разделят на групи през 2 mm.

Този метод за определяне на дължината на влакната изисква много труд, но е най-точният.

*Средна дължина по маса.* Чрез разсортиране на влакната в дължинни групи може да се определи дължината на влакната в пробата. При този метод не се изброяват влакната във всяка група, а се измерва тяхната маса. След като е установена дължината на

влакната във всяка група ( $l_1, l_2, l_3 \dots$ ) и масата ( $m_1, m_2, m_3 \dots$ ), средната масодължина е

$$\bar{L}_m = \frac{l_1 m_1 + l_2 m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum L_m}{\sum m}$$

Този начин на изчисляване се използва при определяне на дължината на вълнени, ликови и от съответния вид химични влакна. Тъй като честотата по маса на по-дългите влакна е по-голяма от честотата по брой на влакната, то  $\bar{L}_m \geq \bar{L}_n$ . Тази разлика е толкова по-голяма, колкото по-висока е неравномерността по дължина на отделните влакна.

За да се определи неравномерността на влакната по дължина чрез стандартното отклонение  $S$  (средноквадратично) и вариационния коефициент  $V$ , се използват формули, отличаващи се от дадените вече:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L}_m)^2 m_i}{\sum m_i}} \text{ mm},$$

$$V_m = \frac{S_m}{\bar{L}_m} 100\%,$$

където  $\bar{L}_i$  е средната дължина на отделните групи влакна;  
 $m_i$  — масата на отделните групи.

*Дължина на памучните влакна.* Претеглят се около 50 mg памучни влакна. Ръчно се приготвява щапел с възможно изравнен край. С щипка (фиг. 45) се захващат краищата на стърчащите влакна и се нареждат на облечената с вълнено кадифе масичка.



Фиг. 45. Приготвяне на шапели

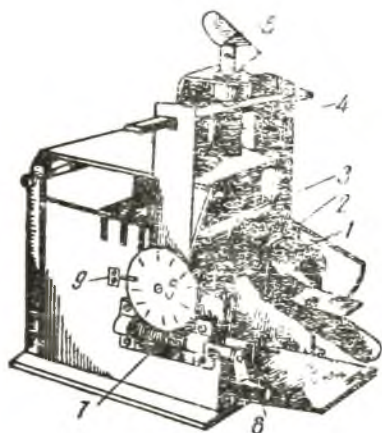
*a* — щипка; *b* — поставяне на шапела върху масичката;  
*в* — разсортирани влакна по дължина

С дълга препарационна игла се повдига полученият щапел и се захваща с лявата ръка откъм изравнения край.

С щипка в дясната ръка се захващат до самия им край влакната от щапела в лявата ръка. При това второ подреждане дългите влакна са най-отдолу, а късите най-отгоре.

За разсортиране на така получения щапел обикновено се използва уредът на В. Н. Жуков, имащ двойка валци (фиг. 46). С него влакната се разделят на отделни групи с различна дължина.

Поставеното на масичката 1 щапелче чрез валичето 2 и цилиндъра 3 се изкарва на разстояние 9 mm от оста у. Чрез пружината 4 и ексцентрика 5 цилиндърът се притиска със сила около 60 N.



Фиг. 46. Уред за разсортиране на щапели

На единия край на вала 2 неподвижно е поставено зъбно колело 6 с 60 зъба, на предната страна на което са нанесени 60 деления. Червякът 7 с ръчката 8 е зацепен със зъбното колело 6 и вала 2. При това положение стрелката 9 показва деветото деление на колелото 6. Всяко завъртане на ръчката 8 превърта червяка на един зъб. Валът и цилиндърът също се завъртат на  $1/60$  част от дължината на окръжността, тъй като имат обиколка 60 mm. Вследствие на това щапелът ще се придвижи на 1 mm влясно. Стрелката ще показва десетото деление от зъбното колело.

За изтегляне на влакната се използва втора щипка, с която се захваща краят на щапела. От него ще се измъкнат непритиснатите от вала и цилиндъра влакна с дължина 9 и 10 mm. Средната дължина ще бъде 9,5 mm. Незначителното количество влакна, по-къси от 9 mm, които се намират в тази първа група, допълнително се пресмятат.

След две превъртания на ръчката 8 се отделя следващата група с дължина 11 и 12 mm (средна 11,5 mm), докато не се изтеглят всички влакна. Масата на всяка група се измерва на торзионна везна.

При това разсортиране в различните дължинни групи с дължина  $L$  има влакна и от съседните групи с дължина  $L - 2$  и  $L + 2$ , т. е. по-къси и по-дълги с 2 mm. Опитно е установено, че във всяка група има 46% влакна с дължината на групата, 37% влакна — по-къси от групата с 2 mm и 17% влакна — по-дълги от групата с 2 mm. Използувайки данните за масата на отделните групи, се определя истинската им маса  $M$  по следния начин:

$$M_{\text{ист.г}} = 0,17 m_{l-2} + 0,46 m_l + 0,37 m_{l+2}.$$

където

$m_l$  е масата на влакната с дължина  $l$ ;  
 $m_{l-2}, m_{l+2}$  — масата на влакната в двете съседни групи.

След като се определят масата и дължината на влакната от всяка група, може да се пресметне средната дължина по маса  $\bar{L}_m$ . За нуждите на практиката обикновено се изчислява модалната дължина  $L_{\text{мод}}$  и щapelната дължина  $L_{\text{щ}}$ .

Модалната дължина  $L_{\text{мод}}$  се отнася за онази дължинна група, която има най-голяма маса. Тъй като действителните криви за разпределението на влакната по дължина са асиметрични и не съвпадат с нормалните криви на разпределение,  $L_{\text{мод}}$  се пресмята, както следва:

$$L_{\text{мод}} = (l - 0,5k) + \frac{k(m_n - m_{n-k})}{(m_n - m_{n-k}) + (m_n - m_{n+k})} \text{ mm},$$

където

$l$  е средната дължина на групата с максимална маса  $m_n$ ;

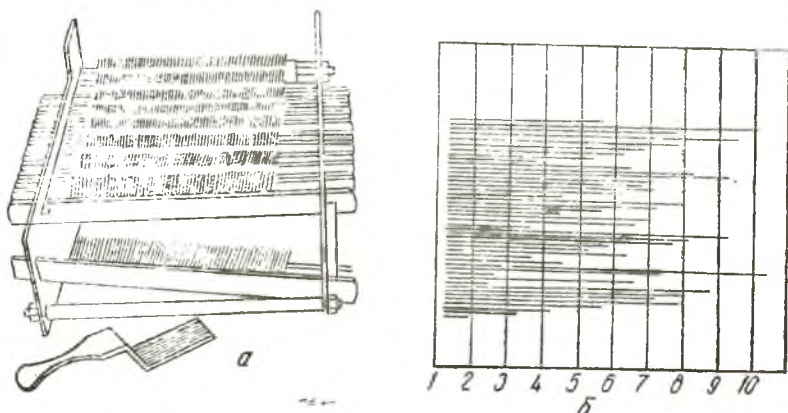
$k$  — класовият интервал при разсортиране на щapelа, равен на 2 mm;

$m_{n-k}$ ,  $m_{n+k}$  — масата на двете съседни на максималната по маса групи с дължина  $l-k$  и  $l+k$ .

Щapelната дължина  $L_{\text{щ}}$  представлява средната дължина по брой на дължинните групи с дължина, по-голяма от модалната.

Много са чести случаите, когато модалната дължина е равна на средната дължина  $l$  на групата с максимална маса  $m_n$ . Тогава  $L_{\text{щ}}$  се изчислява по следната формула:

$$L_{\text{щ}} = \frac{(l+k)m_{n+k} + (l+2k)m_{n+2k} + \dots}{m_{n+k} + m_{n+2k} + \dots} \text{ mm}.$$



Фиг. 47

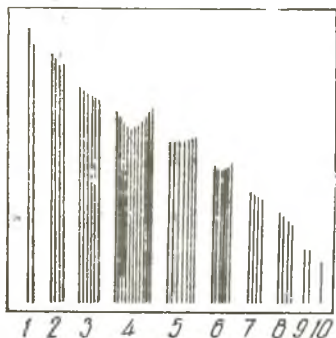
*a* — схема на гребенен анализатор; *б* — щapel, поставен в гребенния анализатор

Задоволителен резултат се получава за памучни и щapelни влакна памучен тип, ако се приеме, че  $L_{\text{щ}} \cong 1,1 L_{\text{мод}}$ .

Гребенен анализатор (фиг. 47). Той се използва главно за определяне на дължината на вълнени влакна. Състои се от 10 успоредно

наредени вертикални гребена на разстояние 10 mm един от друг и 2 mm при анализатора за памук.

Проба от 75 mg памук или 1,5—3 g вълнени влакна се измъква с щипка и се поставя плътно до първия гребен. При внимателно за-



Фиг. 48. Схема на шапела след разсортиране на влакната по дължинни групи

хващане края на влакната върху гребените се получава шапел с добре изравнен ляв край. В зависимост от дължината си влакната се нареждат между гребените в началото (по-късите влакна) или в края (по-дългите влакна).

Като се снемат последователно един след друг гребените, може да се види каква е максималната дължина на влакната. Хващайки края им, най-дългите влакна се пренасят и поставят в гребените на втори анализатор. По същия начин се пренасят и следващите групи влакна, дължината на които е 10 mm по-малка от предната група. Върху гребените на втория анализатор полученят шапел има краища, в които дългите влакна са най-отдолу, а късите най-отгоре.

При третото разсортиране първи се изтеглят дългите влакна и постепенно все по-късите. Всяка дължинна група влакна се претегля и поставя върху кадифена подложка. Наредени последователно и плътно една до друга, отделните дължинни групи оформят кривата на естествената шапелна диаграма, която показва, как се изменя дължината на влакната в масата (фиг. 48).

Дължината на изкуствените и химичните шапелни влакна се определя ръчно чрез изброяване или чрез описаните вече начини.

Методите за определяне на дължината на вълнени, памучни, химични и други влакна са дадени в БДС 8251—70.

### Дебелина (тънкост) на влакната и нишките

Характерната особеност на влакнестите материали, предназначени за текстилни изделия, е, че напречното им сечение е хиляди пъти по-малко от дължината. В текстилната практика двете понятия „тънкост“ и „дебелина“ имат еднакъв физически смисъл, въпреки че те представляват различни характеристики.

Когато се говори за дебелина на текстилните влакна, нишки и прежди, обикновено се разбира площта на тяхното напречно сечение. От по-тънките влакна се изпридат тънки прежди и се тъкат и плетат тънки и леки платове и плетива.

В продължение на повече от 150 години в текстилното производство били въведени последователно няколко системи за опре-

деяне на тънкостта на коприните, влакната и преждите. През 1970 г. съгласно БДС 8252—70 и БДС 226—70 задължително се въведе тексовата система. Тя използва гравиметричния метод за определяне дължината на памучни и химични влакна.

\* Тексовата система  $T_t$  представлява отношението между масата  $M$  и дължината  $L$  на влакното:

$$T_t = \frac{M}{L}.$$

Дебелината на влакното е  $1 T_t$  (един текс), когато 1 или 1000 m от него има маса 1 mg или 1 g.

$$1 \text{ tex} = \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ m}} = \frac{1000 \cdot M}{L} = \frac{1000}{Nm} \rightarrow T_t;$$

$$1 \text{ mtex} = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ m}} = \frac{1000000 M}{L} = \frac{\text{tex}}{1000} \rightarrow T_{\text{mt}};$$

$$1 \text{ dtex} = \frac{1 \text{ dg}}{1000 \text{ m}} = \frac{1 \text{ mg}}{10 \text{ m}} = \frac{\text{tex}}{10} \rightarrow T_{\text{dt}};$$

$$1 \text{ ktex} = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ m}} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ km}} = 1000 \text{ tdx} \rightarrow T_{\text{kt}}.$$

В текстилната практика за охарактеризиране на дебелината на преждите се използва главно тексът, а за единични природни и химични влакна — милитексът и децитексът. Когато  $T_t < 1 \text{ tex}$ , дебелината се дава в  $\text{mtex}$ , а при  $T_t > 1000 \text{ tex}$  — в  $\text{ktex}$ .

Титърна характеристика. Титърът е бил използван още преди няколко века за определяне на дебелината (тънкостта) на естествената коприна. Той е пряка масова характеристика за дебелината и по косвен начин показва тънкостта. Формулата

$$T = \frac{M \text{ (маса)}}{L \text{ (дължина)}}$$

дава отношението между масата  $M$  и дължината  $L$  на коприната и показва каква е масата на определена дължина от нея:

$$T = \frac{M}{L} = F \cdot \rho.$$

Последният извод показва, че колкото е по-голямо напречното сечение  $F$  на една коприна, толкова по-висок ще бъде нейният титър.

В титърната система най-често се използват понятията дение и текс.

Определението дение  $T_d$  показва колко дение\* е масата на една коприна с постоянна дължина 450 m или колко грама е масата на 9000 m от същата коприна:

$$T_d = \frac{450 \cdot M}{0,05 L} = \frac{9000 M}{L} \text{ den.}$$

Метричният номер  $Nm = \frac{L}{M}$ ;  $\frac{M}{L} = \frac{1}{Nm}$ ;

$$T_d = \frac{9000 \cdot M}{L} = \frac{9000}{Nm} \text{ den.}$$

\* Метричната система Nm е дължинна характери- стика на тънкостта на влакна и прежди. Тя показва каква дължина от тях се съдържа в единица маса:

$$Nm = \frac{L}{M}; \quad M = F \cdot L \cdot \rho,$$

където  $M$  е масата на влакната;

$F$  — площта на напречното сечение;

$L$  — дължината на влакната;

$\rho$  — плътността на влакната.

От формулата се вижда, че номерът е стойност, обратно про- порционална на площта на напречното сечение  $F$ , т. е. колкото по- малко е сечението, толкова по-висок е номерът.

Метричният номер показва, каква дължина от влакнестия ма- териал отговаря на 1 mg, 1 g и 1 kg:

$$Nm = \frac{L}{M} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{mg}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{g}} \cdot \frac{\text{km}}{\text{kg}} \right].$$

За превръщане на тънкоствните характеристики (дебелините) на текстилните влакна и нишки от една система в друга се използу- ват следните формули:

$$T_t = \frac{1000}{Nm} = \frac{T_d}{9};$$

$$T_{dt} = \frac{10000}{Nm} = \frac{T_d}{0,9};$$

$$T_{mt} = \frac{10^6}{Nm} = \frac{111 T_d}{1};$$

$$T_d = \frac{9000}{Nm} = 9T_{kt}.$$

Едно дение (den) = 0,05 g и се смята, че е стара италианска мярка за маса.

Отделните единици мерки се сравняват по следния начин:

$$1 \text{ tex} = \frac{1}{1000} \frac{\text{m}}{\text{g}} = 9 \text{ den};$$

$$1 \text{ dtex} = \frac{1}{10} \cdot \text{tex} = \frac{1}{10^4} \frac{\text{m}}{\text{g}} = 0,9 \text{ den};$$

$$1 \text{ mtex} = \frac{1}{1000} \cdot \text{tex} = \frac{1}{10^3} \frac{\text{m}}{\text{g}} = \frac{1}{111} \text{ den};$$

$$1 \text{ ktex} = 1000 \text{ tex} = 9000 \text{ den};$$

$$1 \text{ den} = \frac{1}{9000} \frac{\text{m}}{\text{g}} = \frac{\text{tex}}{9};$$

$$\frac{1 \text{ m}}{\text{g}} = \frac{1}{1000} \cdot \text{tex} = \frac{\text{den}}{9000};$$

$$\text{Nm} \cdot T_1 = 1000.$$

Измерване на дебелината на влакната и нишките се извършва по различни начини. Най-често дебелината се измерва чрез изрязване на влакна на определена дължина. С цел да се отстранят влакната, по-къси от 15 mm, и да се изправят или отстранят преплетените влакна, шапелът се изресва. Разредените и изправени влакна от шапела се поставят между две предметни стъкла, стегнати с каучукови пръстени. Чрез бинокюларен микроскоп се изброяват влакната. Изрязаните краища и средата се събират и претеглят поотделно.

Опитно определената дебелина на влакната е

$$T = \frac{g_c \cdot 10^3}{1000 L_c \cdot n} = \frac{10^3 \cdot g_c}{L_c \cdot n} \quad \text{g/km или mtex};$$

$$\text{Nm} \cdot T = 1000 = 10^3;$$

$$\text{Nm} = \frac{L_c}{g_c}.$$

където  $n$  е броят на влакната между предметните стъкла;

$L_c$  — дължината на влакната под предметните стъкла, mm;

$g_c$  — масата на изрязаната средна част от шапела, mg.

За някои случаи е необходимо да се знае и броят на влакната в 1 mg:

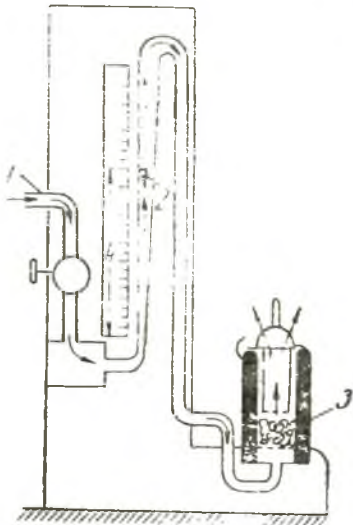
$$n' = \frac{n}{g_c + g_k},$$

където  $g_k$  е масата на изрязаните краища от шапела, mg.

Поради това, че описаният начин за определяне на дебелината на влакната е бавен, са конструирани различни уреди за ускорено определяне на този важен показател.

Един от най-използуваните уреди е този, който определя дебелината на влакната въз основа на въздухопропускливостта на влакната в зависимост от тяхната дебелина.

При еднакви условия за единица време през пласт от тънки влакна ще премине по-малко въздух, отколкото през пласт от груби влакна.



Фиг. 49. Уред за измерване на дебелината на влакната чрез въздухопропускливостта им

На фиг. 49 е даден уредът Майкронер. По тръбопровода 1 идва въздух с постоянно налягане, който повдига конусния клапан 2 и преминава през влакнестата проба 3, деформирана от определена обемна плътност ( $\delta = 0,25 \div 0,30 \text{ g/cm}^3$ ). Въздушното съпротивление на влакнестата маса се измерва по издигането или спадането ( $H$ ) на конусната запушалка 2. Отчетената стойност показва количеството въздух в  $\text{mg}$ , преминало през отвор 25,4  $\text{mm}$  и през влакнестата маса. По-тънките влакна оказват по-малко съпротивление, поради което при тях  $H$  ще бъде по-малко, отколкото при по-дебелите влакна.

Описаният и други подобни уреди дават не съвсем точни и повторяеми резултати в сравнение с изброяването на влакната и определянето на масата на изрезките.

**Единични измервания.** В случаите, когато са необходими в максимална степен точни резултати, се прибегва до измерване на единични влакна. За тази цел се използва малката средна проба с маса 0,12 g. Част от нея се претегля. Намиращите се в нея влакна се измерват поединично по дължина. Тогава

$$T_1 = \frac{m \cdot 1000}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}; \quad Nm = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{m}$$

Освен по този начин дебелината на влакна с подчертано кръгло напречно сечение се измерва с оптичен микроскоп, снабден с окулярен микрометър, или с микроскопи, снабдени с екран (ланаметър).

Дебелината на прежди и нишки се измерва, като определена дължина от тях се намотава във вид на гранче върху специална гранковавивачка с опъване 0,5 cN/tex и в зависимост от преждата или коприната се избира от стандарта. Дължината на изпитваната проба се определя от номиналната дебелина на преждите и нишките:

До 12,5 <i>tex</i>	500 m
От 12,5 до 100 <i>tex</i>	100 m
От 100 до 200 <i>tex</i>	50 m
Над 200 <i>tex</i>	20 m

След измерване на дебелината на всяко гранче  $x_i$  се пресмята средният показател на дебелината  $\bar{x}$ :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

където  $n$  е броят на пробите.

Дебелината на прежда или коприна, престояла в нормални климатични условия, се определя по формулата

$$T_{t_n} = \frac{M_n}{L} \text{ tex},$$

където  $M_n$  е масата на гранчетата, mg;

$L$  — дължината на гранчетата, m.

В БДС 226—70 са дадени подробни указания и формули за изчисляване на дебелината на прежди и коприни след пране и екстрахиране.

В редица отрасли на текстилната промишленост широко се използват скатани и многократно пресукани прежди и нишки.

Дебелината на пресуканите прежди, съставени от единички  $T_{11}$ , се определя от нормалната дебелина на пресуканите прежди  $T_{12}$ , от броя на единичките  $n$  и от суковия коефициент  $\alpha$ :

$$T_{t_1} = \frac{T_{12}}{n} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

Номинално изчислената дебелина на пресуканите прежди и коприни от единички с еднаква дебелина

$$T_{t_2} = n \cdot T_{t_1},$$

от единички с различна дебелина

$$T_{t_2} = T_{t_1}' + T_{t_1}'' + T_{t_1}''' + \dots + T_{t_1}^n.$$

Нормално изчислената дебелина на пресукани прежди и коприни при еднократно пресукване на единички с еднаква дебелина  $T_{t_1}$  е

$$T_{t_{2n}} = n \cdot T_{t_1} \cdot \frac{100}{100 - \Delta l},$$

където  $\Delta l$  е намаляването на дължината на преждата при пресукване.

При многократно пресукване на единички с еднаква дебелина

$$T_{1,2n} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \dots n_n T_{11} \frac{100 \cdot 100 \dots 100}{(100 - \Delta I_1)(100 - \Delta I_2) \dots (100 - \Delta I_n)}$$

където  $n_1$  е броят на катове при първото пресукване,  
 $n_2$  — броят на катове при второто пресукване и т. н.;  
 $n_n$  — броят на катове при  $n$ -тото пресукване;  
 $\Delta I_1$  — скъсяването при първото пресукване;  
 $\Delta I_2$  — скъсяването при второто пресукване;  
 $\Delta I_n$  — скъсяването при  $n$ -тото пресукване.

При многократно пресукване на единички с различна дебелина

$$T_{1,2n} = T_{11} \frac{100 \cdot 100 \dots 100}{(100 - \Delta I_1)(100 - \Delta I_2) \dots (100 - \Delta I_n)}$$

Физичният смисъл на обозначенията в последната формула беше вече даден.

При пресуканите преди също се определя отклонението на средната стойност на дебелината  $\bar{T}_1$  от номиналната стойност  $T_{10}$ . Процентното отклонение  $\Delta T_1$  на средната стойност на дебелината от номиналната стойност  $T_{10}$  се определя по следния начин:

$$\Delta T_1 = \frac{T_1 - T_{10}}{T_{10}} \cdot 100\%$$

Доверителният интервал, вариационният коефициент, грешките и др. се изчисляват по начини, част от които вече разгледахме.

**П л ъ т н о с т.** При различни процеси в технологията на химичните влакна и текстилното облагородяване се налага определяне на диаметъра на влакната и нишките, а също и на тяхната плътност (табл. 21).

Най-често дебелината на влакната и нишките се изразява чрез напречното им сечение  $F \text{ mm}^2$ . Като се знае дължината на образеца  $L \text{ mm}$  и плътността на полимера  $\rho \text{ mg/mm}^3$  (кучини, канали и др. се изключват), масата се изчислява по следния начин:

$$G = F \cdot L \cdot \rho;$$

$$F = \frac{G}{L \cdot \rho}, \quad Nm = \frac{G}{L}, \quad T_t = \frac{1000}{Nm}$$

Следователно

$$\frac{G}{L} = \frac{T_t}{1000};$$

$$F = \frac{T_t}{1000} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{10^6}{Nm \cdot \rho} \text{ } \mu\text{m}^2$$

Плътноста се изчислява по формулата

$$\rho = \frac{G}{V} \text{ mg/mm}^3,$$

където  $V$  е обемът на полимера,  $\text{mm}^3$

Непосредственото измерване на диаметъра на влакната и копринените нишки е много трудна задача. Ето защо, като се допуска известна грешка, ние приемаме, че изследваните обекти имат почти кръгло напречно сечение и са без кухини. Тогава напречното сечение

$$F = \frac{\pi d_{\text{усл}}^2}{4} = \frac{T_t}{1000} \cdot \frac{1}{\rho}$$

$$d_{\text{усл}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\rho}} = \frac{1,13}{\sqrt{Nm \cdot \rho}} \text{ mm.}$$

Така определеният условен диаметър е неточен. Видимият диаметър, по който се определят дебелината на влакната, коприните и преждите, е по-голям от условия и се нарича изчислен диаметър  $d_{\text{изч}}$ .

За разлика от  $d_{\text{усл}}$  сега вече се използва обемната плътност на полимера  $\delta$  (табл. 21):

$$d_{\text{изч}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}} = \frac{1,13}{\sqrt{Nm \cdot G}} \text{ mm.}$$

За да се улеснят изчисленията или да се съставят разширени таблици, приемаме, че

$$\frac{0,0357}{\sqrt{G}} = A, \text{ тогава } d_{\text{изч}} = A \sqrt{T}, \text{ mm.}$$

В табл. 22 са дадени дебелината, плътността, обемната плътност и коефициентът  $A$  на някои видове прежди и коприни.

Таблица 21

Вид на полимера	Дебелина, $\text{mTex}$	Метричен номер	Плътност, $\text{mg/mm}^3$
Памук	0,133—0,213	4700—7500	1,52
Лен — елементарни влакна	0,167—0,333	7000—6000	1,50
Лен — технически влакна	5,0—7,7	130—200	1,50
Вълнени влакна — разни	2,0—3,0	200—500	1,30
Фиброилънна нишка	0,133	7500	1,34
Вискозни шапелни влакна	0,333	3000	1,52
Ацетатни шапелни влакна	0,333	3000	1,32
Полиамидни шапелни влакна	0,333	3000	1,14
Полиакрилонитрилни шапелни влакна	0,312	3200	1,18
Полиестерни шапелни влакна	0,333	3000	1,38

Прежда и коприна	Дебелина, <i>tex</i>	Метричен номер	Плътност, $\text{mg}/\text{mm}^3$	Обемна плътност, $\text{mg}/\text{mm}^3$
Памучна прежда	5,0—100,0	10—200	1,52	0,8—0,9 0,040—0,038
Левена прежда	16,7—677,0	1,5—60	1,50	0,9—1,0 0,038—0,036
Шрайгарна прежда	1,7—166	6—24	1,32	1,7 0,043
Камгарна прежда	15,6—41,7	24—64	1,32	0,8 0,040
Прежда от естествена коприна	5 × 2—20 × 3	50/3—200/2	1,34	0,7—0,8 0,043—0,040
Вискозна шапелна прежда	12,5—41,7	21—80	1,52	0,8 0,040
Естествена неизварена коприна	1,0—3,2	310—1000	1,37	1,1 0,034
Вискозни коприни	8,9—28,6	35—112	1,52	1,0—1,2 0,036—0,032
Ацетатни коприни	6,7—11,1	90—150	1,32	0,6—1,0 0,046—0,036
Полиамидни коприни	1,67—6,67	150—600	1,14	0,6—0,9 0,046—0,038

От данните в таблицата се вижда, че за един и същи полимер обемната плътност е по-малка от по абсолютна стойност от плътността. В зависимост от прилаганите методи за един обект могат да се получат различни резултати. Това произтича от трудността да се определят вътрешните микропори на влакната, пространствата между мицелите и фибрилните образувания.

Точното и правилно определяне на плътността на полимерите, в случая влакната, изисква пълното им обезводняване и отстраняване на въздуха от вътрешността им. Използуваната имерсионна среда трябва да отговаря също на определени условия:

- да проникват молекулите ѝ в кухините на влакната;
- да не предизвиква свиване или разтваряне на влакната;
- по отношение на влакната да бъде химически неутрална;
- продължително време да бъде технически и физически стабилна.

Определената по опитен път плътност на влакната представлява относителна стойност, тъй като тя се отнася към някои параметри на имерсионната среда, като вид, температура и др.

В зависимост от разликата между плътността и обемната плътност на едно и също влакно или коприна може косвено да се съди за сорбционните му свойства. Значителната разлика между плътността и обемната плътност е признак за ниска степен на кристаличност на изследваното влакно.

Плътността на влакната и коприните се определя по няколко метода:

- класически пикнометричен и газов метод;

б) хидростатичен и флотационен метод.

*Пикнометричният метод* предвижда поотделно измерване на масата на изпитвания образец и обема, която се определя с помощта на пикнометъра за течности.

*Газовият метод* е подобен на пикнометричния. Особеното в този метод се състои в това, че обемът на влакната се определя от изменението на налягането на газа в апаратурата при вкарването на влакната в нея.

*Хидростатичният метод* използва закона на Архимед, а *флотационният* — градиентната тръба. Тези методи подробно се разглеждат в лабораторните занятия.

### НЕРАВНОМЕРНОСТ ПО ДЕБЕЛИНА НА ПРЕЖДИ И КОПРИНИ

Преждите от естествени и щапелни текстилни влакна имат значителна неравномерност по дебелина, която особено забележимо се проявява под форма на ленти и колони в готовото изделие. В по-малка степен тази неравномерност се проявява при химичните коприни.

Неравномерността по дебелина става причина за намаляване на здравината на преждите и коприните, което особено много затруднява тъкането и плетенето поради голямата им късливост.

За бърза оценка на неравномерността по дебелина широко се използва, макар и неточен, в и з у а л н и я т м е т о д. Изпитвателната прежда равномерно се навива на контролна дъска. Например при намотаване на бяла прежда на черен фон тънките места създават тъмни ленти, а дебелиите места — светли ленти. Колкото по-широки са лентите и колкото по-ясни са техните очертания, толкова по-голяма е неравномерността по дебелина. Задоволителна точност се постига при окончателната оценка на неравномерността по дебелина, като образецът се сравнява с фотографски еталони.

Друг метод за определяне на неравномерността на преждите по дебелина е тегловният. При него едновременно се определя масата на  $l$  m и средният номер на преждата  $\frac{G}{L} = F \rho$  mg/mm.

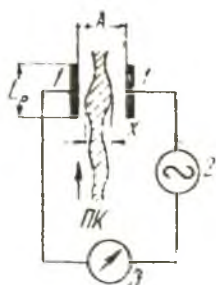
От този израз следва, че при постоянна относителна плътност на веществото на полимера  $d = \text{const}$  неравномерността на единица дебелина ще съответствува на неравномерността на площта на напречното сечение на преждата. Както вече знаем, неравномерността се изразява с вариационния коефициент  $V$  и коефициента на неравномерност  $H$ .

В нашите заводски и институтски лаборатории се използват най-много капацитивни електрични апарати за определяне на неравномерността на прежди и коприни (фиг. 50).

Преждата или копринената нишка  $PK$  преминава между пло-

чите на кондензатора  $I$ , които се намират под напрежение  $U$  от източника на променлив ток  $2$ .

Съпротивлението на кондензатора е обратно пропорционално на неговия капацитет, който е толкова по-голям, колкото повече



Фиг. 50. Схема на капацитивен апарат за определяне на неравномерността по дебелина



Фиг. 51. Схема на уред с колебателен контур

маса се намира между плочите на кондензатора. Изменението на тази маса, т. е. на масата на единица дължина  $I_0$ , предизвиква колебание на електрическият ток във веригата, което може да се отчете от галванометъра  $3$ . За да се усилят тези колебания, кондензаторът се включва в колебателния контур на друг уред (фиг. 51). Преждата  $ПК$  преминава между плочите на кондензатора  $I$ , който заедно със самоиндукционната бобина  $7$  представлява елемент на колебателния контур на генератора  $2$ . Неговата променлива честота се сравнява с постоянната честота на втори генератор  $3$ . Разликата от техните честоти се измерва с честотомера  $4$ . Честотата на генератора  $2$  зависи от капацитета на кондензатора  $I$ , а неговият — от масата на преждата  $ПК$  на единица дължина. Поради това разликата в честотата непрекъснато ще се изменя съответно на неравномерността на преждата. Самоиндукционната бобина  $8$  на генератора  $3$  е, както бобината  $7$ . Кондензаторът  $5$  с променлив капацитет е така свързан, че честотата на генератора  $3$  е равна на честотата на генератора  $2$ , когато в измервателния кондензатор  $I$  има прежда с номинален текс или номер. По такъв начин пишещият уред  $6$  регистрира отклоненията на изпитваната прежда (с определена дължина и маса) от номиналната.

Уредите за определяне на неравномерността по дебелина са твърде много на брой. Едни от тях, прости по конструкция, дават неповторяеми резултати и малка чувствителност, а други, чувствителни и точни, са сложни и скъпи, поради което също не са намели широко приложение.

Получените резултати от измерванията на неравномерността могат да се анализират по няколко различни един от друг начини:

а) чрез статистическа оценка на нивото на неравномерността по дебелина; б) чрез обща оценка на нивото и характера на неравномерността и в) оценяване на неравномерността чрез разлагането и на отделни части, като се прилага хармоничният анализ.

### Чистота на прежди и коприни

Преждите и коприните, предназначени за изработване на текстилни изделия, трябва да имат и определен естетичен вид, т. е. да нямат дефекти и примеси, които оказват немалко влияние при тяхното окачествяване. Дефектите и чуждите примеси затрудняват механичната преработка на преждите и коприните в процеса на тяхното тъкане и плетене.

Дефектите и чуждите примеси за отделните видове влакна са различни. За памука това са силно усукани снопчета, преплетени незрели влакна, раздробени обвивки от семена, които почти са неотстраними, прах, пясък и др. Специално за памука, вълната и ликовите влакна са дадени в БДС 8259—70 точни указания за начините, по които се определя съдържанието на примеси.

За различните видове шапелни влакна най-често срещаните дефекти са: слепени в снопчета и почти неразделими влакна, продълговати образувания, втвърдени лентички от предилния разтвор, снопчета от преплетени влакна и др.

Сериозен недостатък на преждите е наличността на силно утънени и удебелени места, запреден мъх, възли и дълги краища, маслени петна и т. н. От казаното се разбира, че дефектите и примесите в преждите и коприните са главно два вида: едните са присъщи на самите текстилни влакна, а другите са причинени от недостатъците на технологичния процес.

*Мъхавост на преждите* се предизвиква от многобройните къси влакна и стърчащи краища на влакна около стъблото на преждата.

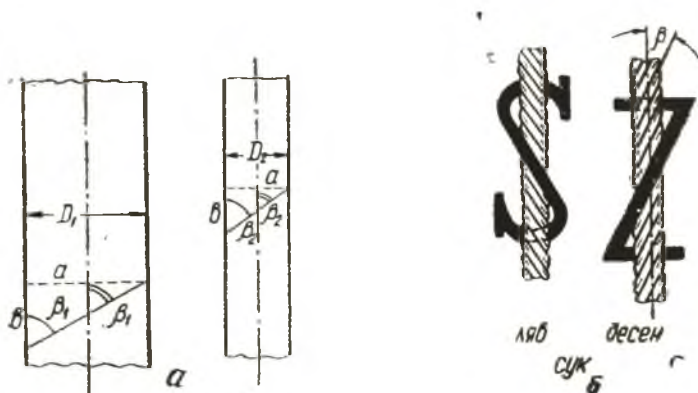
За някои текстилни изделия, каквито са бархетините, преждата трябва да бъде пухкава. Обратно, за шивашки конци тя трябва да бъде равномерна по дебелина, чиста и гладка.

### СУК И СУКОВ КОЕФИЦИЕНТ

Може да се забележи с просто око, че при усукване на по-груби и различно оцветени прежди влакната и нишките се ориентират по винтова линия. Наклонът, под който се намират влакната от повърхността на преждата и тези близо до главната ос, е различен. Първите имат по-голям наклон.

Броят на суковете върху единица дължина оказва много голямо влияние върху свойствата на преждите и на изделията от тях (здравина, удължение и др.). От фиг. 52 се вижда, че наклонът на влак-

ната, намиращи се в най-горния слой, зависи от ъглите  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . Неговата големина се определя от степента на усукването и големината на диаметрите  $d_1$  и  $d_2$ . За да се получи един и същ ъгъл наклонът на влакната при по-тънките прежди трябва да бъде по-



Фиг. 52. Сук:

$a$  — наклон на влакната;  $b$  — обозначаване посоката на суковете

голям, т. е. на единица дължина трябва да се придадат по-голям брой сукове, отколкото при по-дебелите прежди.

Разглеждайки само едно влакно от схемата, се вижда, че  $a:b = \text{tg } \beta$ . Знаем, че  $a$  е равно на изчисления диаметър  $d_{\text{изч}}$ :

$$a = d_{\text{изч}} = \frac{K}{\sqrt{Nm}},$$

$$b = \frac{1000}{t},$$

където  $K$  е коефициент, зависещ от обемната плътност на преждата; за вълна  $K=1,33$ , за памук, изкуствени и синтетични влакна  $K=1,25$ ;

$b$  — стъпката на винтовата линия;

$t$  — броят на суковете на 1000 mm.

Тогава първото уравнение ще добие следния вид:

$$\frac{\frac{K}{\sqrt{Nm}}}{\frac{1000}{t}} = \text{tg } \beta; \quad \text{tg } \beta = t \cdot \frac{K}{1000 \cdot \sqrt{Nm}}.$$

От последния израз може да се получи

$$t = \text{tg } \beta \frac{1000}{K} \sqrt{Nm}.$$

След приравняване изразът добива вида

$$\frac{1000}{K} \cdot \operatorname{tg} \beta = \alpha_m.$$

Тогава

$$t = \alpha_m \sqrt{Nm}, \quad \left. \alpha_m = \frac{t}{\sqrt{Nm}} \right\} Nm = \frac{1000}{T_t}.$$

Когато дебелината е изразена в текс,

$$\alpha_m = \frac{t \sqrt{10 \operatorname{tex}}}{100}.$$

**Суков коефициент  $\alpha$ .** За практически цели измерването на ъгъла на усукването на преждите и нишките е свързано с много трудности. За целта при прежди с еднаква дебелина и обемна плътност се съпоставят техните сукове  $T$ , а при прежди, които имат различна дебелина, но еднаква обемна плътност — техните сукови коефициенти. Ясно е, че при изменение на  $\alpha$ -суковия коефициент ще се измени и ъгълът на наклона на влакната в различните прежди.

В зависимост от предназначението на различните видове прежди стойността на суковия им коефициент е различна. Ориентировъчно  $\alpha$  и  $\beta$  имат следните стойности:

Прежда	Суков коефициент $\alpha$	Ъгъл на усукване $\beta$
Памучна	80—140	17—28
Ленена	75—115	15—29
Вълнена	45—150	11—32
Вискозна шапелна	3000—3800	20—25
Пресукана коприна		
С малък сук	7—8	1—2
Крепова	180—240	33—40
Вискозна коприна		
от много нишки		
С малък сук	380—500	3—4
Крепова	190—260	35—44

Най-висока стойност  $\alpha$  има при креповите прежди и коприни, средна — за основа и вътък и най-малка — при преждите за плетачество и трикотажа.

**Посоката на сука** се определя от разположението на отделните влакна или нишки по отношение на оста на преждата или коприната или от разположението на отделните единички спрямо оста на пресуканата прежда или нишки.

За отбелязване на посоката на сука се използват две букви от латинската азбука ( $Z$  или  $S$ ) в зависимост от това, дали разположението на влакната при единичките или на единичката при пресуканите прежди съпада със средния участък на буквата  $Z$  или  $S$ .

Нашият опит е показал, че при определяне на посоката на сука се допускат най-малко грешки, ако се постави перпендикулярно под часовников циферблат прежда с ляв сук  $S$  — посоката на суковете имат посоката на въртене на стрелките, а  $Z$  — суковете се поставят обратно на посоката на въртене на часовниковата стрелка.

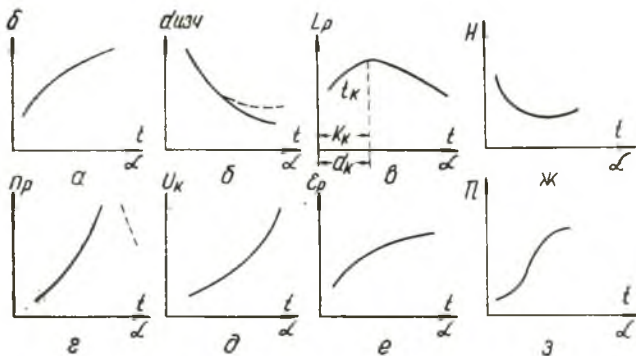
**Скъсяване на преждите при усукване.** Влиянието на сука върху дължината на преждите най-добре се забелязва при усукването на две еднакви по дебелина нишки. С увеличаване на броя на суковете първоначалната дължина непрекъснато намалява.

Скъсяването на преждата при пресукването  $\Delta l$  се определя от първоначалната дължина на преждата, коприната или пресуканата прежда  $l_0$  и дължината ѝ след пълното расукуване  $l_1$ :

$$\Delta l = \frac{l_0 - l_1}{l_1} 100\%.$$

При прежда с няколко дублирания и пресуквания и с подходящо съчетание на суковете може да се наблюдава и обратният ефект, т. е. увеличаване на първоначалната дължина на преждата след пресукването. Тогава в горната формула се поставя отрицателен знак. Самото обозначение започва от първата нишка, след което следва технологичният процес на усукването. Например

$Z/S, Z/Z/S, Z/S/Z$  и т. н.



Фиг. 53. Влияние на сука върху някои свойства на преждите:

$a$  — върху обемната плътност  $\delta$ ;  $b$  — върху диаметра  $d_{изв}$ ;  $e$  — върху разрусавашата дължина  $L_p$ ;  $z$  — върху устойчивостта на многократно опъване  $n_p$ ;  $d$  — върху съпротивлението на усукване  $U_k$ ;  $e$  — върху удължението на опън  $\epsilon_{оп}$ ;  $ж$  — върху неравномерността  $H$ ;  $з$  — върху устойчивостта на претриване  $\pi$

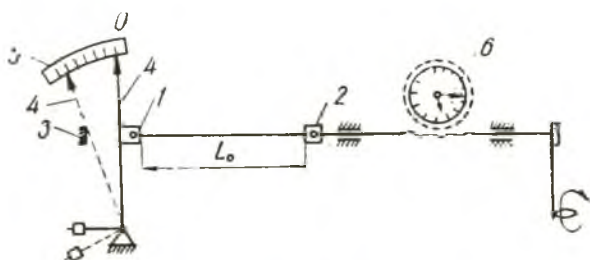
**Критичен сук.** При усукването на различни видове текстилни влакна или елементарни нишки тяхната здравина с нарастването на суковете непрекъснато расте до една определена граница. При понататъшното увеличаване на суковете здравината и разтегливостта на образеца рязко намаляват (фиг. 53). Броят на суковете върху

единица дължина, при които преждата добива максимална здравина, се нарича критичен сук.

При изработване на платове с крепов ефект се използват прежди, които имат много по-големи сукове от критичните. Такива текстилни изделия имат намалена здравина на опън и лесно се претриват поради по-голямата им коравина.

### Определяне на суковете

За нуждите на производството и научните изследвания са конструирани многобройни видове сукомери, на които се измерват суковете на единични и пресукани прежди. На фиг. 54 е показана



Фиг. 54. Принципна схема на сукомер

зана принципна схема на сукомер. Преждата се захваща между челюстите 1 и 2, разстоянието между които е  $L_0$ . Стрелката 4 се поставя в положение, при което не се допуска изхлузване на преждата под действие на предварителното натоварване при разсукването. Това се установява чрез няколко ориентировъчни измервания, като се отбелязва моментът, в който след разсукването на преждата започва изхлузването на влакната. Стрелката 4 на регистъра се отклонява отдясно наляво. При този метод на измерване преждата се разсуква до пълното изчезване на сука и се усуква в същата посока, докато стрелката 4 се върне в изходното си положение.

Средноаритметичният брой на суковете  $\bar{t}$  на 1 m се пресмята по формулата

$$\bar{t} = 1000 \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i}{2L_0 n} \text{ сука/м,}$$

където  $L_0$  е разстоянието между челюстите на сукомера, mm;  
 $t_i$  — броят на суковете на отделните образци;  
 $n$  — броят на образците (проби).

При описания метод предварителното натоварване е  $0,5 \pm 0,1$  сN/tex. То зависи от дебелината на изследваната прежда или коприна.

Определянето на сука до пълно разсукване се извършва на описания сукомер (фиг. 54). Преждата се захваща между неподвижната челюст 1 и въртящата се челюст 2 на определено разстояние  $L_0$ . Тя се разсуква до пълното отстраняване на сука. С помощта на препарационна игла, която се прекарва между нишките или влакната от едната до другата челюст, се установява успоредното им разположение. Изменението на дължината се отчита от скалата 5, а броят на суковете — от брояча 6.

*Определяне на сука чрез усукване до скъсване.* Предназначената за изследване прежда или коприна се затяга в челюстите 1 и 2 на сукомера (фиг. 54). Челюстта 2 се върти в посока на предачния сук до скъсване на пробата. Същият брой обороти прави челюстта 2 в обратна посока на предачния сук до скъсване на пробата.

Средноаритметичният брой на суковете, определен по метода с усукване до скъсване  $\bar{i}$ , се изчислява по формулата

$$\bar{i} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i}{n} \text{ — сука/м,}$$

$$t_i = \frac{i_i'' - i_i'}{2L_0} \cdot 1000,$$

където  $L_0$  е разстоянието между челюстите на сукомера, mm;  
 $i_i''$  — броят на суковете при разсукване и усукване до скъсване, установен при отделните изпитвания;  
 $i_i'$  — броят на суковете при усукване в посока на предачния сук до скъсване, установен при отделните изпитвания.

Определянето на броя на суковете на пресукани и многократно пресукани прежди, както и на прежди и коприни, изнищени от плат и плетива, се извършва съгласно БДС 8064—70.

## ДРУГИ МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА ВЛАКНЕСТИТЕ МАТЕРИАЛИ

Под действието на външни сили телата в различна степен изменят първоначалната си форма и размери. Механични се наричат свойствата, които характеризират отношението на текстилния материал към действието на приложените външни сили. От резултатите се правят изводи какво ще бъде състоянието на влакната и нишките при тяхното преработване и използване.

Външните усилия обикновено предизвикват деформация на опън, огъване и усукване. Освен това текстилните материали и изделия се

подлагат и на многобройни сложни деформации, които е трудно да бъдат ясно дефинирани.

Поради тънкостта и гъвкавостта си текстилните влакнести материали се изпитват на деформационна устойчивост главно по дължината. Изследванията, които се извършват перпендикулярно на оста, макар и твърде интересни от научна гледна точка, са съвсем ограничени поради експериментелни трудности.

### **Натоварване до разрушаване**

#### **Полициклено разрушаване**

*Изпитване на опън.* За целта се използват апарати, наречени динамометри. Те биват:

1. С постоянна скорост на деформация. При тях в процеса на изпитването удължението на пробата е пропорционално на времето. Теглещата челюст при тези динамометри се движи с постоянна скорост, а положението на другата челюст не се влияе от силата на опън.

2. С постоянно нарастване на натоварването. Силата на опън при тях постоянно нараства през време на изпитването.

3. С постоянна скорост на теглещата челюст. Това са т. нар. махаловидни динамометри. Опитът при това изследване продължава до скъсване на образеца, като се отчита напрежението и удължението.

Съгласно БДС 8059—70 се използва следната терминология:

Граница на разрушението — това е максималното напрежение, което възниква в материала в момента на скъсване на изпитвания образец. Определя се чрез силата, която е необходима за скъсването; бележи се с  $P$ , а се измерва в  $N$ .

Специфичната здравина на скъсване  $R_{\max}$  — това е отношението на здравината на скъсване към дебелината на изпитвания образец, Дебелината, а от нея и напречното сечение се бележи със:

$$T_t = 1 \text{ tex} \text{ или } T_d = 1 \text{ den},$$

$$R_{\max} = \frac{P_{\max}}{T_t} \text{ cN/tex},$$

$$R_{\max}' = \frac{P_{\max}}{T_d} \text{ cN/den},$$

където  $R_{\max}$  е специфичната здравина на скъсване,  $\text{cN/tex}$ ;

$R_{\max}'$  — специфичната здравина на скъсване,  $\text{cN/den}$ ;

$P_{\max}$  — здравината на скъсване,  $\text{cN}$ ;

$P_{\max}'$  — здравината на скъсване,  $\text{den}$ ;

$T_t$  — титърът,  $\text{tex}$ ;

$T_d$  — титърът,  $\text{den}$ .

Ако се приравнят  $P_{\max}$  и  $R_{\max}'$ ,  $T_d$  ще се пресметне по следния начин:

$$R_{\max} = \frac{P_{\max'}}{T_d} = \frac{R_{\max}' \cdot T_d}{T_i}$$

Знаем, че  $T_d = 9T_i$ , тогава

$$R_{\max} = \frac{R_{\max}' \cdot T_d}{T_i} = \frac{R_{\max}' \cdot 9T_i}{T_i} = 9R_{\max}'$$

Специфичната здравина в мокро състояние  $R_{\max}'$  се определя по същия начин, както и в сухо състояние.

Разрушаващата дължина  $R$  се използва за оценка на здравината, като се изхожда от здравината на скъсване  $P_{\max}$  и метричния номер:

$$R = P_{\max} \text{ Nm m}$$

или

$$R = \frac{P_{\max} \cdot \text{Nm}}{1000} \text{ km, но Nm} = \frac{l}{M}$$

Тогава

$$R = P_{\max} \cdot \text{Nm} = \frac{P_{\max}' \cdot l}{M}$$

$$\frac{R}{P_{\max}} = \frac{l}{M}$$

От последната формула се разбира, че разрушаващата дължина е овази, при която преждата или нишката се къса от собственото си тегло.

Определяне на разрушаващата дължина чрез текса и специфичната здравина  $R_{\max}'$ . Извършва се по следния начин:

$$T_i = 1000/\text{Nm},$$

$$R_{\max} = \frac{P_{\max}'}{T_i} = \frac{P_{\max}' \cdot \text{Nm}}{1000} = R \text{ [km]},$$

тогава

$$R_{\max}[\text{N/tex}] = 100; \quad R[\text{km}] = 9R_{\max}' \text{ [N/den]}$$

или  $R_{\max}[\text{cN/tex}] = 9R_{\max}' \text{ [cN/tex]} \approx R \text{ [km]}$ .

Следователно специфичната здравина  $R_{\max}'$  [cN/tex] е числено равна на разрушаващата здравина  $R$  [km], а специфичната здравина  $R_{\max}'$  [cN/den] е 9 пъти по-малка от тези две якостни характеристики.

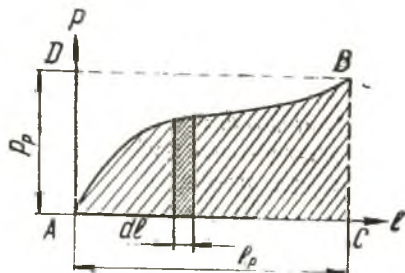
Абсолютното удължение до скъсване  $\Delta L_{\max}$  представлява нарастването на дължината на пробата в момента на скъсване, а относителното удължение при скъсването  $\epsilon_{\max}$  — абсолютното удължение  $\Delta L_{\max}$ , изразено в проценти от първоначалната дължина на образеца  $L_0$ :

$$\epsilon_{\max} = \frac{\Delta L_{\max}}{L_0} \cdot 100\%.$$

Ниската стойност на удължението при скъсване подсказва за увеличена здравина на влакната и коприните.

Работата при скъсване  $A$  показва работата, необходима за скъсване на изпитваната проба. Тя също сочи какво количество енергия е изразходвано, за да се постигне разрушаването на материала.

Едно от условията за определяне на работата при скъсване е наличиостта на диаграма сила — удължение (фиг. 55):



Фиг. 55. Диаграма сила — удължение

$$A = \int_0^{P_{\max}} \Delta L \cdot P \cdot dP$$

Работата при скъсване е равна на площта  $ABC$ , ограничена от записаната крива и абсцисната ос. Точката  $B$ , в която е настъпило разкъсването, се определя от разгледаните вече определения — удължение до скъсване  $\Delta L_{\max}$  и здравина на скъсване  $P_{\max}$ . Колкото тяхната стойност е по-голяма, толкова повече енергия трябва да се изразходва за разрушаване на изпитваната проба. Следователно работата при скъсване представлява комплексна характеристика на материала, като се вземе под внимание и способността му да се деформира.

Условна работа при скъсване  $A_R$  би се получила, ако през време на натоварването, т. е. по дължината на пътя  $\Delta L_{\max}$ , би действувала силата  $P_{\max}$ :

$$A_R = P_{\max} \cdot \Delta L_{\max}.$$

Отношението между работата на скъсване  $A$  и условната работа при скъсване  $A_R$  се нарича коефициент на пълнота на диаграмата сила — удължение:

$$\eta = \frac{A}{A_R};$$

$$A = \eta \cdot A_R = \eta \cdot P_{\max} \cdot \Delta L_{\max} \text{ J.}$$



здрава прежда или коприна ъгълът на отклонението  $\varphi$  се увеличава. Степента на това отклонение се показва от стрелката 7 по дъговидната скала  $\beta$ , разделена в сN или в %, ако тежестта  $G$  е сменяема.

От статиката е известно, че

$$P \cdot r - G \cdot x = 0, \quad P \cdot r = G \cdot x.$$

където  $P$  е опъващото усилие, приложено върху пробата;  
 $r$  — радиусът на сектора;  
 $x$  — разстоянието на центъра на тежестта  $G$  от главната вертикална ос в момента на разкъсване на образеца.

Нека чрез  $x$  изразим радиуса на късото рамо, чрез  $R$  — рамото от центъра на тежестта  $G$  и чрез  $\varphi$  — ъгъла на неговото отклонение. Тогава

$$x = R \cdot \sin \varphi, \quad P \cdot r = G \cdot R \cdot \sin \varphi,$$

$$P = \frac{R}{r} \cdot G \cdot \sin \varphi.$$

В много случаи при изпитването на полимерните материали е необходима информация за относителната еластичност  $\epsilon$  и за абсолютното удължение  $\Delta L_{\max}$ .

При опъване на образеца клемата 2 слиза надолу, при което издаденото рамо 9 тегли лоста 10, свързан неподвижно със скалата 11, разделена в милиметри и в проценти. При започване на изпитването стрелката 12, свързана с горната клема 1, сочи нулевото деление от скалата. Когато изпитваният полимер няма удължение до момента на скъсването, стрелката сочи все нулево положение. Обратно, ако образецът се удължава, горната клема изостава от долната и разликата на това изоставане е равна на удължението. Тогава градуираната скала 11 изпреварва стрелката 12, показваща абсолютната или относителната стойност на удължението.

Понастоящем почти всички динамометри са снабдени със записващи устройства на диаграмата сила — удължение.

За крайните резултати особено значение имат дължината на текстилния материал, скоростта на долната клема, предварителното опъване, влагосъдържанието и конструкцията на динамометъра.

Махаловидните динамометри поради своята елементарна конструкция и сигурна работа са намерили широко приложение при изпитването не само на текстилни материали, но и в други клонове на промишлеността.

Недостатък на този вид динамометри е, че при опъването на пробата скоростта на разтеглянето и нарастването на напрежението в него са непостоянни и зависят от свойствата на полимера, т. е. от големината и характера на деформацията в процеса на натоварването. Това причинява изменение на времетраенето при из-

питването. Освен това тези динамометри имат значителна инертност, която влияе върху точността при крайната фаза на изпитване.

Поради тези причини вече са създадени електронномеханични динамометри, в които горната клема е свързана с нишковиден тензодатчик. Отчитането на усилието, приложено върху влакната, нишките и преждите, протича без забележимо преместване на горната клема. Долната клема слиза с постоянна скорост, така че нарастването на удължението също да протича с постоянна скорост. Обикновено нишковидните тензодатчици са свързани с потенциометри, чрез които става възможно да се определи и запише усилието, приложено към горната челюст, а следователно и към изпитвания образец.

Големият комплект от тензодатчици позволява да се изменя опъващото усилие от 2 cN до 20 kN. Това дава възможност на един динамометър да се изпитват най-различни текстилни материали — от единични влакна до технически платове и въжета.

При повечето текстилни влакна и коприни влагата отслабва междумолекулното взаимодействие и влияе върху големината на разрушаващото натоварване и разрушаващото удължение. Поради това изпитванията се извършват, когато образците имат стандартна влага и околната среда е с точно определени параметри на микроклимата.

От многобройните изследвания е установено, че ленът и коприната са най-здравите природни влакна. По здравина вълнените платове са много по-слаби, но те имат многократно по-голямо удължение при разкъсване. Във вода природните влакна са значително устойчиви; здравината им слабо намалява, а на памука и ликовите влакна се увеличава, което се дължи на структурните им особености. В тях макромолекулите на целулозата са разположени под ъгъл към оста на влакната. При натоварване на опън в мокро състояние макромолекулите леко се ориентират успоредно на главната ос, т. е. по посока на опъващата сила, което е и причина за увеличаване на разрушаващата здравина. Заздравените щапелни влакна са близки до здравината на памучните.

Химичните влакна — полиамидни, полиестерни, полиакрилнонитрилни и др., имат значително по-високи якостни характеристики от останалите влакна, използвани за текстилни изделия.

Поради неедновременното късане на влакната в преждите те имат по-малка здравина, отколкото здравината на съставящите ги влакна.

### **Натоварване, по-малко от разрушаващото (едноциклени характеристики)**

В случаите, когато текстилните влакна, преди и коприни се подлагат на натоварване, по-малко от разрушаващото, и наново се освобождават в рамките на определеното време, получените резултати се наричат едноциклени характеристики.

Различните текстилни изделия, предназначени за битови нужди, в процеса на експлоатацията се натоварват с около 30% от разрушаващата им здравина и до 40% от максималното им удължение. Някои текстилни изделия, като корд за автомобилни гуми, ремъци и транспортни ленти, специални сарачни конци, въжета и др., понасят и по-големи натоварвания.

Текстилните влакна, прежди и коприни, както и много други материали, постепенно възстановяват първоначалната си форма и размери след премахване на товара, предизвикал определена деформация (удължение).

*Мигновена деформация*  $\varepsilon_m$ . В някои литературни източници тя се нарича още „пъргава“ и „гъвкава“. Този вид деформация се проявява в момента на прилагането на външни сили и изчезва мигновено след премахване на усилието. Това се дължи главно на промяната на средните разстояния между звената на молекулите и на действащите между тях сили, които не се изменят. Мигновената деформация се проявява със скорост от 1400 до 1900 m/s, което при еднометрова дължина на нишката се равнява на 0,0005—0,0007 s.

*Еластична деформация*  $\varepsilon_{ел}$ . Под действието на външни сили настъпват изменения в разстоянията между отделните звена и нова ориентация и регрупиране на молекулите на влакната. Този вид деформация след премахване на външните сили постепенно и асимптотично се приближава към равновесното състояние в зависимост от природата на влакната, нишките и преждите.

*Пластична деформация*  $\varepsilon_{пл}$ . Под действието на външни сили в текстилния материал настъпва разместване на големи звена от макромолекули. Вследствие на увеличените разстояния част от междумолекулните сили изчезват и на тяхно място се появяват нови. Предизвиканата деформация е необратима след премахване на товара, тъй като част от междумолекулните сили са преминали в гоплина.

За някои случаи намира приложение условният начин за определяне на отделните видове деформации (фиг. 57), при който се използват следните формули:

а) мигновена деформация:

$$\varepsilon_m = \frac{l_1 - l_2}{l_0} \cdot 100\%;$$

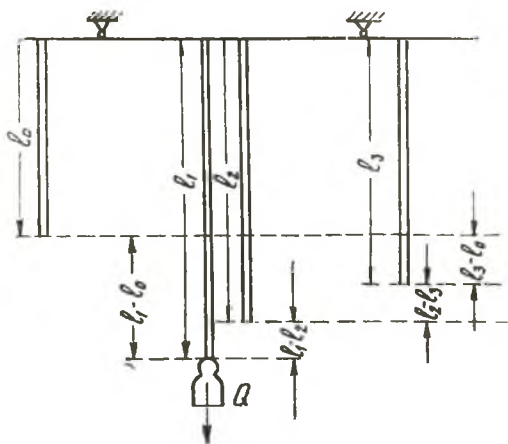
б) еластична деформация:

$$\varepsilon_{ел} = \frac{l_2 - l_3}{l_0} \cdot 100\%;$$

в) пластична деформация:

$$\varepsilon_{пл} = \frac{l_3 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

където  $l_0$  е началната дължина на изпитвания образец;  
 $l_1$  — дължината, измерена след определен период от време на отделни интервали;  
 $l_2$  — измерената дължина 5 s след отстраняване на де-



формиращото усилие;  
 $l_3$  — измерената дължина след продължителна почивка в отделни интервали от време.  
 Общата деформация, т. е. пълното относително удължение, ще бъде равна на

$$\begin{aligned} \epsilon_{\text{об}} &= \epsilon_{\text{м}} + \epsilon_{\text{ел}} + \epsilon_{\text{пл}} = \\ &= \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100 = \\ &= \left( \frac{l_1}{l_0} - 1 \right) \cdot 100\% . \end{aligned}$$

Фиг. 57. Постановка за определяне на пълната деформация

От физиката е известно, че при пълната деформация едновременно се развиват и трите вида деформации, но с голяма разлика в скоростта. След премахване на приложената сила мигновената и еластичната деформация изчезват бързо, докато пластичната се проявява в един сравнително продължителен период от време. Пластичната деформация напълно отговаря на всички изисквания за нормален релаксационен процес. Едно такова елементарно разделяне на пълната деформация има условен характер, тъй като мигновената и еластичната деформация се появяват и изчезват за няколко десетохилядни от секундата. С обикновени лабораторни уреди успешно се измерва онази деформация, която се проявява в продължение на няколко секунди. Тя се приема и за мигновена.

Точното разграничаване на еластичната и пластичната деформация е невъзможно. Може да се твърди обаче със сигурност, че в пластичната деформация има немалка част и еластична деформация, която е с много голям период на релаксация (напрежението, акумулирано в полимерния образец, намалява постепенно).

Еластичната и пластичната деформация имат съществено значение за текстилните изделия, предназначени за дрехи. Едната от тях придава на дрехите устойчивост на мачкане, а другата запазва формата им след изработката.

От металознанието е известно, че при всички метали относителното удължение  $\epsilon$  следва права линия до границата на пропорционалността.

Тази граница обикновено не надминава 30% от разрушаващата сила. Следователно законът на Роберт Хук е в сила само за около една трета от здравината на металите.

Ако се използват около 3% от разрушаващата сила, мигновената деформация при текстилните материали се изменя право пропорционално при нарастване на силата; еластичната деформация нараства скокообразно, а пластичната — ускорително.

Законът на Хук дава зависимостта между границата на здравината  $\sigma$  и пълната относителна деформация  $\epsilon$ :

$$\sigma = \epsilon \cdot E,$$

където  $E$  е модулът на линейната деформация (модул от 1-ви ред).

При използване на текстилните изделия за битови нужди и за много други цели те предимно се подлагат на малки натоварвания или на такива, при които преобладаващата деформация е от еластичен характер. В подобни случаи модулът на линейната деформация се изчислява по следната формула:

$$E = \frac{100 \cdot P_{\max}}{\left(\frac{l_1}{l_0} - 1\right) S^2},$$

където  $P_{\max}$  е здравината на скъсване, сN;

$l_0$  — началната дължина на изпитвания образец, mm;

$l_1$  — дължината, измерена след определен период от време, mm;

$S^2$  — напречното сечение на влакната или преждата,  $\mu\text{m}^2$ ;

В табл. 23 са дадени стойностите на началния модул на линейна деформация на някои основни видове текстилни влакна.

Таблица 23

Произход на влакната, преждите и нишките	Дебелина, g/km	Номер, m/g	Модул $E$ , MPa
Средновлакнест памук	0,2	530	5250
Обикновена памучна прежда	25	40	1350
Ленена прежда, мокро предена	45	22	19500
Тънка вълна	0,4	2600	1800
Камгарна прежда	35	28	1700
Вискозно шапелно влакно	0,2	5600	4850
Вискозна коприна (комплексна):			
обикновена	9	112	4140
заздравена	9	112	4610
Полиамидна елементарна коприна	0,5	2240	2550
Полиамидна коприна (комплексна)	30	34	2600
Полиестерна коприна (комплексна)	50	20	10000

Под модул на линейната деформация или начален модул на Ъънг се разбира натоварването в МРа или в  $cN/den$  и  $cN/tex$ , което причинява удължение 1% от първоначалната дължина. Той характеризира деформацията на влакната. С нарастването му по абсолютна стойност влакномерите по-трудно се деформират.

### Условия на изпитване

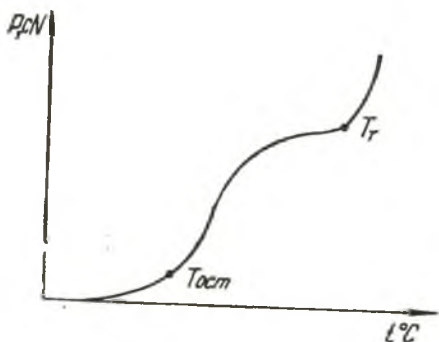
Поради особения строеж на влакната, предиите и нишките и значителната хигроскопичност на някои от тях влагата и температурата на околната среда и други фактори оказват съществено влияние върху крайните резултати.

*Влагата* намалява в различни степени здравината на текстилните влакна, с изключение на растителните и на голяма част от химичните влакна.

Проникналата вода в структурата на влакната отслабва взаимодействието на междумолекулните сили, което води до намаляване на здравината и увеличаване на удължението.

*Температурата* при понижние затруднява трептенията на молекулите (разстоянията между тях са почти фиксирани), вследствие на което здравината на изпитвания образец расте, а деформацията и релаксацията затихват.

Особено рязко влияе температурата на повечето от синтетичните влакна. При постоянни натоварвания, по-малки от разрушаващите, с еднакво времетраене и при различни температури се получават подробни термомеханични зависимости. Такива



Фиг. 58. Термомеханична крива при постоянно натоварване в зависимост от температурата

получават подробности термомеханични зависимости. Такива полуциклени неразрушаващи характеристики за всяка температура и натоварване се получават от различни, но сходни по свойства образци. Трябва да се има пред вид, че върху крайния резултат от изследването на един и същи образец при различни температури и натоварвания могат да окажат въздействие предишните третираня, които са предизвикали известна ориентация на структурните елементи.

При нанасяне на абсцисната ос на температурата, а по ординатата на натоварването (опън, усукване) се получават данни за построяване или записване на термомеханичните криви (фиг. 58).

Влакните материали, които в зависимост от температурата могат да се намират в две или три основни състояния, имат неиз-

бежни температурни преходи от едно състояние в друго. Температурата в точката  $T_{ост}$  се нарича температура на остъкляването, т. е. температура, при която се преминава от стъкловидно във високоеластично състояние, а температурата в точката  $T_T$  — температура на преминаване от високоеластично състояние във вискозно течно състояние.

Термомеханичните криви дават възможност да се оценяват въздействието и неговите последици върху полимера — влакна или нишки, в процеса на механичната преработка и при експлоатацията им.

*Скоростта на разтегляне* при определяне на здравината на опън на текстилните влакна и изделия оказва влияние на получените резултати. При малка скорост на деформация прегрупирването на звена и молекули в материала протича по-свободно, което дава възможност за неравномерно разпределяне на напрежението на образеца в местата на отслабналите молекулни връзки. В този случай здравината намалява, а удължението расте.

С увеличаване на скоростта на опъване здравината се увеличава, а удължението намалява. При увеличена влага и температура скоростта на деформационните процеси се увеличава.

*Дължината* на изпитвания образец влияе върху верността на резултатите. При големи дължини вероятността да се срещнат повече тънки и слаби места се увеличава и обратно, при по-къс образец — намалява. Това е наложило за различните видове текстилни влакна и изделия от тях дължината на образеца, скоростта на разтеглянето, температурата и влагата да бъдат определени със стандарт.

*Разрушаващи характеристики на единични влакна.* Броят на изпитванията е 200. Те се извършват на различни конструкции динамометри — Дефорден, Шопер и др. Междучелюстното разстояние е 10 mm при времетраене на скъсване  $20 \pm 3$  s. Резултатите се обработват по разгледаните вече начини.

С н о п ч е т а в л а к н а се изпитват най-често на динамометрите ДШ-3, предназначени за всички видове влакна без лененоконопените. От специално приготвените лентички с успоредно наредени влакна се отделят снопчета с определен брой влакна, които се скъсват. Най-напред се определя средната условна здравина

$P_{усл}$ :

$$P_{усл} = \frac{P_{сноп}}{n}$$

Поради неедновременното разкъсване на всички влакна условната здравина е по-малка от действителната  $P_{действ}$ :

$$P_{действ} = \frac{P_{усл}}{\alpha},$$

където  $\alpha$  е коефициент, отчитащ неедновременното късане на всички влакна;

$\alpha = 0,675$  за средновлакнест памук;

$\alpha = 0,850$  за влакна от регенирирана целулоза;

$\alpha = 0,860$  за копринени нишки.

Изпитване в мокро състояние може да се извърши върху влакна, преди, коприни и изделия от тях на специално подготвени за целта динамометри. Във водата се поставя 1 g/l мокрител. Относителната здравина на скъсване в мокро състояние  $R_0$  се получава в % от здравината в сухо състояние  $P_{\max}$ :

$$R_0 = \frac{P_{\max}' \cdot n}{P_{\max}} \cdot 100\%,$$

където  $P_{\max}' \cdot n$  е здравината на скъсване в мокро състояние.

В зависимост от природата на влакната относителната здравина в мокро състояние се изменя в голям интервал — от 40 до 160%.

Специфичната здравина на скъсване в мокро състояние  $R_{\max}' \cdot n$  се определя по формулата

$$R_{\max}' \cdot n = \frac{P_{\max}' \cdot n}{T_t} \text{ cN/tex.}$$

*Определяне здравината на бримка.* При провеждането на този вид изпитване се получава значително разсейване на резултатите, което се използва в много случаи при охарактеризиране на физико-механичните свойства на химичните влакна. Изпитваните влакна, преди, коприни или изделия се правят във вид на бримка и през нея се прекарва втората проба, която също е във формата на бримка. Първата проба се затяга в горната челюст на динамометъра с определено предварително натоварване.

Натоварването до скъсване се дели на две и се определя в % от нормалната здравина:

$$R_{\max \cdot s}' = \frac{P_{\max \cdot s}'}{2T_t} \text{ cN/tex,}$$

където  $P_{\max \cdot s}'$  е здравината на бримката;

$R_{\max \cdot s}'$  — специфичната здравина на бримката;

$T_t$  — средната дебелина на влакната.

Относителната здравина на бримката  $R_{0s}$  се определя по формулата

$$R_{0s} = \frac{P_{\max \cdot s}'}{2P_{\max}} \cdot 100\%.$$

При изпитванията броят на памучните и вълнените влакна е 100, а на химичните, които имат по-голяма обща равномерност — 50.

Изпитванията трябва да се извършват така, че резултатите от

Таблица 24

Произход на влакната	Специфична здравина, cN/tex	Относителна здравина в мокро състояние, %	Разтегливост, %		Относителна здравина на брилка, %	Относителна здравина на възел, %	Точка на омекване, °C	Точка на разлагане, °C	Модул на линейна деформация, МПа
			в сухо състояние	в мокро състояние					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Памук — късовлакнест	16—40	—	6—8	7—9	—	—	—	—	360—450
Памук — средновлакнест	20—35	100—115	7—10	8—11	70—90	90—100	—	1200	440—660
Памук — дълговлакнест	27—60	—	7—12	8—13	—	—	—	—	500—800
Капок	16—30	—	1—2	—	—	—	—	—	1300
Лен	24—70	105	2—3	—	—	20	—	1200	1800—2000
Юта	27—53	—	1,5	—	—	—	—	—	1700—1800
Коноп	38—62	—	2—4	—	—	—	—	—	1800
Рами	32—80	135	2—7	—	—	—	—	—	1400—1600
Хенкен	27—34	—	3,5—5	—	40	—	—	—	—
Манила	32—70	—	2—4,5	—	22	—	—	—	—
Сизал	30—45	—	2—3	—	30	—	—	—	2500—2600
Кокосови влакна	18	—	16	—	—	—	—	—	430
Вълна — овча	9—18	78—90	25—45	30—60	80—85	65—85	—	130	200—460
Вълна — камилска	—	—	—	—	—	—	—	—	300
Естествена коприна	30—50	80	13—25	25—30	60—80	80—85	—	—	700—1000
Азбест	26—77	—	1—1,2	—	—	—	—	—	—
Вискозна коприна — нормална	21—24	50—60	15—23	19—28	30—65	45—65	—	175—205	—
Вискозна коприна — заздравена	25—30	60—65	16—20	13—20	25—50	50—60	—	—	620—930
Вискозно влакно — нормално	21—24	50—60	15—25	19—28	30—40	35—50	—	—	400—600
Вискозни влакна с висока здравина в мокро състояние	33—41	70—80	19—23	25—29	35—45	45—60	—	—	600—1520
Вискозни влакна с намалена разтегливост	35—45	60—80	5—15	7—20	15—35	15—30	—	—	—
Медно-амонячна коприна	15—21	60—65	10—17	15—30	70—75	60—75	—	175—205	400—610

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Медно-амонячно влакно	14—17	65—70	30—40	35—50	60—70	85	—	—	—
Ацетатна коприна — дезацетилирана нормална	54—63	85	6,0	6,0	—	—	—	200	1350—1650
Ацетатна коприна — заздравена	над 72	75—80	6,2	6,2	50	35—40	—	—	1100
Ацетатна коприна и влакна	10—16	60—70	25—35	35—45	70—95	60—80	175—190	260	220— 450
Триацетатни коприни и влакна	11—16	65—70	22—28	30—40	80—90	80—90	230	300	—
Казеинови влакна	10—11	45—60	25—35	30—45	—	65	235	175	150— 220
Зейнови влакна	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Алгинатни влакна	10—14	—	5—15	—	—	60	—	—	400— 700
Полиамид 6,6 — коприна нормална	40—56	85—90	30—46	30—50	75—95	80—90	235	250	210— 340
Полиамидна 6,6 — коприна високозаздравена	68—81	89—90	15—20	15—20	70—90	60—70	—	—	210—340
Полиамид 6 6 — влакна	36—54	80—90	40—50	40—50	65—85	—	—	—	—
Полиамид 6 — коприна нормална	40—56	85—90	30—46	30—50	85—90	75—95	180—185	215	90— 260
Полиамид 6 — високозаздравен	65—75	85—90	15—20	15—20	85—90	70—90	—	—	—
Полиамид 6 — влакна	36—54	80—90	40—70	40—70	80—90	65—85	—	—	—
Полиамид 11 — коприна	50—63	—	28—38	30—40	70	75	180	186	—
Полиестерна коприна, нормална (полиетиленгликолтерефталат)	38—45	100	18—30	18—30	90	75—85	235—240	260	900
Полиестерна коприна — високозаздравена (полиетиленгликолтерефталат)	58—72	100	8—15	8—15	75—90	75—90	40— 70	—	—
Полиестерно влакно (полиетиленгликолтерефталат)	38—60	100	24—55	24—55	70—90	—	—	—	450— 500
Полиестерни модифицирани влакна	29—42	100 —105	24—30	40—85	—	—	—	—	—
Полиестерни влакна (диметилполциклохексантерефталат)	22—27	100	25—34	80—85	—	—	—	290—295	—
Полиакрилни трилни влакна със 100%	22—29	80—100	25—35	25—35	60	70	—	—	70— 80

Продължение на таблица 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полиакрилонитрил									
Полиакрилонитрилни шапелни влакна, съдържащи над 85% акрилонитрил	18—27	80—100	20—60	20—60	60—75	75	235—250	270	—
Високоздравени полиакрилонитрилни шапелни влакна, съдържащи над 85% акрилонитрил	36—50	80—100	16—22	16—22	60—70	75	—	—	—
Смесени полимеризати с акрилонитрил	22—31	100	32—40	32—40	—	—	—	—	—
Поливинилхлоридни влакна:									
нормални	22—26	100	14—28	180	62	64	72—75	180	250—350
хлорирани	8—12	100	8—26	180	92	96	80	200—210	—
Смесени полимеризати с винилиденхлорид:									
монофилни	10—21	100	15—25	15—25	45—60	50—90	—	—	—
коприни	до 18	100	15—25	15—25	50—65	50—70	—	—	—
влакна	до 14	100	15—20	15—20	—	—	—	—	—
Политетрафлуоретиленови:									
монофилни	5—11	100	17—27	17—27	75	75	325	400	—
влакна	17	100	13	13	75	75	—	—	—
Полиетиленови влакна с висока плътност:									
монофили и коприни	32—63	100	10—45	10—45	60—70	70—90	124—132	135	—
влакна	22—36	100	70—110	70—110	80—90	70—90	—	—	—
Полипропиленови влакна:									
монофили и коприни	32—72	100	15—50	15—50	—	70—90	149—154	165—175	—
влакна	36—54	100	20—40	20—40	90—95	70—90	—	—	—
Поливинилалкохолни влакна	36—54	75—85	20—25	20—25	35—40	35—40	200	230—238	—
Полиуретанови еластомери	3,5—7,5	—	520—610	—	—	—	175	250	—
Полиуретанови коприни и влакна	36—41	90	12—14	—	—	—	170	183	—
Стъклена коприна	54—66	85—95	3—4	2,5—3,5	15—25	30—60	815	—	—

средната здравина на бримка да имат относителна широчина на доверителния интервал, както следва:

$p \leq 6\%$  за вълна и памук;

$p \leq 2,5\%$  за химични влакна.

Начинът на провеждане на изпитването, подготовката на образци и обработката на резултатите подробно се разглеждат в указанията.

В табл. 24 са дадени основни сведения за физико-механичните показатели на текстилните влакнести суровини, някои от които се използват и за нетекстилни цели.

### Многоциклени характеристики

Този вид характеристики се получават при изпитване на влакна, преди и химични коприни, върху които се прилагат многократно повтарящи се деформации на опъване, огъване, смачкване, усукване и др., по-малки от разрушаващите. Тези видове натоварвания предизвикват в материала умора.

У м о р а т а води до постепенно влошаване на свойствата поради деструкцията, настъпила в структурата на материала под действието на повтарящата се деформация, по-малка от разрушаващата и с променлив знак. Отрицателното изменение на свойствата на полимера не е свързано със загуба на материал. То се дължи на разхлабването на вътрешномолекулната структура на отделните влакна в преждата или на елементарните нишки при коприните. Разрушава се също и връзката между отделните влакна в преждите или в комплексните пресукани нишки, които са свързани в едно цяло от силите на триене, създадени от усукването.

В случай на многократно натоварване и разтоварване с определена честота и брой на циклите — натоварване, разтоварване и почивка, в полимера постепенно се натрупва необратима деформация (пластична); мигновената и еластичната деформация намаляват бавно, тъй като релаксационните процеси не могат да протекат през време на отделните краткотрайни цикли. Непрекъснатото акумулиране на деформации довежда до това, че при по-малки натоварвания от максималните полимерът загубва влакнестата си структура и се разрушава.

При многократното натоварване на опън устойчивостта и остатъчната циклична деформация зависят най-много от условията на изпитванията. Такива са стойността на деформацията или натоварването, което действа върху влакната и коприните при всеки цикъл, междучелюстната дължина, броят на циклите на опън, температурата, влагата и др.

В табл. 25 са дадени сведения за издръжливостта на многократно опъване — 5 цикъла в  $\min$ , на няколко вида преди и коприни.

Прежда и коприна	Дебелина, <i>tex</i>	Номер, Nm	Относителна деформация в % от на- чалната дължина	Издръжливост на многократ- но опъване до скъсване, бр.
<b>Прежда:</b>				
памучна	25	40	0,8	4 · 10 <sup>3</sup>
ленена	70	14,5	0,8	4 · 10 <sup>3</sup>
вълнена камгарна	42 × 2	24 × 2	3,0	3 · 10 <sup>3</sup>
щрайхгарна	250	4	1,0	1 · 10 <sup>3</sup>
<b>Коприна:</b>				
обикновена вискозна	13	75	0,8	1 · 10 <sup>3</sup>
полнамидна	29	34,5	7,0	2 · 10 <sup>5</sup>

Многократното огъване намира широко приложение като метод за охарактеризиране на комплексните свойства на природните и особено на химичните влакна. При многократното огъване настъпва бързо разхлабване на структурата на съвсем малка дължина от пробата, а при многократното опъване деструкцията настъпва бавно и се съсредоточава в тези места по дължината на пробата, където има дефекти в структурата.

Поради знакопроменливото огъване явленията на умора настъпват и протичат бързо. По косвен начин се получава информация за настъпилите структурни изменения в полимера при някои от технологичните процеси, при които здравината малко се е изменила. В такива случаи устойчивостта на многократно огъване чувствително намалява.

Методите и уредите за изпитване на влакната, преждите и химичните коприни са твърде много. Приложение са намерили само малка част от тях:

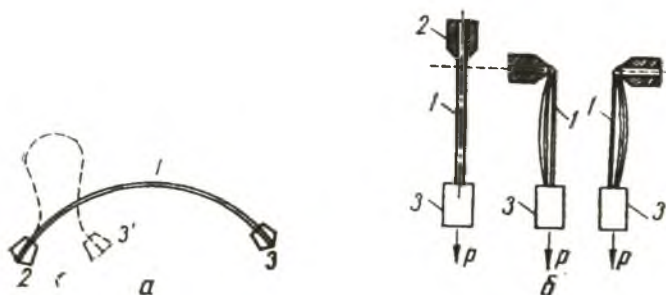
а. Едностранно бримково огъване без опъване (фиг. 59 а). Поради незначителното натоварване разрушаването настъпва след 80—120 млн. огъвания, което прави метода трудно приложим.

б. Двустранно огъване с опъване (фиг. 59 б). При това изпитване се получават такива характеристики, по които се определят износоустойчивостта и работоспособността на пробата. Устойчивостта на многократно огъване зависи не само от химичната природа на влакната и коприните, но и от степента на полимеризация и ориентация, качеството на изходната суровина, технологичния режим при получаването на влакната, качеството и вида на апертурните и авиважните препарати и дебелината на влакната.

При всички уреди, работещи на този принцип, елементарни влакна и коприни 1 се захващат в специално изработена челюст 2, която огъва пробата в двете страни на 90° от перпендикуляра. На

долния край на влакното се поставя тежест *З*. Така в процеса на изпитването пробата се подлага на съвместна деформация от огъването и товара.

Броят на двойните огъвания много зависи от големината на натоварването. За да се получат сравнителни данни за влакна с



Фиг. 59. Схема на уред за многократно огъване:

*а* — огъване на бримка; *б* — огъване в челюсти

различен химичен произход и дебелина, изпитванията се извършват при еднакво натоварване — 100 МПа.

Предварителното натоварване се пресмята по следния начин:

$$P = \frac{\sigma \cdot T_t}{\rho} \text{ cN/tex}; \quad P = \frac{\sigma \cdot 1000}{\rho \cdot Nm} \text{ cN/tex},$$

където  $\sigma$  е зададеното натоварване, МПа;

$T_t$  — дебелината на влакното, *tex*;

$Nm$  — номер метричен, *m/g*;

$\rho$  — плътността, *g/cm<sup>3</sup>*;

$P$  — натоварването на едно влакно при зададено напрежение, *cN/tex*.

При много от химичните влакна, имащи висока устойчивост на двойните огъвания, не се определя броят на циклите до тяхното разкъсване, а загубата на здравината на образеца след определен брой цикли — 20 000 ÷ 30 000.

За някои видове влакна е дадена устойчивостта при многократни двойни огъвания на  $\pm 90^\circ$  при радиус на закръгляване на челюстта 0,4 mm и натоварване 1 *cN/tex*:

Природа на влакната	Брой на двойните огъвания до разрушаване
Памук—средновлакнест	70 000
Вълна 64-то качество	300 000
Вискозни обикновени влакна	30 000
Ацетатни влакна	10 000
Полиамидни влакна видлон	500 000
Полиакрилонитрилни влакна булана—памучен тип	200 000

Охарактеризирането на влакната и коприните трябва задължително да се проверява в стандартен микроклимат.

## ВЛАЖНОСТ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА ТЕКСТИЛНИТЕ ВЛАКНЕНИ МАТЕРИАЛИ

### *Сорбционни свойства*

Всички природни влакна и някои от химичните са силно хигроскопични. През време на преработката им до текстилни изделия между тях и околния въздух се извършва непрекъснат процес на влагообмен. Той се определя от съотношението между парциалното налягане на водните пари във влажния въздух и налягането на водните пари във влакната или изделията от тях. При това могат да се наблюдават главно три случая на взаимодействие между текстилния материал и влажния околн въздух.

В първия случай парциалното налягане на водните пари във влажния въздух е равно на парциалното налягане на водните пари на текстилния материал:  $P_v = P_{т.м.}$  При такова съотношение настъпва равновесно състояние на влагообмена между текстилния материал и въздуха.

Във втория случай парциалното налягане на водните пари във въздуха е по-голямо от парциалното налягане на водните пари в текстилния материал:  $P_v > P_{т.м.}$  Следователно пъргавината на водните пари във въздуха ще бъде по-голяма от пъргавината им в текстилния материал. В тези случаи настъпва отдаване на влага от околната паро-въздушна среда на текстилния материал — процес на сорбция, дотогава, докато не настъпи равновесно състояние в парциалното налягане на влагата от въздуха и текстилния материал.

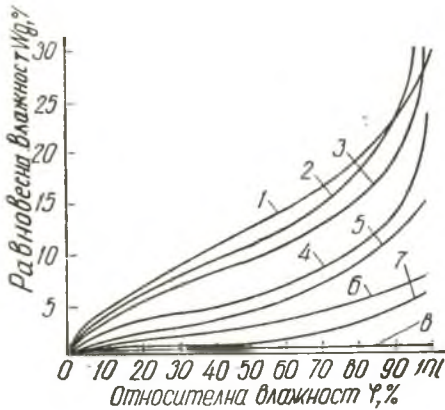
В третия случай парциалното налягане на водните пари във въздуха е по-малко от налягането на водните пари в текстилния материал:  $P_v < P_{т.м.}$  В този случай влагата ще се отдава от влакната в околната паро-въздушна среда, т. е. ще настъпи процес на десорбция на влагата от текстилния материал дотогава, докато не настъпи равновесно състояние между пъргавината на водните пари в текстила и във въздуха.

Поради това, че през целия курс на обучение студентите по много дисциплини боравят с понятията сорбция, адсорбция, абсорбция и десорбция, ние няма да разглеждаме физичния им смисъл.

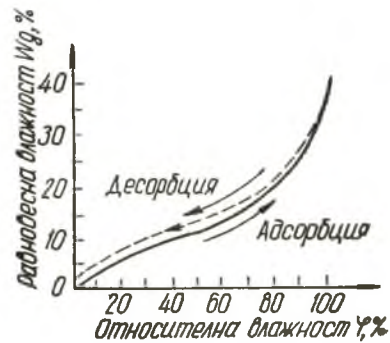
На фиг. 60 е изобразено равновесното състояние между влагата на текстилните влакна и относителната влажност на въздуха при  $t=25^{\circ}\text{C}$ . Това състояние се нарича изотерма на сорбцията

При всички случаи колебанията на водните пари в текстилния материал се стремят към равновесно състояние с колебанията на водните пари в околния въздух. За много производствени задачи равновесната влажност се очертава, без да се посочва разликата при

поглъщане и отдаване на влагата. На фиг. 61 е показана хистерезисната разлика за вълнени влакна. В комплексния анализ при охарактеризиране на влакномерите тя дава информация за хигроскопичните и химичните свойства. При много от химичните влакно-



Фиг. 60. Изотерма на сорбцията:  
1 — вълнени (мериносови) влакна; 2 — вискозни влакна; 3 — естествена коприна; 4 — памук; 5 — ацетатни влакна; 6 — полиамид 6,6; 7 — полиакрилонитрилни влакна; 8 — полиестерни влакна



Фиг. 61. Поемане и отдаване на влагата при вълнени влакна

мери поради хидрофобността им хистерезис не се наблюдава, което е и най-големият недостатък при използването им за дрехи.

Върху хигроскопичните свойства на влакномерите оказва значително влияние не само тяхната природа, но и допълнителната обработка, на която са подложени при апретирането, багренето и фиксирването.

Водните пари оказват голямо влияние върху свойствата на влакната и коприните. Това е наложило образците преди изпитване да престояват при еднакви, т. е. нормални условия — температура  $20^{\circ}\text{C}$  и относителна влажност 65% в продължение на 1 d. Приема се, че след този престой влакномерите имат нормална влажност.

Количеството на влагата във влакномерите зависи и от температурата на въздуха. При  $\varphi = \text{const}$  с повишаване на температурата влагосъдържанието намалява.

При намокрянето с вода някои от влакномерите отделят интегрална и диференциална топлина на сорбцията, което има важно значение за текстилните изделия, предназначени за дрехи. Тези въпроси подробно се изучават във „Физика и химия на влакномерите“.

При преработка влакномерите претърпяват известни изменения. Например в средата на процеса при камгарното предене вълнените влакна се багрят. От намокрянето те изменят своите размери

— значително набъбват и незначително се скъсяват или удължават. Най-правдоподобното обяснение за тези изменения е, че до навлажняването влакната са били в опънато неравновесно състояние, което е фиксирано. Набъбването предизвиква отслабване на връзките между структурните елементи; макромолекулите заемат своето равновесно нагънато положение, което предизвиква намаляване на дължината на влакната и увеличаване на напречното им сечение. Това води до промяна в тъкостните и якостните характеристики и влияе върху хода на по-нататъшния технологичен процес.

В табл. 26 са дадени сведения за набъбването във вода на някои видове влакна при температура 25°C.

Таблица 26

Вид на влакната	Увеличаване на размера при набъбване, % от размера в сухо състояние		
	дебелина, μm	площ на напречното сечение, μm <sup>2</sup>	дължина, mm
1	2	3	4
Памук — необработван	14	20—34	1,0
Памук — мерсеризиран	8	25—40	0,2
Лен	—	40—47	0,1—0,2
Вълна — тънка	16	22—26	1,1—1,2
Коприна — естествена	18	18—20	1,3—1,7
Вискозно обикновено влакно	26	40—65	4,0—7,0
Ацетатно влакно	9—10	6—8	0,1—0,3
Полиамид 6,6	5	3—5	2,0—0,3
Полякрилнитрил — булана	—	5—6	1,5—2,0

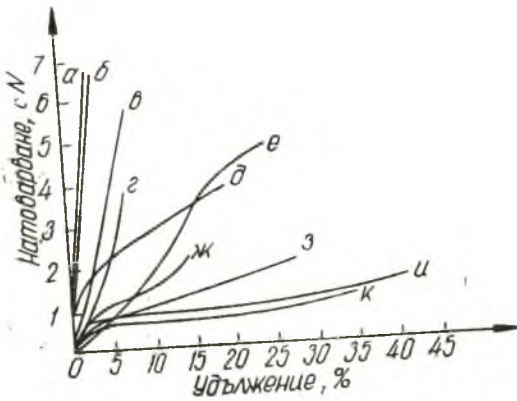
В процеса на сушенето увеличените размери в различни степени се намаляват, но не се достигат първоначалните размери и форми.

**Влага, здравина и удължение.** Природните влакна от растителен и животински произход, а също така изкуствените целулозни влакна особено силно изменят физико-механичните и отчасти химичните си свойства под действието на влагата. По-голяма част от химичните влакна са хидрофобни, поради което влагата незначително изменя механичните им свойства — здравина, удължение и др.

От всички текстилни влакнести материали само памукът, ленът, рамията и конопът увеличават здравината си в мокро състояние — памукът с 30%, рамията с 60%. Общото удължение с увеличаване на влагата нараства за всички видове влакна. На фиг. 62 е показано влиянието на влагата върху здравината и удължението на някои видове влакна при нормални условия. Ако натоварването на графиката приравним на сила, а удължението — на път, то производението им ще бъде равно на работата, вложена за деформация на отделните влакна при опън. Това може да се определи чрез измер-

ване на площта под кривите. По-ценни са онези текстилни влакна на които по-голяма част от удължението е обратимо при много-кратни деформации.

**Наелектризиране на влакната.** Всички видове текстилни влакна независимо от произхода и начина на получаването им в различни



Фиг. 62. Влияние на влагата върху здравината и удължението при нормални условия на:

а — лен; б — рамяя; в — дълговлакнест памук; г — средновлакнест памук; д — естествена коприна; е — полиамид; ж — вискозно шапелно влакно; з — вискозна коприна; и — мериносова вълна; к — ацетатна коприна

степени претърпяват механична обработка при оформянето им в текстилни изделия. В процеса на тази преработка влакната и коприните се трият по частите на машините и помежду си, което става причина за тяхното наелектризиране. Това свойство характеризира способността на влакната да натрупват при определени условия електростатични заряди. Същите във физиката се наричат трибоелектрически заряди.

От многото фактори, оказващи влияние върху стойността на електро-

статичните заряди, на първо място е влиянието на структурата на влакната и коприните, състоянието на повърхността им, общата контактна площ, големината на натоварването и опъването и скоростта на движението на влакната, коприните и изделията от тях.

Известни са многобройни изследвания върху степента на наелектризиране на текстилните влакна (табл. 27).

Таблица 27

Подреждане на влакната по тяхната нормална влажност	Електрическо напрежение, V
Мериносова вълна	50
Вискозни влакна и коприни	350
Памучни влакна	550
Ацетатни влакна	800
Полиамидни влакна	850
Полиакрилонитрилни влакна	900
Полиестерни влакна	1025

За количеството на електростатичния заряд и за неговия знак съществено значение има влажността на влакната. Само памукът

прави изключение, който и при ниска влажност малко се наелектризира.

Естествената хигроскопичност на текстилните влакна влияе върху електростатичните им свойства, от което зависи и подреждането им в трибоелектрическият ред по напрежение.

Влакната, които се намират в крайните групи на трибоелектрическият ред на напрежение, имат най-голяма склонност да се зареждат положително или отрицателно. Всички целулозни влакна — памук, вискозни, медно-амонячни и др., намиращи се в средната група на трибоелектрическият ред, имат изключително ниско електрическо напрежение. В това отношение правят изключение ацетатните влакна.

Синтетичните влакна бързо се зареждат, но много бавно отдават заряда си.

От практиката се знае, че силно наелектризиращите се влакна бавно поемат влагата от околната паро-въздушна смес. Електрическото съпротивление на влакната зависи от влагата на средата. При изменение на относителната влажност  $\phi$  от 10 до 90% електрическото съпротивление на някои от влакната се изменя милиони пъти, което отчасти се вижда и от табл. 28.

Таблица 28

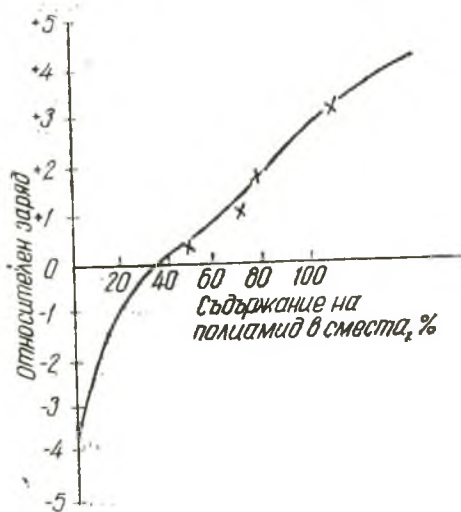
Вид на влакната	Електростатическо съпротивление, $\Omega \cdot m$	Влажност, %
1	2	3
Положителен край на реда		
Полиамид	$10^{10}$	4
Протеинови влакна	$10^8 - 10^9$	11—18
Целулозни „	$10^5 - 10^6$	13,5
Ацетатни влакна	$10^9$	6,5
Полиестерни „	$10^{12}$	0,5—0,6
Полиакрилонитрилни влакна	$10^{12}$	1,0
Поливинилхлоридни „	$10^{12}$	0,5
Полиолефинови „	$10^{13}$	0
Отрицателен край на реда		

Върху стойността на заряда особено активно влияе силата на гриене. Установено е, че зарядът може да се намали, ако влакната, предиите и коприните имат нисък коефициент на тангенциално съпротивление. Частично това се постига чрез различни омасляващи препарати.

В производството са известни случаи, при които настъпва неутрализация на зарядите при смесване на два вида влакна, намиращи се далече един от друг в реда на напреженията. На фиг. 63 е показан типичен случай на кривата на електризация на влакнестата смес от полиамидни и полиестерни щапелни влакна.

Когато в двукомпонентната смес съдържанието на полиамидни влакна е 40%, зарядът на сместа е равен на нула.

Изменението на знака и стойността на заряда при преработването на влакната настъпва в зависимост от вида на повърхнината, от която те се трият. Например при триенето на поливинилхлорид



Фиг. 63. Крива на електризация на влакнеста смес от полиамидни влакна при триене в хромирана повърхност

и капролактама върху мед абсолютната стойност на заряда силно се увеличава. При триенето на полиестер върху органично стъкло и на полиамид върху анид, нематирани полиамид и алуминий, зарядът силно намалява.

Установено е, че с прекратяване на електризацията потенциалният заряд на полето при вискозните влакна спада до нула за около 5—6 s. Потенциалният заряд на полето за повечето синтетични влакна спада за около 1 h и повече. Само хлоринът запазва напрежението на заряда повече от 20 h.

От казаното се разбира, че натрупването на електростатично електричество в синтетичните влакна при механичното им преработване е една от причините за намаляване на производителността на съоръженията в текстилните заводи. На този проблем ще се спрем по-подробно към края на учебника.

2) **Видове влаги.** При изпитването и преработването на текстилните материали те изменят значително както масата си, така и много от физико-механичните си свойства в зависимост от влагосъдържанието. Това се отразява съществено и върху качеството на готовите изделия.

В партида влакнест материал с обща маса  $M_n$  освен влакна има и известно количество вода, което трябва да бъде определено:

$$M_n = M + M'$$

където  $M_n$  е масата на партидата в момента на вземане на пробата;

$M$  — масата на сухия влакнест материал;

$M'$  — масата на влагата в партидата.

Масата на влагата в партидата  $M'$  може да се отнесе към масата

на абсолютно сухия материал  $M$  или към масата на партидата  $M_n$ . При такова решение за определяне на съдържанието на влагата в текстилния материал се използват две характеристики: **в л а ж н о с т и в л а г о с ъ д ъ р ж а н и е**.

Под влажност на материала  $W_d$  се разбира масата на съдържащата се в него влага, отнесена към масата на сухия влакнест материал:

$$W_d = \frac{M_n - M}{M} \cdot 100 = \frac{M'}{M} \cdot 100\%.$$

Влагосъдържанието на материала  $W_{вс}$  изразява масата на влагата, отнесена към масата на партидата:

$$W_{вс} = \frac{M_n - M}{M_n} \cdot 100 = \frac{M'}{M_n} \cdot 100\%.$$

За различни цели се използва изчисляването на действителната влажност  $W_d$  от влагосъдържанието  $W_{вс}$  и обратно:

$$W_d = \frac{100 \cdot W_{вс}}{100 - W_{вс}} \%;$$

$$W_{вс} = \frac{100 \cdot W_d}{100 + W_d} \%.$$

От последните две формули се разбира, че влажността по абсолютна стойност е по-голяма от влагосъдържанието.

Освен разгледаните понятия, свързани с влагата на текстилните влакна, твърде често се използват и други, отнасящи се за влагата на околната среда — въздуха.

**А б с о л ю т н а в л а ж н о с т  $\phi_{абс}$ .** Определя се от количеството на водата, измерено в грамове, която се съдържа в  $1 \text{ m}^3$  въздух при определена температура. Този вид влага се изразява и с налягането на водните пари, намиращи се във въздуха.

**В л а г о п о е м н о с т  $\phi_{вл}$ .** Това е максималната степен, до която се увеличава абсолютната влажност. С повишаване на температурата на въздуха се увеличава неговата влагопоемност.

**О т н о с и т е л н а в л а ж н о с т  $\phi$ .** При определяне на абсолютната влажност се налага използването на допълнителни числа за температурата на въздуха и количеството на насищащите пари при тази температура. Поради това е възприето определянето на относителната влажност.

Относителната влажност показва какъв процент от максимално допустимото количество водни пари се съдържа при дадена температура в  $1 \text{ m}^3$  въздух. Резултатът се получава като частно от абсолютната влажност  $\phi_{абс}$  и влагопоемността  $\phi_{вл}$  в проценти и опре-

деля степента на насищане на околната въздушна среда с водни пари:

$$\varphi = \frac{\varphi_{\text{абс}}}{\varphi_{\text{нас}}} \cdot 100\%.$$

От формулата се разбира, че при една и съща абсолютна влажност на въздуха относителната влажност се намалява с повишаване на температурата.

Начините за определяне на влагата във въздуха, както и използваните методи, уреди и номограми, се разглеждат в упражненията.

3) *Определяне влажността на текстилните материали.* Поради високата цена на текстилните материали и голямата им хигроскопичност са създадени не малко методи за определяне на влажността им:

- 1) чрез кондициониране — изсушаване;
- 2) чрез изсушаване с инфралъчи;
- 3) чрез електронни влагомери;
- 4) чрез дестилация;
- 5) чрез екстракция.

В практиката най-широко приложение намира непосредственото отделяне на влагата при определена температура. За повечето текстилни материали тя е около 100—110°C. Образецът, който се изпитва, има определена маса плюс масата на влагата.

Кондиционната маса  $M_{\kappa}$  на една партида се изчислява, както следва:

$$M_{\kappa} = M_{\text{п}} \frac{100 + W_{\kappa}}{100 + M'}$$

където  $M_{\text{п}}$  е масата на партидата при вземане на пробата;

$W_{\kappa}$  — кондиционната влажност (взема се от таблиците на стандарта);

$M'$  — масата на влагата в партидата при фактическата влажност, определена при кондиционирането.

Под кондиционна маса на материала се разбира масата на същия, определена при неговата кондиционна влажност.\*

Кондиционната влажност на смеси  $W_{\text{кт}}$  В текстилната промишленост се преработват както материали от един вид влакна, така и сложни смеси от няколко вида със значително различие в хигроскопичността.

---

\* Условна постоянна величина (реприз), изразяваща процентното отношение на масата на влагата в материала към абсолютно сухата маса на същия.

В такива случаи кондиционната влажност се определя по следната формула:

$$W_{\kappa} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} W_{\kappa i} \cdot p_i}{100} \% ,$$

където  $W_{\kappa i}$  е кондиционната влажност на отделните компоненти в сместа ( $i=1, 2, 3 \dots$ );

$p_i$  — процентното участие на отделните компоненти.

В табл. 29 е дадена влажността на няколко основни вида влакна при относителна влажност на въздуха 65 и 95% и температура 20—25°C.

Таблица 29

Вид на влакната	$\phi = 65 \%$	$\phi = 95 \%$
Памук — средновлакнест	7—8	18—20
Лен	13,0	19—21
Вълна — тънка	17,0	38—40
Коприна неизварена	12,0	37—39
Вискозни щапелни влакна	11—12	35—40
Медно-амонячни „	12—13	27—30
Ацетатни „	6,0—6,5	14—17
Полиамидни 6,6 „	4,0—4,5	7— 8
Полиестерни „	0,4—0,5	0,5—0,7
Полиакрилитрилни „	0,8—1,0	1,5—1,6

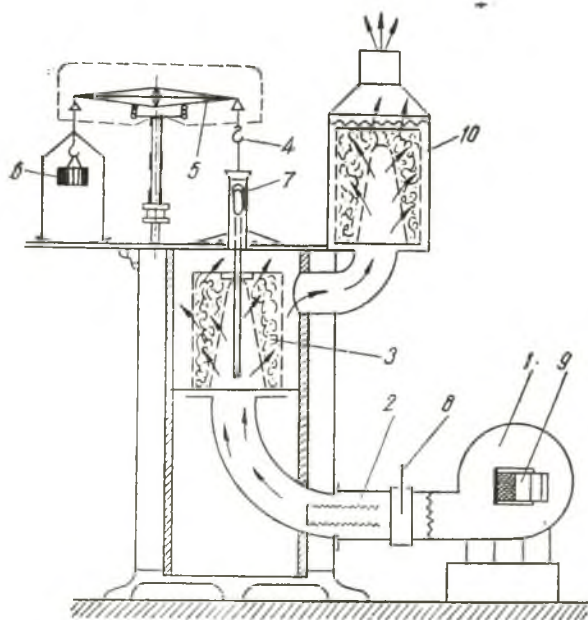
**3) Определяне на влажността.** Понастоящем има многобройни конструкции на апарати за определяне на влажността на текстилните материали. Те работят на един и същ принцип — влагата от материала се отделя посредством топъл въздух. На фиг. 64 е дадена схема на кондиционен апарат.

Аспирационният вентилатор 1 засмуква въздуха от помещението и се загрява от нагревателите 2. Изпитваният образец е поставен в мрежестата кошница 3, закачена на куката 4 към дясното рамо 5 на техническа везна с точност 0,05 g. На лявото блюдо е закачена тежестта 6 за претегляне на образца.

Чрез термометъра 7 се контролира температурата в камерата. Ако няма терморегулатор, регулирането се извършва чрез шибърите 8 и 9. Топлият въздух преминава през кошницата с материала 3 и резервната камера 10 за предварително подсушаване на следващия образец.

Приготовляването на образците за изпитване се извършва съгласно БДС. За влакна образците имат маса от 200 до 500 g. Кондиционирането (изсушаването) на материала се приема за приключено,

когато в продължение на 15—20 min при температура 105—110°C масата на материала при две последователни измервания има разлика не повече от  $\pm 0,1$  g. При кондициониране на пашкули от естествена коприна, кайнар, фризон и сурови копринени прежди се из-



Фиг. 64. Кондиционен апарат

ползува по-висока температура на въздуха (135—140°C). Пресмятането на влажността се извършва по дадените формули.

**Е л е к т р о в л а г о м е р и.** Това са портативни електронни апарати за бърза (експресна) оценка на влажността на текстилни материали при полеви условия, складови помещения или на самите машини.

Единият вид електровлагомери използва електрическата проводимост на текстилните влакна в зависимост от тяхната влага. Сухият текстилен материал има ниска диелектрическа проницаемост  $\epsilon = 4 \div 8$ , а водата  $\epsilon = 81$ .

При втория вид електровлагомери се използва изменението на капацитета на един кондензатор, между стените на който се поставя текстилният материал.

Кондиционната влажност за различните видове текстилни материали се определя със стандарт. Тя обикновено е близка до нормалната влажност.

По-долу е дадена кондиционната влажност на различни текстилни влакна, преди и коприни:

Памучни влакна	8,0
Обикновена памучна прежда	7,0
Мерсеризирана памучна прежда	9,0
Лен-повесмо	12,0
Ленена прежда — мокро предена	10,0
Прана вълна — тънка	17,0
Прана вълна — груба	15,0
Вълнена прежда — камгарна	18,25
Сурова коприни и копринен греж	11,0
Копринена прежда	8,5
Азбестова пресукана прежда	0,0
Вискозни шапелни влакна	12,0
Вискозна коприни	11,0
Вискозна шапелна прежда	11,0
Ацетатна коприни	7,0
Полиамидна коприни	5,0
Полиестерни шапелни влакна	1,0
Полиакрилонитрилни шапелни влакна	1,5
Хлоринови шапелни влакна	0,5
Стъквени влакна	0.1– 0.4

### ТОПЛИННИ СВОЙСТВА

В бита и строителството текстилните влакна се използват главно като топлинни изолатори. Ние ще разгледаме само тези свойства, които характеризират текстилните изделия при въздействието на температури, различни от нормалната.

**Т о п л о у с т о й ч и в о с т т а** характеризира състоянието на влакната и нишките в среда с температура, по-висока от нормалната. Често тя достига максималната, над която бързо се влошават всички свойства на влакната вследствие на деструкцията. Следователно понятието топлоустойчивост показва максималната температура, при която все още могат да се използват влакната и нишките.

**И з д р ъ ж л и в о с т т а** на продължително нагриване се характеризира с необратимите изменения в свойствата на влакната и нишките след продължително нагриване. Тя се определя, като се сравнява изходният образец с деструктирания при нагриването.

Описаните топлинни свойства имат важно значение за редица технологични процеси, при които платовете за секунда или с часове се нагриват при температура над 100°C. Например при пърленето платовете минават над газови пламъци или над нагрети до

червено плочи. При изваряването на памучни и ленени платна се достига до 120—130°C в продължение на 5—6 h. Термофиксирането на полиамидните платна се извършва при температура 190°C.

Поради изтъкнатите съображения отнасянето на влакната и нишките при нагриване има особено важно значение.

За илюстрация на казаното по-горе в табл. 30 са дадени сведения за топлинната устойчивост на различните видове текстилни влакна и коприни.

Таблица 30

Вид на влакната	Температура, °C, при която започва			
	намаление на здравината	разлагане	размекване	стопяване
Средновлакнест памук	120	150—160	не се размеква	не се стопява
Лен и коноп	120	—	" "	" "
Вълна — мека	130—135	130—135	" "	" "
Коприна — естествена	150	170	" "	" "
Вискозни влакна	120—130	180—200	" "	" "
Медно-амонячни влакна	120	150	" "	" "
Ацетатни	95—100	105—110	210	230—250
Полиамидни	90—100	—	200	215
Полиестерни	160—170	—	235	250—255
Полиакрилнитрилни	180—200	—	235	" "
Хлоринови	70—80	—	95—100	" "

С изключение на ацетатните влакна природните и изкуствените не се размекват и не се стопяват. При сравнително по-висока температура започва тяхното химично разлагане. Под действието на високите температури синтетичните влакна стават термопластични—размекват се, като бързо изменят формата и размерите си.

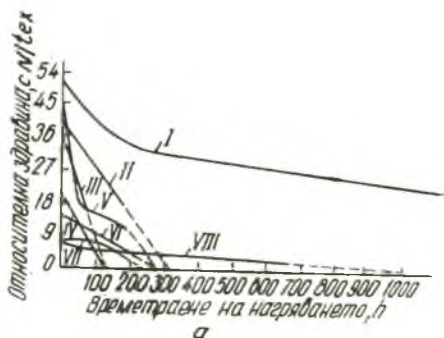
При нормални атмосферни условия на изпитване след продължително нагриване при температура 150°C различните влакна имат различна топлинна устойчивост, изразена с кривите на фиг. 65 а, б.

От синтетичните влакна най-висока топлинна издръжливост имат полиестерните и полиакрилнитрилните. Поради бързото окисляване от въздушния кислород полиамидните влакна имат значително по-ниска топлинна издръжливост. От природните влакна най-много издръжва естествената коприна.

От фиг. 65 се вижда как с повишаване на температурата на нагриване се влошават механичните свойства на различните видове текстилни влакна. Полиестерните влакна наново доминират, а полиамидните още след 100°C бързо намаляват здравината си. Това се отнася за всички карбоверижни влакна, които са чувствителни при повишени температури. Увеличената топлоустойчивост до 150°C на полиакрилнитрилните влакна се дължи на CN-група,

която освен това придава известна, макар и незначителна хигроскопичност.

Поведението на природните и химичните влакна при горенето е различно. Азбестовите, стъклените, шлаковите и други влакна изобщо не горят. Те се разтопяват при високи температури (до и



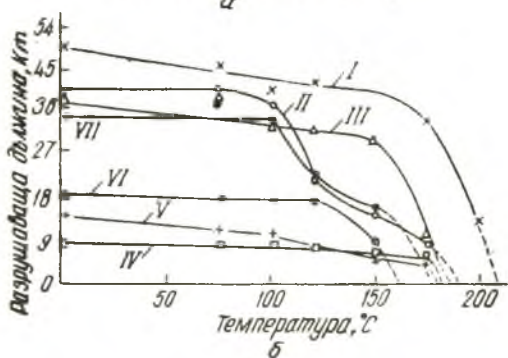
Фиг. 65. Здравина на различни влакна в зависимост от времето на нагряване и температурата:

а — в зависимост от времето на нагряване:

1 — полиестерни; 2 — полиакрилонитрилни; 3 — на естествена коприна; 4 — памучни; 5 — полиамидни; 6 — вискозни; 7 — ацетатни; 8 — вълнени

б — при различни температури:

1 — полиестерни; 2 — полиамидни; 3 — полиакрилонитрилни; 4 — ацетатни; 5 — вискозни; 6 — памучни; 7 — на естествена коприна



над 1000°C). Вълнените, ацетатните и полиамидните влакна горят само в пламък (изнесени от него, те загасват). Целулозните — памук, лен, коноп, юта, вискозните и медно-амонячните влакна бурно горят, поради което са пожароопасни.

## УСТОЙЧИВОСТ НА СВЕТЛИНА

Под действието на слънчевата светлина във влакната и изделията от тях протичат сложни фотохимични реакции, вследствие на което настъпва нарушаване на влакнестата структура. Това разрушаване се ускорява при увеличаване на влажността в околната среда и повишаване на температурата. Фотохимичните реакции се предизвикват и поддържат от видимите лъчи на светлината, както и от инфрачервените и ултравиолетовите лъчи. Последните два вида лъчи предизвикват най-силна деструкция на влакнестия материал.

Светлинната устойчивост на текстилните изделия зависи както

от природата на влакната, така и от конструкцията на изделието. дебелината и отражателната му способност, начина на багрене и апретиране.

Особено значение за устойчивостта на влакната и изделията от тях има цветът на багрилото им. В зависимост от цвго влакната стареят по-бързо или по-бавно. За кратък период от време влакната и изделията се разрушават, ако са обагрени в жълт, оранжев и червен цвят. Тези цветове поглъщат интензивно ултравиолетовите и късовълновите виолетови лъчи.

От многобройните видове химични и природни влакна най-устойчиви на разрушителното действие на слънчевата светлина са ацетатните, памучните и вълнените влакна. От химичните влакна най-висока устойчивост имат полиакрилонитрилните, а най-ниска — полиамидните и полипропиленовите влакна.

Сведения за изменение на здравината на някои видове влакна след 200-часово облъчване със слънчеви лъчи са дадени в табл. 31.

Таблица 31

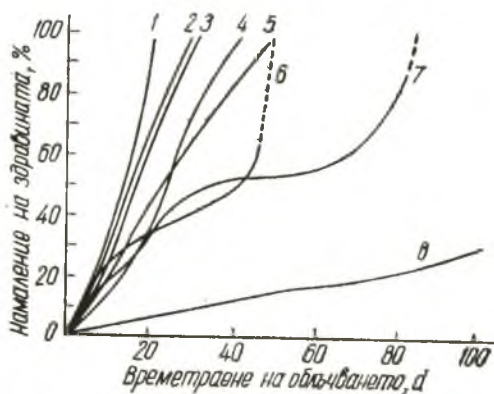
Вид на влакната	Здравина на влакната в % към началната здравина	
	в сухо състояние	в мокро състояние
1	2	3
Вълна — мериносова	66,0	44,7
Коприна — естествена	2,7	10,5
Памучни средновлакнести влакна	81,2	64,0
Ацетатна коприна	92,3	74,4
Вискозни обикновени влакна	47,5	29,1
Полиамид 6,6	32,3	26,9

Известна представа за светлинната устойчивост на някои видове текстилни влакна могат да се добият от фиг. 66 и 67. От кривите се разбира, че най-устойчивото на слънчева светлина влакно е полиакрилонитрилното.

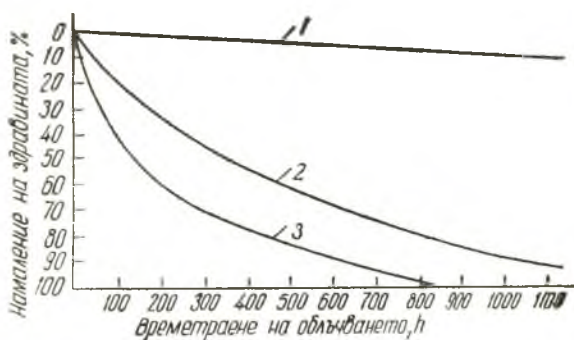
Светлинната устойчивост на платове от вълна и полиамид е по-висока от тази на чистия полиамид. Вълненият вътък скрива полиамидната основа от разрушителното действие на слънчевите лъчи.

Освен химичния състав върху светлинната устойчивост силно влияние оказва и структурата на влакната. Това се вижда от фиг. 67. Обикновените вискозни влакна почти напълно се разрушават за около 210 d, а силно заздравеното влакно за корд, което има особено плътна пакетировка на макромолекулата — над 525 d.

Разрушителното действие на слънчевата светлина може да се намали, като влакната, предиите и коприните се покрият с филми или се напоят с разтвори, които поглъщат ултравиолетовите лъчи.



Фиг. 66. Светлинна устойчивост на някои влакна:  
1 — естествена коприна; 2 — найлон 6,6; 3 — вискозни влакна; 4 — стабилизирания найлон 6,6; 5 — лен; 6 — памук; 7 — заздравена вискозна коприна; 8 — полиакрилонитрил



Фиг. 67. Светлинна устойчивост на някои химични влакна:  
1 — полиакрилонитрил; 2 — полиестер; 3 — полиамид

## ИЗМЕНЕНИЕ НА МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ТЕКСТИЛНИТЕ МАТЕРИАЛИ ПОД ДЕЙСТВИЕТО НА РАДИОАКТИВНИ ИЗЛЪЧВАНИЯ

Използуването на атомната енергия за мирни цели и свързаните с нея радиоактивни вещества действуват и върху текстилните изделия. Върху тях действуват  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лъчи и поток от неутрони. Установено е, че радиоактивните  $\alpha$ -излъчвания практически не оказват забележимо влияние върху физико-механичните свойства на

текстилните влакна.  $\beta$ -и  $\gamma$ -лъчите и потоците от неутрони при високи дози значително разрушават по-голяма част от влакната и нишките. Едновременно с намаляване на здравината на облъчените влакна рязко се намалява и тяхното удължение. Те стават корави и крехки. Вероятно под мощните удари на лъчението настъпва разрушаване на макромолекулите, изграждащи влакната.

В разрушените целулозни влакна се образува оксигелулоза, а при вълнените — цистин и се отделя амоняк. Природните целулозни и белтъчни влакна, облъчвани при нормални условия, силно пожълтяват.

Опитно е установено, че при облъчване на текстилни влакна с малки дози, те не се разрушават, а някои от тях, като полиестерните, подобряват комплексно свойствата си, или по-точно, здравината си. Вероятно настъпват изменения в структурата на влакната под действието на  $\gamma$ -лъчи. Полиамидните влакна и коприни при облъчване с  $\gamma$ -лъчите на кобалт  $\text{Co}^{60}$  с доза 5—250  $\mu\text{F}$  намаляват здравината и удължението си поради настъпилото окисляване

## ГЛАВА ПЪРВА

## ОСНОВНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ СВЕДЕНИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВОТО И ИЗПОЛЗУВАНЕТО НА ВИСОКО-ОБЕМНИ ПРЕЖДИ И КОПРИНИ

По-голяма част от производството на химични коприни се подлага на скатяване и пресукване, като няколко или стотици елементарни нишки след съединяването се пресукват заедно.

Пресуканите прежди и коприни имат по-голяма здравина в сравнение с единичките от същата дебелина. При тях неравномерността по дебелина намалява, което се отразява на здравината, удължението и други свойства.

Те също така имат по-голяма издръжливост на изтриване, което ги прави подходящи за изработване на платове, трикотаж и други висококачествени изделия.

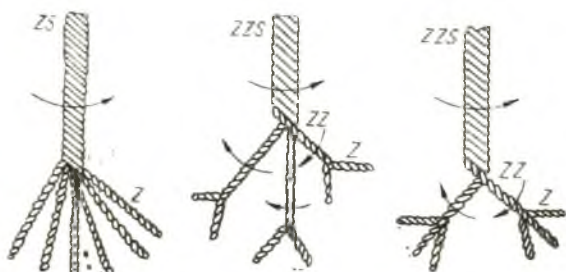
*Обикновени и пресукани прежди.* Същността на процеса пресукване се състои в това, че няколко прежди или нишки се усукват заедно на рингово пресукало. При двойното пресукване няколко пресукани нишки се скатяват и наново пресукват. Посоката на сука при първото пресукване е обратна на тази на предачния сук, което води до равновесност на преждата (тя не образува бримки и възли в свободно състояние). Посоката на сука при двойно пресуканата прежда може да бъде различна. Първото пресукване може да бъде по посока на предачния сук или обратно на него. Последното пресукване има посоката на предачния сук (фиг. 68).

Технологията за пресукване на прежди и коприни има особено важно значение за кордовите изделия и за шивашките конци. Вследствие на допълнителното усукване в сухо или в мокро състояние влакната плътно се притискат едно до друго, поради което силите на триене между тях се увеличават и при разкъсване на преждата само една малка част от нескъсаните се изхлузва.

Нарастването на здравината на пресуканата прежда по отношение на здравината на съставящите я влакна се определя от коефициента на заздравяване по формулата

$$K_3 = \frac{P_{\text{пр}}}{P_{\text{ел}} \cdot n}$$

където  $P_{пр}$  е разрушаващата здравина на пресуканата прежда,  $cN$ ;  
 $P_{ед}$  — разрушаващата здравина на единичката,  $cN$ ;  
 $n$  — броят на пресуканите единички.



Фиг. 68. Конструкция на пресукана прежда от шест единички

За да се закрепят в структурата на преждата придаденият сук, той се фиксира. При хидрофилните влакна това се постига чрез престояване на преждата в среда с увеличена относителна влажност или чрез запарване. След запарването следва изсушаване до нормална влажност.

В зависимост от природата на влакната пресуканите прежди биват:

**еднородни** — когато отделните преждови нишки са от един и същ материал;

**смесени** — когато отделните преждови нишки съдържат влакна от различни видове, например памук и полиестерни шапелни влакна;

**нееднородни** — когато отделните нишки са изплетени от различни видове влакна, например две преждови нишки от вълна и полиамидна коприна, скатани и пресукани заедно.

Платовете, изтъкани и изплетени от такива прежди, имат специален естетичен вид независимо от това, че при багренето се налага използването на различни багрила за отделните видове влакна.

В зависимост от степента на усукване то бива слабо, средно муселиново и особено силно крепово. Крепови сукове обикновено се дават на естествени, изкуствени или синтетични коприни (2000—3000 сука/м). Платове, изтъкани от силно пресукани коприни, имат красива, дребнозърнеста структура с крепов ефект. Този ефект особено много зависи от фиксирането на сука.

## ВИСОКООБЕМНИ КОПРИНИ

Едно от положителните качества на химичните влакна е, че от тях могат да се получат високообемни прежди и коприни. Тенденцията е около 70% от химичните влакна в света да бъдат обемирани.

Все още най-голям дял от високообемните коприни се пада на полиамидните и полиестерните коприни, които имат висока здравина, еластичност и термопластичност. Освен това те запазват ефекта, получен при стабилизацията. Разширява се също използването на обемни прежди от полипропиленови, поливинилхлоридни и триацетатни влакна.

Преработването на обикновените филаментни синтетични коприни за трикотажни изделия и различни платове е трудна задача поради малката им хигроскопичност, увеличената коравина, големите електростатични пълнежи и стъкления блясък на дрехите от тях. Голяма част от тези отрицателни свойства на химичните коприни се премахват след изменение на структурата чрез физикомеханичния процес обемиране. При обемирането отделните филаменти получават след фиксирането остатъчна къдравина и еластична разтегливост, наподобяваща мериносова вълна.

Високообемни прежди се получават главно от полиакрилонитрилни или съполимерни влакна на полиакрилна основа. Полиакрилонитрилните кабели при температура около 110—130°C се изтеглят; това удължение при охлаждането се запазва. След нарязването и смесването с несвиваеми компоненти те се обработват топлинно, при което се скъсяват и накъдрят втория компонент от нескъсяващи се влакна.

В зависимост от начините на обемиране химичните коприни биват високоеластични, нагърчени, извити и бримкоподобни, както и коприни, получени от профилирани филаменти или чрез физикохимично обработване. Всеки от тези начини е подробно описан в литературата.

*Високоеластичните коприни* от своя страна се разделят на силно разтегливи (хеланка, еластик) и слабо разтегливи (мелан и мерон). Те се усукват, термически обработват и разсукват на обикновени рингови пресукала, където процесът е периодичен. При използване на специални машини с механизми за лъжлив сук се постига непрекъснатост на процеса. Към тази група се отнася и физикохимичният начин на обемиране.

*Извити коприни.* Те се получават чрез накъдряне и пресоване, чрез прекарване през нагрети остри ръбове и по трикотажния и физикохимичния начин. В литературата, производството и търговията получените коприни имат различни фирмени наименования. Например пресованите коприни в загрети камери се наричат бадлон; прекарваните нишки през остри нагрети ръбове — аджилон и г. н.

*Бримковидните коприни* се получават по аеродинамичния начин, като върху филamentите действува мощен въздушен турбулентен поток. Отделните нишки силно се преплитат. Получената обемна деформация е устойчива. Произведената по този начин коприна се нарича таслан.

*Профилирани коприни.* Особената форма на сечението на коприните придава обемност на изделията и рохкава структура.

*Химичен метод за обемиране.* Коприни с нови свойства се получават по следните начини: чрез изменение на подредеността на структурата на полиамидните влакна; чрез изменение на съотношението между метиленовите и амидните групи; чрез вкарване на нови функционални групи и синтезиране на присадени съполимери. В зависимост от начина на дообработката се получават високообемни коприни с 400% еластично удължение.

### **Изработване на силно разтегливи коприни**

Получаването на първите обемни коприни вече има над тридесетгодишна история. От многократната с променлив знак деформация се получава пространствена къдравина. Така обемираната коприна при опън се удължава до 300—450%, като при отстраняване на усилието почти заема първоначалната си форма и размери.

При усукването и разсукването на нишките върху тях действуват сили в различни посоки. В процеса на усукването под действието на реактивните сили се пораждат вътрешни напрежения, които се изразяват в стремежа на нишката да се разсуче. От разпространението на сука по винтова линия възниква огъващ момент, който увеличава разликата в напреженията на повърхността и във вътрешността на отделната нишка. Едновременно с това нишката твърдо е захваната от двойките подхранващи и изтеглящи цилиндри, които не позволяват скъсяването на нишката вследствие на усукването. Възниква нова деформация от действието на нормалните сили, които се сремат да скъсяват нишките при топлинната им обработка.

Комплексните пресукани коприни имат в някои случаи голям брой единични нишки. Тези от тях, които са в сърцевината, също се деформират от усукването, но в по-малка степен от намиращите се на повърхността елементарни нишки.

Силно разтеглените коприни могат да се изработят по два начина — чрез прекъснат и непрекъснат процес.

*Прекъснат процес.* На пресукални машини комплексните нишки се усукват и разсукват. Фиксирането се извършва в автоклави за около 3 h с топъл въздух, вряла вода или наситена пара при температура 110—160°C. Пресуканата нишка обезателно се навива върху еластични носачи, които позволяват да се появят напълно силите на свиване в нишките.

След топлинната обработка за уравнивяване и изражняване на напреженията нишките престояват около 1 d при нормални усло-

вия. След бобинирането пресуканата и фиксирана коприна наново се разсуква.

Това ново напрежение, предизвикано от разсукването, се запазва, тъй като вътрешните напрежения, възникнали при усукването, намаляват от действието на топлинната обработка. В много случаи усуканите нишки почти се разсукват. След скагяването на две нишки, които се състоят от много елементарни нишки, те две по две се пресукват със 100—180 сука/м и се навиват по желание на големи бобини или конусни шпули.

По този дълъг и много скъп начин се получават силно разтегливите обемни коприни хеланка и еластик. Тяхното качество е много високо поради равномерната обемна къдравина и трайна еластичност.

*Непрекъснат процес.* С цел да се съкрати времетраенето на обемирането, да се намалят производствените разходи и фабрично-заводската площ, се използват еднопроцесни машини. При тях усукването, загряването и разсукването се извършват без прекъсване.

От многобройните методи за непрекъснато обемиране на коприни най-широко разпространение намира деформирането на нишките чрез „лъжлив сук“. Такъв сук може да се придава чрез роторни и фриксионни вретена. Висока производителност и качество имат следните марки машини от роторен тип: CS-3 и CS-9 на фирмите Скрег и АМ-1 (Англия), FT-1 на фирмата ARCT (Франция), ТК-300 (Чехословакия) и TFT на фирмата Тайо-Рейон (Япония).

Машини, работещи на фриксионен принцип, са: ФЕ-125-И (СССР), ЕР-1 на фирмите Хаборн ЕТС (Англия), Спинер 160 VK (Финландия) и др.

Като недостатък на еднопроцесното обемиране е, че получената силно разтеглива коприна има по-ниска еластичност от получената по класическия начин, въпреки че по структура и външен вид тя не се различава съществено от нея.

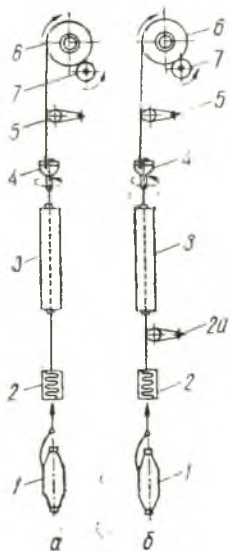
В производството и търговията силно разтегливите коприни носят различни наименования: хеланка, еластик, депалон, флуфлон от полиамид и флуфлен от полиестер.

*Машини с лъжлив сук.* По своето конструктивно изпълнение съоръженията за обемиране на коприни и преди непрекъснато се увеличават. Многобройни фирми произвеждат под най-различни наименования машини, които могат по някои принципи на работа да се подредят в няколко големи групи.

*Ротационни механизми.* Като основен елемент всички те имат кухо вретено, задвижвано от ремъчна лента или чрез триещи се дискове. В горния край на вретеното се намира усукващата глава. Изискването към този вид механизъм е да осигурява по цялото сечение на преминаващата нишка еднаква честота на въртене с тази на контактната повърхнина.

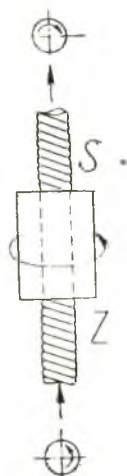
В първите машини от този тип (фиг. 69 а) сукът се разпростра-

нява на голяма дължина зад нагревателя, поради което обемираната коприна има значителна неравномерност на броя на суковете на единица дължина. На фиг. 69 б нишката 1 преминава през контролното опъващо устройство 2 и двойката подхранващи цилиндри



Фиг. 69. Схеми на механизми:

а — за лъжлив сук; б — с ограничаване на сука



Фиг. 70. Схема за лъжливо усукване на фриксионен принцип с фтулка

2а, която възпира разпространяването на сука в посока към развиващия се шпул. Нишката преминава през нагревателя 3 и главата 4 за едновременно усукване в лява и дясна посока, т. е. лъжливо усукване. След нея има една изтегляща двойка цилиндри 5, която възпира по-нататъшното разпространяване на разсукването. Намотаването се извършва на конусни бобини 7.

Предполага се, че лъжлив сук нишката има от двете страни на усукващата глава еднакъв брой сукове, но в обратна посока. Общият сук е равен на нула, но не е равна на нула предизвиканата от тях деформация в нишката. Тази именно деформация се фиксира в нагревателя. В свободно състояние отделните филаменти заемат равновесие, което за тях е обемност, приличаща на спирала.

Честотата на въртене на вретената на първите машини от този тип е била до  $50\,000\text{ min}^{-1}$ , а на съвременните машини е  $600\,000\text{ min}^{-1}$ . Този успех се дължи на нови материали и начини за лагеруване на вретената.

Фрикционни механизми. За получаването на лъжливо усукване чрез триене има най-различни решения — с пръстени, дискове, безкрайни ремъци и втулки. На фиг. 70 е дадена схема на

втулка за лъжливо усукване. В случая нишката се допира до вътрешната повърхнина на въртящата се втулка и получава лъжливо усукване, тъй като при влизане и излизане от втулката посоката на усукването е различна. Броят на суковете, които получава нишката за един оборот на втулката, зависи от отношението на вътрешния диаметър  $D$  на втулката и диаметъра на нишката  $d$ . Тъй като това отношение е изключително голямо, при сравнително малка честота на въртене —  $1500 \text{ min}^{-1}$  на нишка с дебелина  $27 \text{ tex}$  ( $N_m=300$ ), могат да се получат около 5000 сука на еднометрова дължина.

За да се осигури висок коефициент на тангенциално съпротивление, двата вътрешни ръба на втулката обикновено се изработват от полиуретан.

При една и съща скорост на доставка две различно дебели преди ще имат различен брой сукове на единица дължина и ще бъдат обратно пропорционални на дължината на обиколката им.

При обемирането с лъжлив сук се изисква строго спазване на редица параметри, а именно: брой на суковете, скорост на преминаване на нишката през усукващия механизъм, времетраене на загряването на нишката, зонално разпределение на температурата по дължина на нагревателя и време за охлаждане на нишката.

Известно е, че нишката се усуква постепенно. Отначало по посока на подаването настъпва увеличаване на сука, а след това намаляване, което се дължи на реакцията от уплътнената структура на нишката. Предполага се, че зоната на нагревателя се явява място за съсредоточаване на сука. Следователно усукването на нишката настъпва постепенно по цялата зона на усукване, а не само в нагревателя.

При скорости, по-големи от нормалните, триенето на нишките в усукващия механизъм нараства. Част от елементарните нишки се разкъсват и разрошват комплексната нишка. Бързото преминаване на нишката през нагревателите и охлаждането ѝ след разсукването не фиксира в достатъчна степен видоизменената структура, поради което обемираните нишки имат намалена еластичност.

Времетраенето на загряването и охлаждането оказва решаващо влияние за качеството на обемираните нишки. Времето на топлинното въздействие зависи от продължителността на пълното и равномерно загряване на цялото сечение на нишката до определена температура, при която настъпват структурни изменения в единичната нишка. Също така пълната и равномерна фиксация трябва да се извърши за кратък период от време.

Нагряването може да бъде контактно, безконтактно или смесено.

Охлаждането на излизащата нишка протича много по-бързо от нагряването. Ако се допусне недостатъчно охлаждане в зоната на разсукването, пластичната нишка се разтяга, а това намалява еластичността ѝ. Бързото охлаждане може да се извърши с въздух, вода и др.

Опъването на нишките от размотаването до навиването на бобините оказва не малко влияние върху обемността и еластичността им.

От разгледаните начини за обемиране най-висока производителност има фрикционният начин.

### Обемни нишки с малка еластичност

Обемните нишки с голяма разтегливост са подходящи за изработване на безразмерни текстилни изделия — чорапи, бански костюми, но са неподходящи за платове и горни трикотажни дрехи.

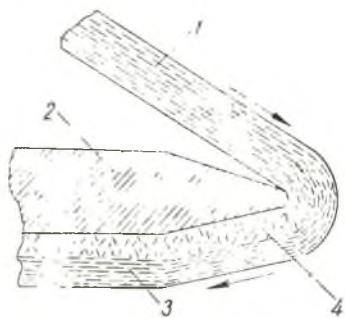
Това изискване е наложило производството на слабо разтегливи нишки с голяма обемност и равномерна вълниста къдравина.

За тази цел вискоеластичните нишки се навиват на специални носачи с изпреварване до 30% и се запарват при определена температура, време, налягане. Слабо еластични нишки се получават и по непрекъснат начин чрез повторно въздушно нагриване на основните машини за лъжлив сук.

При повторното топлинно въздействие структурата на елементарната нишка наново се изменя. Това изменение се фиксира, вследствие на което се увеличава обемната устойчивост на готовите дрехи. Този вид нишки не се подлагат на усукване и свиване.

За получаване на обемни нишки с малка еластичност има още четири метода, предлагани от различни фирми — производителки на машини и съоръжения. Те ще бъдат разгледани през време на лабораторните занятия.

*Обемиране чрез остър ръб, пресоване и зъбни колела.* По тези три метода могат да се обемират всички термопластични химични коприни. Структурните изменения в нишките настъпват при повишена температура и триене на нишките върху остър метален или керамичен ръб (фиг. 71). Част от нишката 1, която се трие от острието 2, е подложена на натиск 4, а външната част 3 — на опън. Ориентираната структура на полимера след контакт с острието заема неравновесно състояние, като голяма част от

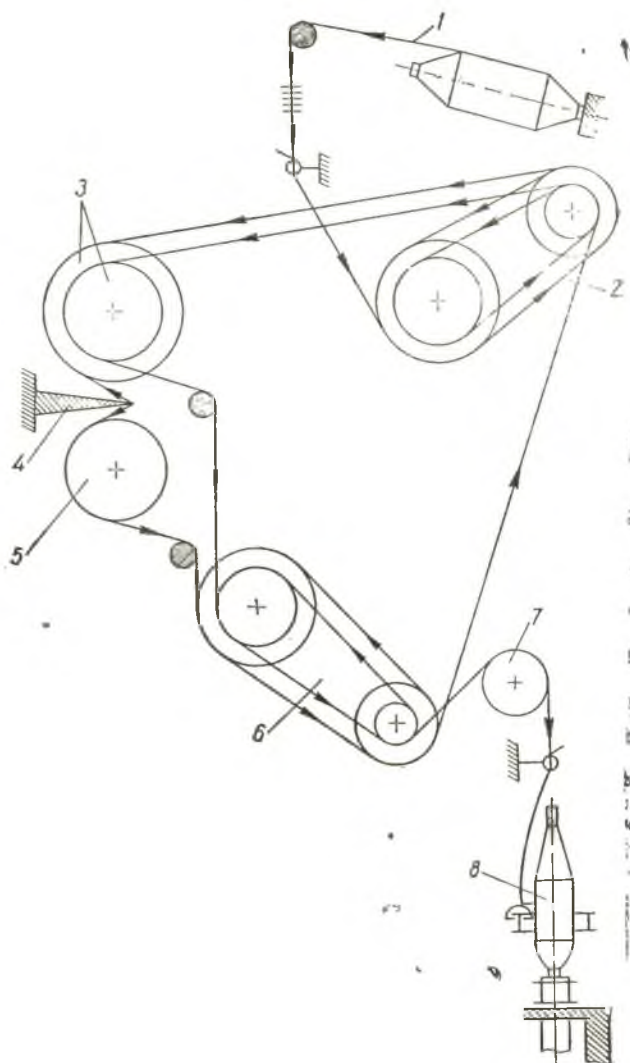


Фиг. 71. Обемиране чрез остър ръб. Принципна схема

макромолекулите, които се намират от вътрешната страна на нишката, застават перпендикулярно на оста ѝ. Бързото охлаждане под точката на остъкляване фиксира това напрегнато (деформирано) състояние на полимера.

За обемиране на този принцип са конструирани многобройни машини. Ние ще разгледаме схемата само на една от тях (фиг. 72).

Нишката 1, развиваща се от рингова шпула или конусна бобина, обвива няколко пъти подхранващите цилиндри 2, минава през нагревателните барабани 3, деформира се от ножа 4 и се фиксира



Фиг. 72. Технологична схема на машина за обемане с остър ръб и пресукване

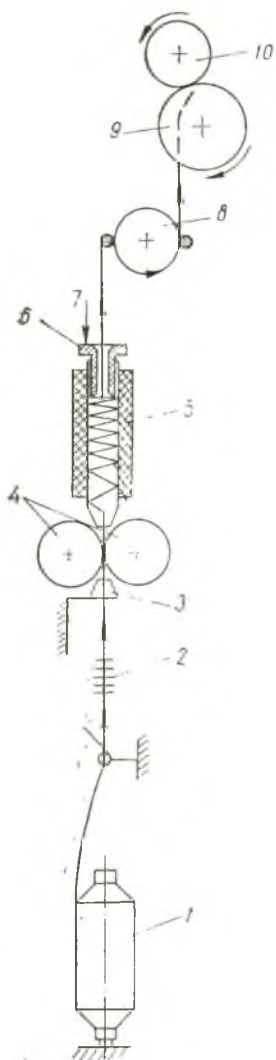
върху охлаждащия барабан 5. Заздравената нишка минава през двойните ролки 6 и предния цилиндър 7 и се пресуква с обикновено рингово вретено 8. Деформираната, фиксирана и по-късно пресу-

кана многофиламентна нишка има по-малка обемност и еластична разтегливост. Придадените къдравини са устойчиви и позволяват преработването на нишките по трикотажен начин за горни дрехи, бельо и други текстилни изделия.

Намират приложение също и машини, в които нишката преминава през предварително загрят ръб или плосък нож и такава, в които нишката се загрява преди и след преминаване през ножа.

Най-същественният им недостатък е, че острият ръб на ножа изменя формата на напречното сечение на голяма част от филаментните нишки. Страната на нишката, която се е трила върху ръба на ножа, е лентовидна със силно уплътнена структура, твърда и крехка. При багрено то почти не поема багрило, което прави невъзможно използването на такива нишки за платове. По тях се явяват неотстраними дефекти — пьстроти, светли колани. Чрез трикотажна преработка от тях се изработват чорапи и безразмерно трико. Използват се нишки с дебелина от 20 до 70 den. Креповият ефект е около 40%. Търговското наименование на този вид нишки е ейджилон.

Обемирането чрез пресоване е друг начин за накъдряне на термопластичните химични влакна. За тази цел се използват машини, които работят на следния принцип (фиг. 73). От конусната бобина 1 нишката през нишководача и специалния контролно-опъващ механизъм 2 навлиза в нишководача 3, който има формата на фуния, и подава нишката близо до контактната повърхнина на валците 4, които от своя страна я нагнетяват в кухия цилиндър 5, който е нагрят. Поради разликата в скоростта на подхранващата двойка и налягането на масата 7, а отчасти и от триенето в стените на кухия цилиндър нишката в тръбата се смачква. Получените от пресоването гънки по нишките след нагриването се фиксират. Къдравината зависи от големината на триещите сили на нишките върху стените на цилиндъра, масата и температурата на втулката 6, времетраенето на пресоването, силата на издърпването на деформираната нишка, скоростта на охлаждането и др. Афинитетът към багри-

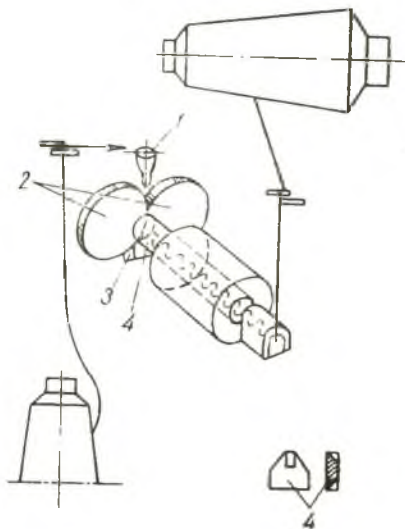


Фиг. 73. Схема на съоръжение за обемиране чрез пресоване в цилиндър

линдъра, масата и температурата на втулката 6, времетраенето на пресоването, силата на издърпването на деформираната нишка, скоростта на охлаждането и др. Афинитетът към багри-

лата се увеличава, ако преди обемирането нишките се намокрят с вода.

**Обемиране чрез пресоване в правоъгълна камера.** Комплексната нишка чрез фуниообразния нишководач 1 (фиг. 74) се подава почти до контактната линия на подхранващите дискове 2, които отчасти смачкват някои от филamentите в нишката и предизвикват вътрешни напрежения. Допълнително нишката се деформира чрез клина 3, поставен на 45—60° между подхранващите дискове. Така нишката навлиза в правоъгълния канал 4 с широчина около 2 mm, където силно се пресова при температура 180—190°C. При излизането тя бързо се охлажда, при което се фиксират получените къдравини. Скоростният режим на работа при 10—15% еластично удължение и 30% крепов ефект е около 300 m/min.



Фиг. 74. Схема на съоръжение за обемиране в правоъгълна камера

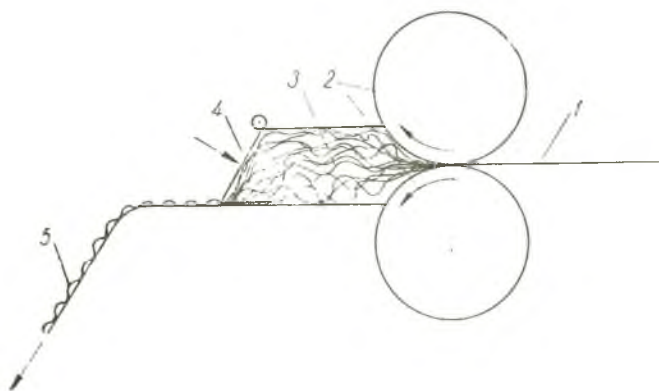
Получената по този метод крепирана нишка има голяма неравномерност на обемния ефект; престояването на нишката в канала при висока температура води до структурни изменения. Преработват се нишки с дебелина от 20 до 6,6 *tex* ( $Nm = 50 \div 150$ ).

В производството и търговията нишките, произведени по този метод, са известни под следните патентни наименования: Текстра-лайда гарус коур, Кримп текста, Бан-лон, Бан-граф (САЩ), Гофрон (СССР), Ейджилон, Новолон (Чехословакия) и др., и са предназначени главно за килими, мебелни платове и други по-груби текстилни изделия.

На фиг. 75 е показано схематично съоръжението за обемиране с голяма производителност. Многобройните филamentни нишки 1 от шпулните бобини или от гатера на сновило се поемат от валците 2, като горният от тях се загрява. Затопленият слой от нишки се нагнетява в продълговатата камера 3. Шарнирно закрепената пластинкова клапа 4 определя усилието на смачкване, а оттам и степента на накъдряне. Излизаният слой от нишки 5 се навива на общо кросно или на отделни бобини.

Например при обемиране на полиамидна коприна 31 × 1000 *den* за 8 h производителността на машината е около 240 kg. Преработват се нишки с дебелина от 200 до 5000 *den*. Това са предимно много груби нишки със силно неравномерен ефект на къдравина.

При този начин на едновременно смачкване на голям брой нишки настъпва неотстранимо объркване, което значително затруднява работата и още повече влошава качеството на обемираните нишки.



Фиг. 75. Схема на съоръжение за обемиране на коприва във вид на основа

Те са предназначени за изработване на килими, мебелни платове, горно облекло, груби чорапи и технически изделия. Преработват се главно полиамидни и полиестерни коприни и се наричат спънайз. Структурата и обемността на нишките прилича на тези, получени чрез прекарване през остър ръб, които се наричат аджилон.

*Обемиране чрез зъбни колела.* Накъдрянето на копринените нишки в една равнина с тяхната извитост може да се постигне чрез изменение на температурата на подаващите валци и зъбните колела и скоростта на преминаване на нишката през тях. На фиг. 76 е дадена принципната схема на съоръжение за обемиране със зъбни колела. То може да се включи в процеса след изтеглянето на химичните влакна, при което се получат направо силно накъдрени кабели без прекъсване на процеса.

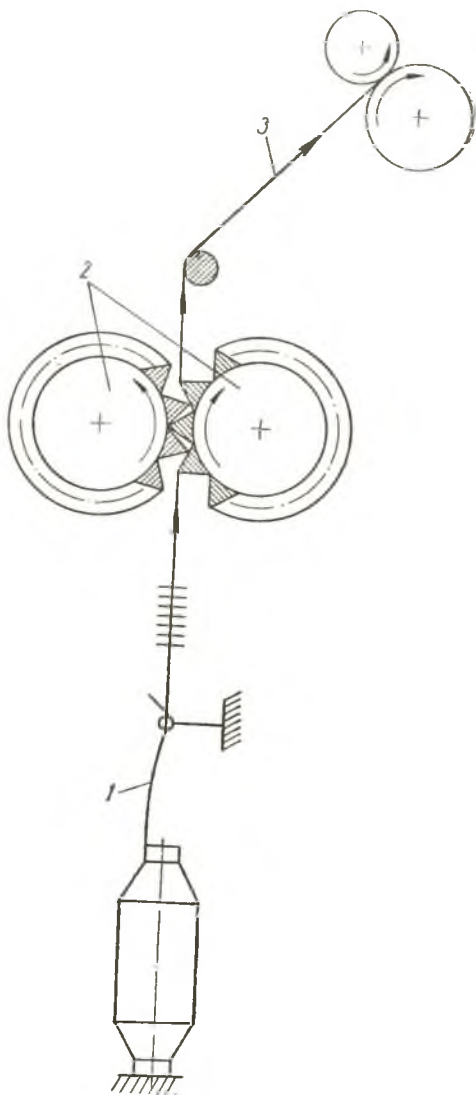
*Обемиране чрез плетене и разплитане.* Схемата на съоръжение, построено на този принцип, е показана на фиг. 77. Нишката от бобината 1 навлиза в работната глава на кръглоплетачната машина 2, в която се изплита ръкавът 3 с определена гъстина и височина на бримковия ред и стълб. Чрез валците 4 ръкавът се намотава на барабан 5, след което се подава в камерата 6 за термофиксирание с наситена пара. С помощта на механизми, задържащи разплитания се ръкав, нишката се навива във вид на гранчета или бобини 7. Еднопроцесният метод има голяма производителност (над 300 m/min). Преработват се всички видове термопластични коприни (полиамидни, полиестерни, полиакрилонитрилни); възможно е частично обемиране и на преди от щапелни влакна. Вискозните, памучните и ленените прежди се използват за изработ-

ване на плетива, като предварително се напояват със специални апрети и се изсушават. След разплитането такива прежди наново се плетат и се получават изделия с приятен външен вид. Получените по този метод обеми коприни и прежди се наричат кринкъл. Използват се за изплитане на пуловери, жилетки, спортни комплекти, дебели чорапи и др.

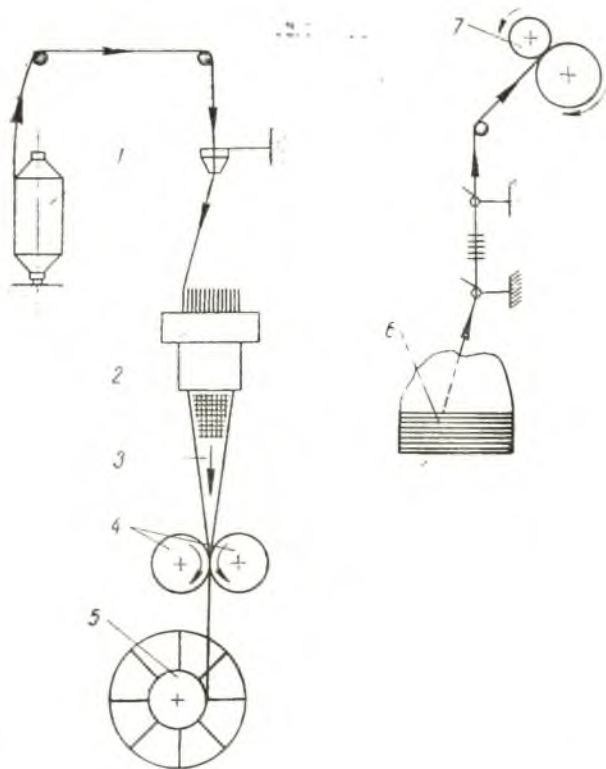
*Обемиране чрез пресукване и разделяне.* Първите патенти за такъв начин на обемиране са дадени още преди 35 години в САЩ и Швейцария. Главната трудност идва от усложненията, които настъпват при разделянето на двете нишки (измества се точката на разделянето, което спира процеса на обемиране).

На фиг. 78 е дадена схемата на машина за обемиране чрез пресукване — разделяне. Двете нишки се отмотават от бобините или шпулите 1 и се поемат от двете двойки подхранващи валци 2, които имат синхронизирано задвижване. Преди навлизането на двете нишки в камерата 3 те получават допълнително действителен сук, обратен на предачния. От топлината в камерата деформацията на нишките вследствие на усукването се фиксира. Затоплената нишка бързо се охлажда в камерата 4. Разделянето на двете усукани нишки се извършва от механизма 5, който осигурява мястото на разделянето чрез променливо опъване на двете нишки.

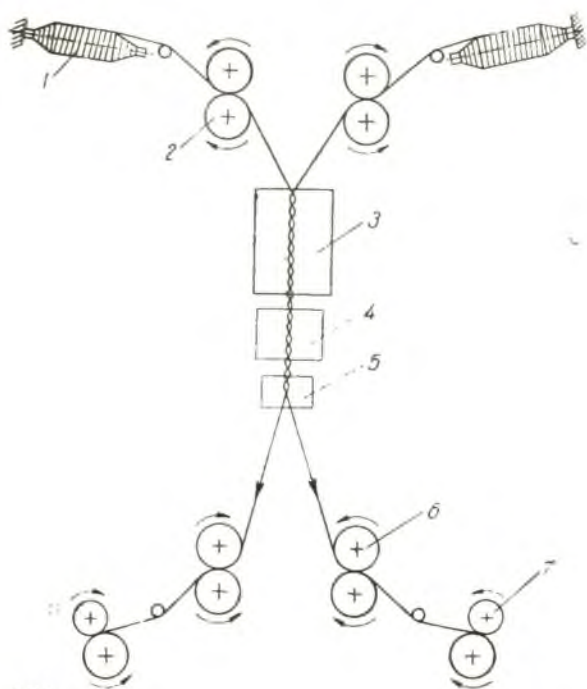
Този начин на обемиране е подходящ само за тънки коприни с дебелина 20—30 den.



Фиг. 76. Принципна схема за обемиране със зъбни колела



Фиг. 77. Схема на съоръжение за обемиране чрез плетене и разплитане



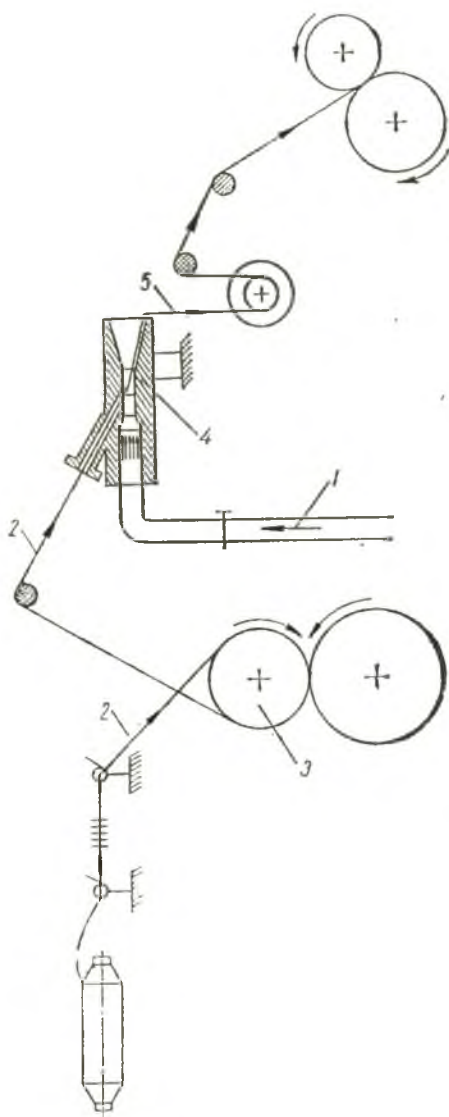
Фиг. 78. Схема на съоръжение за обемиране чрез сукусуване и разделяне на нишките

*Аеродинамичен метод на обемиране.* Под действието на изтичащ с голяма скорост и налягане флуид филаментните нишки със или без сук силно се разбърват, от което настъпва хаотично преплитане и образуване на неконтролирани бримкоподобни фигури. От това механично въздействие се получава високообемна нишка. Нейната дължина се намалява с 8—20%, а обемът ѝ се увеличава до 150% от изходното състояние. Тази голяма обемност може да се придаде не само на термопластичните химични влакна и коприни, но и на много други влакна с малка дължина.

На фиг. 79 е дадена скица на аеродинамичен уред за обемиране на коприни и прежди.

През отвора 1 се подава състен флуид, който при изтичането си от стеснението получава турбулентно движение. Нишката 2 се подава под известен ъгъл и попада в ядката на вихъра. За да настъпи механичното ѝ разделяне на елементарни нишки, в тази зона тя трябва да бъде в неопънато състояние, което улеснява преплитането и обемирането ѝ. Нашите опити са показали, че при използването на топъл въздух и особено на прегрята пара свободно образуваните бримкоподобни къдравини имат по-устойчива обемност, вълнеподобен вид и мекота на пипане. Последното е свързано със сложни структурни изменения, които се проявяват с намаляване на абсолютната твърдост на полиамидната коприна.

В случай на едновременно подаване на две различни по свойства и цвят нишки с различни скорости до 100 m/min се получават нишки с различни ефекти.



Фиг. 79. Схема на аеродинамичен уред за обемиране на коприни и прежди

Този метод на обемиране е свързан с големи капиталовложения и голям разход на пара или електроенергия за съгъстен въздух. По външен вид нишките приличат на прежда от шапелни влакна, но имат по-голяма равномерност на всички показатели.

В производството така обемираните предимно полиамидни нишки се наричат таслан. От тях се изработват жилетки, пуловери, джемъри, килими, мебелни платове, технически изделия, облицовки на автомобили, амбалаж и др.

*Смесени високообемни нишки.* Този вид нишки се образуват при производството на такива химични коприни, които още след овлажняването получават максимална обемност и свиваемост без механично преработване. Това е възможно, като се използват предачни дюзи с два сектора на овлажняване и с два вида полимери.

Те се срещат преди дюзата и я напускат като обща нишка, съставена от несмесените помежду си полимери (те са слепени само в местата на допиране в изходната част на дюзата). Съединяването на двата компонента става на границите на фазите, т. е. в момента на превръщането на стопилката в нишка. Получената нишка се състои от полимери с различни свойства и с възможност за свиване. Свиваемостта може да се прояви при подходяща температура и сух въздух или пара в различните степени от режима на третиране.

По този метод се произвеждат обемни нишки с малка еластичност, като се овлажняват едновременно полиамид и полиакрилонитрил. Обемната двукомпонентна смес се използва за изплитане на жилетки, пуловери, спортни комплекти, а също така за производство на различни видове килими и подови настилки.

Освен описаните методи за производство на високообемни нишки голямо бъдеще имат и химичните методи за обемиране на различните видове коприни и шапелни влакна чрез обработването им с различни средства.

*Комбиниранни високообемни нишки.* За подобряване на санитарно-хигиенните свойства на химичните коприни и шапелните влакна съвместно се преработват хидрофобни и хидрофилни полимери.

Високообемни нишки се получават чрез съединяване и пресушване. При топлинното обработване се появява разлика в свиваемостта, в резултат на което се получават обемност и вълненоподобен вид.

## НЯКОИ СВОЙСТВА НА ВИСОКООБЕМНИТЕ НИШКИ

Независимо от предназначението на нишките техни основни показатели, които характеризират свойствата им, са обемността и еластичността.

Освен тях се определят здравината, удължението, броят на суковете, свиването във вряща вода, влагопоглъщаемостта, багрилната способност и др.

Еластичността на високообемните нишки се характеризира със степента на деформация на елементарните нишки, с модула от първи род, с коравината, дебелината, дълбочината и формата на къдравините и броя им на определена дължина. Изброените характеристики се разглеждат и определят в лабораторните упражнения.

Еластичността се определя също чрез разтегливостта на високообемните нишки и трайността на къдравините и формата им след натоварване на опън.

Къдравината може да се пресметне по следния начин:

$$K = \frac{l_2 - l_1}{l_2} 100 \%,$$

където  $l_1$  е дължината на обемирана елементарна нишка, равна на 20 mm;

$l_2$  — дължината на същата нишка в опънато състояние, mm.

Разтегливостта  $P$  на високообемните нишки се определя по следната формула:

$$P = \frac{L_1 - L_0}{L_0} 100 \%,$$

където  $L_1$  е дължината на нишката след натоварване с маса равняваща се на 1000 m дължина от нишката, в продължение на 15 s;

$L_2$  — първоначалната дължина на нишката, равна на 100 mm.

За дебелината на високообемните нишки се съди по формата на къдравината, броя на извивките и дълбочината им.

При класическото обемиране на еластик и хеланка на 1 cm се наброяват до 54 извивки, а при пресованите — по-малко от 19.

За високообемни преди с висока степен на къдравина, разтегливост и обемност обикновено се използват елементарни нишки с максимална тънкост. При увеличаване на дебелината всички показатели се влошават.

Като съществени дефекти на високообемните нишки се смятат прошарването при багрене, извитостта, разрошването и неправилното бобиниране.

Прошарването на колани и зебростта са неотстраними дефекти върху готовите дрехи. Те се предизвикват от нееднородността в свойствата на изходния полимер, нееднаквостта на къдравините, промяната в скоростта при пресукването и неравномерното доставяне на нишка. Съществено влияние върху тези дефекти оказва неспаждането на топлинния режим и времетраенето на фиксацията и охлаждането.

Разрошването на елементарните нишки се предизвиква главно от триенето в процеса на обемирането и следващите механични обработки. Стърчащите от нишката разкъсани фибрили затрудняват

переработката и влошават качеството на изделията, изработени от тях.

Пренамотаването и бобинирането на високообемните нишки може да стане източник на допълнителни дефекти.

## ВИСОКООБЕМНИ ПРЕЖДИ

Изработването на високообемни прежди може да се извърши по различни начини, но във всички случаи те се състоят от смес на щапелни влакна с малка и голяма свиваемост. Топлинната обработка на двуконпонентната смес най-често се извършва с прегрята пара в автоклави или по непрекъснат начин. Високата температура (за ПАН около  $125^{\circ}\text{C}$ ) предизвиква скъсяване на дължината на единия компонент, който от своя страна намалява дължината на несвиваемия компонент. Върху преждата отделните елементарни влакна в някой случаи образуват силно преплетени малки бримки, които значително увеличават общата ѝ дебелина.

Компонентът в сместа, който силно се свива, трябва да бъде термопластично химично влакно. След овлажняването кабелът се изтегля до 1,75 пъти в нагрятото състояние и опънът се фиксира. След изпридането при подходяща температура и среда влакната се стремят да заемат първоначалната си форма и размери.

Високосвиваемият компонент може да се получи също на щапелиращите машини Тематекс, Турбо, Зайдел или по химичен начин, като се прибавят различни химични групи, които предизвикват във влакната висока свиваемост. Такива са съполимерните влакна.

Перспективното направление за получаване на високосвиваеми влакна по химичен начин не изисква специална технологична екипировка, както при топлинната обработка на готовата прежда или на изделията от нея.

За подобряване на хигиенните свойства на химичните влакна освен химични влакна с различна свиваемост могат да се използват и несвиваеми компоненти, като вълна, памук и вискозни влакна.

В зависимост от изискванията за степента на обемния ефект съотношението на компонентите в сместа е 40—60% свиваеми и 60—40% несвиваеми влакна.

Максималната обемност на преждата зависи не само от свиваемостта на влакната, но от разликата на свиваемостта на свиваемите и несвиваеми компоненти в сместа.

На практика първите влакна имат свиваемост от 17 до 35%, а слабо свиваемите — от 2 до 5%. След обемирането обемът на преждата нараства с около 10—38% в сравнение с изходната.

За производство на високообемни прежди най-много се използват полиакрилонитрилни влакна с дебелина 333 *mtex* ( $Nm=3000$ ) и 555 *mtex* ( $Nm=1800$ ). За нуждите на трикотажната промишленост

около 99% от производството на полиакрилонитрилни влакна с дебелина 333 *tex* се преработват на обемни прежди.

Изпридането на високообемни прежди се извършва чрез съкратената технология за камгарно предене на вълнени влакна. След модернизирание на памукопредачните машини стана възможно успешно да се прилага памукопредачната технология за влакна с дължина до 75 mm, при което се получават високообемни прежди с ниска себестойност.

### **ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВЪРХУ НЯКОИ СВОЙСТВА НА ВЛАКНАТА В ПРОЦЕСА НА ОБЕМИРАНЕ**

Поради задоволителните санитарно-хигиенни свойства на високообемните прежди и коприни в последните години с бързи темпове се увеличават инсталираните производствени мощности за обемирање. Това наложи провеждането на многобройни и всестранни изследвания на изясняване на факторите, влияещи върху свойствата на високообемните влакна при производството им.

Най-многобройни са изследванията за влиянието на температурата върху полимерите.

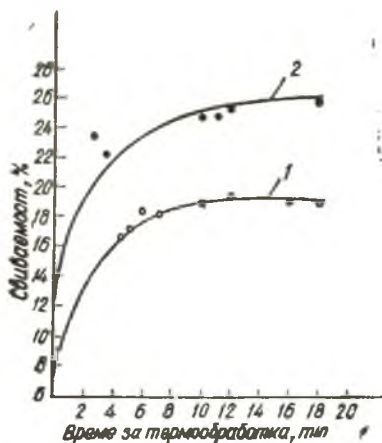
Химичните влакна, предназначени за несвиваем компонент във високообемната прежда, имат силно напрегната структура вследствие на изтеглянето и усилията при накъсването. В машините, предназначени за релаксиране на влакната, се поддържа определена висока температура. Под влиянието на топлината се засилва топлинното движение на молекулите, поради което значително намаляват силите на междумолекулното взаимодействие. В някои участъци свободно движещите се молекули се дезориентират, което се проявява чрез намаляване на дължината на влакната и увеличаване на напречното им сечение. Това свойство на химичните влакна се използва за получаване на несвиваемия компонент в сместа при производството на високообемни прежди.

Топлинната обработка с топъл въздух или пара трябва да осигури в най-голяма степен свиване на влакната (останалата потенциална свиваемост трябва да бъде не повече от 2—3%). При това не трябва значително да се намаляват здравината и удължението на несвиваемия компонент.

На фиг. 80 е показано изменението на свиването на полиакрилонитрилните влакна в зависимост от времетраенето на топлинната обработка. От фигурата се вижда, че са достатъчни 12—15 min, за да се достигне максималната свиваемост. Запарването след 12 min не води до значително нарастване на свиваемостта.

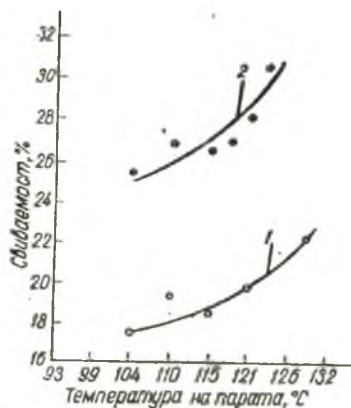
Увеличаването на температурата до 130°C предизвиква следните изменения във влакната (фиг. 81): единичните щапелни влакна се свиват от 20 до 26%; напречното им сечение става почти двойно; появяват се многобройни пукнатини по повърхността им; здрави-

ната намалява, но се увеличава удължението. Тези изменения при топлинната обработка могат да се обяснят със структурните изменения, настъпващи във влакната. С повишаване на температурата до определена граница гъвкавостта на верижните молекули на-



Фиг. 80. Изменение на свиваемостта в зависимост от продължителността на топлинната обработка на полиакрилонитрилни влакна:

1 — куртел; 2 — екслан



Фиг. 81. Свиваемост на полиакрилни влакна в зависимост от температурата на парата:

1 — куртел; 2 — екслан

раства и води до намаляване на силите на междумолекулното взаимодействие.

За различните видове полиакрилонитрилни влакна оптималната температура за обемиране е различна (от 115 до 130°C). В този температурен интервал комплексните физико-механични и химични свойства малко се изменят.

#### Физико-механични свойства на високообемните прежди и коприни

Понастоящем преработването на кабелите и на щапелните влакна до готова прежда все още се извършва на обикновените предачни машини за вълна и памук. Смесването на двата компонента — свиваем и несвиваем, изравняването на лентите по дебелина, дублирането и изтеглянето се извършват на модернизирани изтеглящи машини.\*

От казаното се разбира, че голяма част от методите за изследване на химичните високообемни прежди и коприни са същите, както и при класическите текстилни влакна, прежди и коприни.

\*Понастоящем преработката на високообемните прежди се състои в пренамотаване на бобини, пресукване и гранковаване.

След изпридането на двата компонента преждата се подлага на топлинна обработка в автоклави или по непрекъснат метод чрез пара. За полиакрилонитрилните прежди най-висока обемност се получава при третиране с пара при налягане 0,2 МРа и температура 115—120°C в продължение на 20 min. (Този процес се съкращава близо три пъти при непрекъснатия метод на обемиране.)

Под действието на парата и температурата в преждата и в структурата на елементарните влакна настъпват съществени изменения. Дебелината на преждата нараства с 25—50%. Здравината на различните прежди намалява 2—3 пъти, а удължението нараства 2—3 пъти. Значителното намаляване на здравината на преждата не е пречка същата да се използва за изработването на трикотажни изделия, плетива и платове. Това се дължи на голямата ѝ първоначална здравина.

Първоначалната здравина може да се запази чрез периодично подаване и отнемане на парата. При такъв режим на топлинна обработка значително се намаляват деструкционните процеси във влакната.

Много от свойствата на високообемните прежди съществено се изменят в зависимост от суковия коефициент, т. е. от броя на суковете на единица дължина и дебелината на преждата.

За масовите трикотажни изделия се използват главно прежди с дебелина от 18,5 до 29,4 *tex*. Те имат суков коефициент от 58 до 70. Увеличаването на суковия коефициент до 85—90 рязко намалява обемността (с около 90%). При това здравината на високообемната прежда не се увеличава

## ГЛАВА ПЪРВА

ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ И НЯКОИ ДРУГИ СВОЙСТВА  
НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ

↓ Платовете, а след тях и трикотаажните текстилни изделия се произвеждат в голямо разнообразие. Практически платовете и трикотаажът се категоризират според суровините, от които са изработени, структурните особености, апретурната и багрилната обработка, предназначението и т. н.

## КОНСТРУКЦИЯ, ГЕОМЕТРИЯ И МАСА НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ

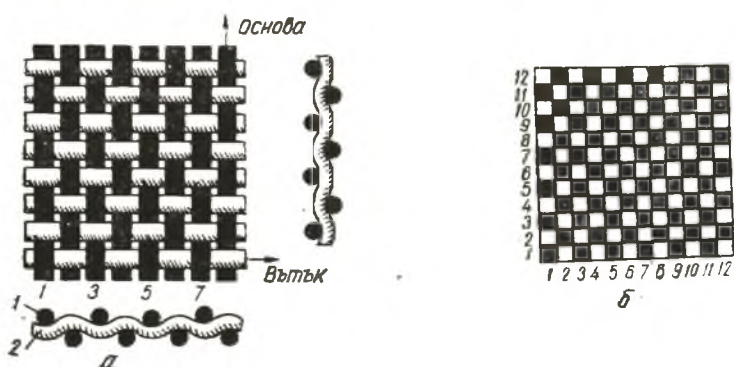
Образуването на конструкцията на платовете се осъществява чрез преплитането на две системи нишки — основа и вътък. Основните нишки са успоредно разположени помежду си и се простират по дължината на плата. Вътъчните нишки са също успоредно разположени помежду си, но се простират по широчината на плата. По определен ред двете системи нишки се преплитат под прав ъгъл една спрямо друга. Редът и начинът, по който се преплитат основните и вътъчните нишки в плата, се наричат сплитка, а машините, на които се изработват платовете — тъкачни станове.

Създаването на платовете изисква проектиране и записване на параметрите им. Това се постига, като сплитката се изобразява върху мрежеста хартия, на която основните нишки се отбелязват с черни линии, а вътъчните — с бели. Там, където основните нишки излизат над вътъчните, се отбелязва пълно квадратче, а там, където вътъчните нишки излизат над основните, се оставя празно квадратче. Преплитането на основните и вътъчните нишки в платовете може да стане по най-разнообразен начин, поради което съществуват многобройни (хиляди) комбинации на основните сплитки.

Начинът на преплитането на нишките (основни и вътъчни) в дадена сплитка се повтаря многократно по широчината и дължината на плата. Групата основни или вътъчни нишки и преплитането, което се повтаря последователно и непрекъснато в плата, се нарича повтор на сплитката.

Платовете получават от сплитката специфичен строеж и външен

изглед. Сплитките с малки повтори придават по-еднороден строеж и по-еднообразен външен вид на платовете. Обикновените платове се образуват от една основна и една вътъчна система, докато сложните платове имат две или повече основни и вътъчни системи. В



Фиг. 82. Сплитки:  
*а* — схема на тъкачна сплитка; *б* — изображение на тъкачна сплитка

зависимост от това платовете имат различна конструкция (строеж), външен вид и свойства — физико-механични, експлоатационни и санитарно-хигиенни.

При тъкането на платовете основните и вътъчните нишки изменят своята праволинейна форма във вълнообразна (фиг. 82 *а*). Големината на огъването на основните нишки определя процента на вътъкването по основа, а големината на огъването на вътъчните нишки — свиваемостта на плата по вътък.

Сплитката е основният елемент в конструкцията и строежа на платовете. Елементарните сплитки се наричат единични и с тях се образуват платове с една основна и една вътъчна система. Тези сплитки биват първични и производни. Освен тях има и т. нар. усиленни сплитки, при които платът се образува от няколко основни и вътъчни системи, характеризиращи се с фигури или мотиви с големи повтори.

Изобразяването на сплитките става на специална мрежеста хартия, по която има начертани големи и малки квадратчета (фиг. 82 *б*). Според броя на малките квадратчета, които се побират в големите квадрати, се определя отношението на разграфяването на мрежестата хартия.

Основните нишки се изобразяват с вертикални успоредни линии, като интервалът между две съседни линии означава една основна нишка. Вътъчните нишки се изобразяват с хоризонтални успоредни линии, като интервалът между две съседни линии означава една вътъчна нишка. Вътъчните нишки се номерират отдолу нагоре, а основните — отляво надясно.

Сплитката се изобразява върху мрежеста хартия чрез пълни и празни квадратчета. Когато дадена основна нишка излиза над вътъчната, тогава имаме основен свързвателен пункт, който се отбелязва върху мрежестата хартия с пълно квадратче или друг знак. Когато вътъчната нишка излиза над основната, имаме вътъчен свързвателен пункт, което се отбелязва с празно квадратче или друг знак.

Когато една основна нишка минава без прекъсване над две или повече вътъчни нишки, имаме основно флотирание. На мрежестата хартия основното флотирание се отбелязва с последователни пълни квадратчета. Когато една вътъчна нишка минава без прекъсване над две или повече съседни нишки, имаме вътъчно флотирание, което се изобразява на мрежестата хартия с няколко последователни празни квадратчета.

Редът, по който се прокарват основните нишки в оквата на нишелковите копчета за дадена сплитка, се нарича вдявка. Броят на необходимите нишелки зависи от сплитката и основната гъстина. За дадена сплитка са необходими най-малко толкова нишелки, колкото са разносвързващите основни нишки в повтор на сплитката. При по-големи основни гъстини, когато всички основни нишки не могат да се вдянат в наличните нишелкови копчета на нишелките, броят на последните може да се удвои или утрои, обаче такива нишелки трябва да се издигат и спускат заедно.

Различават се следните видове вдявки: последователна, върхова, пречупена и др. На мрежестата хартия вдявката се отбелязва над или под сплитката. Свързването на нишелките с ексцентриците се отбелязва отдясно на вдявката. Преместването на нишелките при последователното образуване на устата за дадена сплитка се отбелязва отдясно на сплитката.

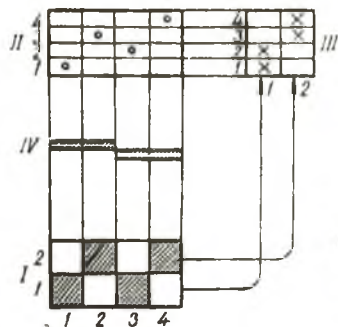
Мрежеста хартия, на която са нанесени сплитката, вдявката, свързването на нишелките и редът на тяхното издигане, се нарича тъкачна рисунка (фиг. 83, 84, 85).

*Строеж и повтор.* Многобройните видове сплитки, които се използват за съединяване на основата и вътъка при образуването на платовете, се характеризират с повтор на си. Различават се повтор по основа и вътък и повтор на сплитката като цяло.

Повтор на сплитката по основа  $R_0$  се нарича най-малкият брой основни нишки, след които редът на преплитането с вътъчните нишки се повтаря.

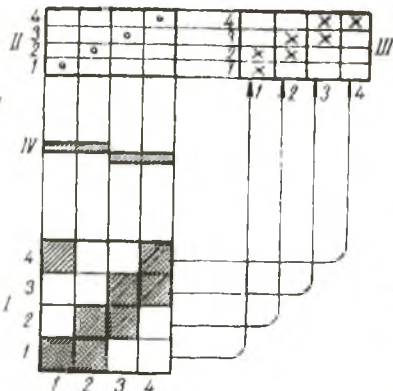
Повтор на сплитката по вътък  $R_n$  се нарича най-малкият брой вътъчни нишки, след които редът на преплитането с основните нишки се повтаря.

Изместването на свързвателните пунктове е вертикално  $S_0$  — по посока на основните нишки, и хоризонтално  $S_n$  — по посока на вътъка. Изместването по вертикалата характеризира взаимното положение на едноименните единични свързвателни пунктове, които се намират на две съседни основни нишки, а хоризонталното измест-

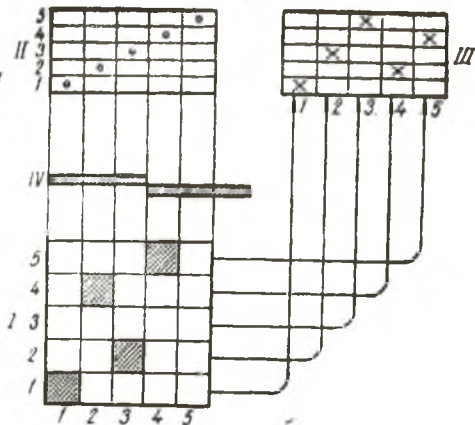


Фиг. 83. Тъкачна постановка на сплитка лито:

*I* — вид на сплитката; *II* — вдяване в нишелките; *III* — ред за повдигане на нишелките; *IV* — вдяване бърдото



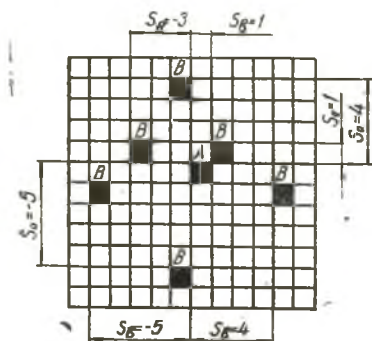
Фиг. 84. Тъкачна постановка на сплитка кепър



Фиг. 85. Тъкачна постановка на сплитка атлаз

ване — взаимното положение на едноименните единични свързвателни пунктове на две съседни вътъчни нишки.

При изместването на свързвателните пунктове се поставя знак, който показва посоката на броенето. Изместването по основа  $S_0$  се смята за положително при броенето от изходния пункт нагоре и отрицателно — при броенето от изходния пункт надолу. Изместването от вътък  $S_n$  се смята за положително, когато от изходния свързвателен пункт се брои надясно, и отрицателно — при броенето наляво.



Фиг. 86

Онагледяването на изместването и реда на броенето е показано на фиг. 86. На нея са дадени свързвателният пункт  $A$ , приет за начален свързвателен пункт, и съответният начин и знак.

### Основни сплитки

Основни сплитки са тези, при които в границите на повтора на всяка основна или вътъчна нишка има едноименни единични свързвателни пунктове (единични основни свързвателни пунктове между други вътъчни пунктове или единични вътъчни свързвателни пунктове между други основни пунктове).

Основните сплитки често се наричат главни или фундаментални, защото с тях се изработва по-голяма част от платовете. Също така чрез различни изменения и комбинации от тях се създават нови сплитки.

В основните сплитки повторът по основа е равен на повтора по вътък  $R_0 = R_n$ . От това логически следва, че в тях всяка основна нишка се свързва в повтора само с една вътъчна нишка и обратно. Следователно броят на основните нишки в повтора трябва да бъде равен на броя на вътъчните нишки.

Параметрите, които определят особеностите в конструкцията на основните сплитки, са повторът  $R$  и изместването на единичния свързвателен пункт  $S$ .

От векове са известни трите разновидности на основните сплитки: лито, кепър и атлаз.

**Сплитка лито.** Тя се характеризира с това, че повторът по основа и вътък е равен на две, а изместването на свързвателния пункт — на единица:

$$R_0 = R_n = R = 2$$

$$S_0 = S_n = 1$$

На фиг. 87 е дадена схема на тъкачна сплитка лито,

От всички възможни комбинации на сплитки сплитката лито осигурява най-голяма здравина на платовете. Това се дължи на възможността да се осъществяват най-голям брой свързвателни пунктове между основните и вътъчните нишки. Освен това сплитката лито е двулицева, като от двете страни на платовете броят на основните и вътъчните свързвателни пунктове е еднакъв. Преди апретурната обработка платовете от двете страни имат еднакъв външен вид.

У нас се произвеждат в сплитка лито над 100 млн. m различни видове платове. Тъкат се басми, хасета, батиста, маркизет, поплин, тафта, зефир и др. Във вълнената промишленост със сплитката лито се тъкат различни сукна, костюмни платове, в копринената (за естествена и химична коприна) — крепдешин, крепжоржет, копринени платове и др. В сплитка лито се изработват почти всички платове за технически цели — за транспортни платна, ремъци, литографско сукно, сукно за хартиената промишленост, филтърни ръкави за мините, за други филтри, корабни платна и за авто- и авискордно платно.

**Сплитка кеър.** Тя се характеризира с това, че повторът по основа е равен на повтора по вътък, а повторът на сплитката  $R$  е равен или по-голям от 3:

$$R_0 = R_r = R \geq 3$$

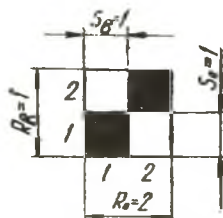
$$S_0 = S_b = \pm 1$$

Кеърът обикновено се означава с дроб. В числителя е даден броят на основните свързвателни пунктове, а в знаменателя — броят на вътъчните свързвателни пунктове на всяка нишка от основата и вътъка в повтора.

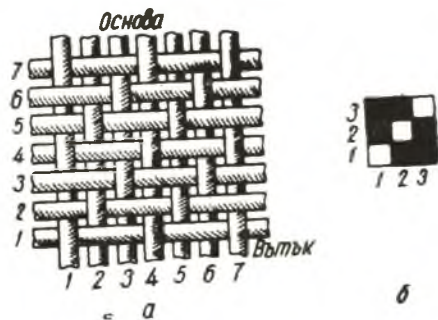
Сумата от числителя и знаменателя е равна на броя на нишките в повтора на кеърната сплитка. На фиг. 88 *a*, *b* са дадени конструктивната схема на плата и неговият повтор. Освен този начин на изобразяване има много други производни, но принципът е един и същ.

Характерното за кеърните сплитки е, че от лицевата и опаковата страна има диагонали от свързвателните пунктове.

От повтора, даден на схемата, се виждат диагоналите, образувани от единичните пунктове. Наклонът на диагонала зависи от

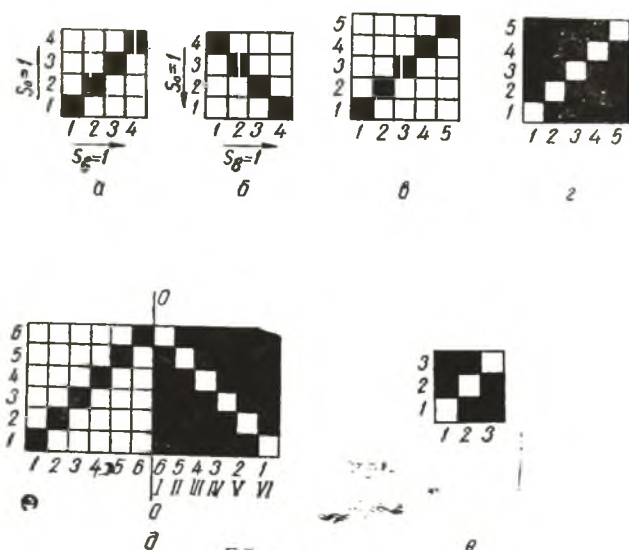


Фиг. 87. Тъкачна сплитка лито



Фиг. 88. Тъкачна сплитка кеър:  
*a* — схема на плата; *b* — повтор на сплитката

плътността на плата по основа и вътък, т. е. от броя на основните и вътъчните нишки, намиращи се на единица ширина и дължина. При еднаква плътност по основа и вътък наклонът на диагонала е  $45^\circ$ . Посоката на диагонала се определя от знака на изместването.



Фиг. 89. Различни видове кепърни сплитки

При еднакъв знак на  $S_0$  и  $S_v$  посоката на диагонала е отляво надясно и нагоре. При различен знак на  $S_0$  и  $S_v$  диагоналът има посока отляво наляво и нагоре или отляво надясно и надолу (фиг. 89 а, б, в, г, д, е). На фиг. 89 а е дадена схемата на десен кепър  $1/3$ . Построяването на сплитката и започването на повтора има за начало пресечната точка на първата основна нишка с първата вътъчна, като  $S_0 = S_v = 1$ . На фиг. 89 б е показана схема на ляв кепър  $1/3$ . Неговото построяване започва от четвъртия свързвателен пункт на първата основна нишка, като  $S_0 = -1$  и  $S_v = 1$ .

Кепърната сплитка бива два вида — вътъчна и основна. На лицевата страна на вътъчния кепър преобладават вътъчните свързвателни пунктове, а единични са основните свързвателни пунктове. На лицевата страна на основния кепър преобладават основните свързвателни пунктове, а единични са вътъчните.

На фиг. 89 а, б е показана схемата на повтора на десен и ляв вътъчен кепър  $1/3$ , а на фиг. 89 в — повторът на вътъчен кепър  $1/4$ . Повторите на основен десен кепър  $4/1$  и  $2/1$  са показани на фиг. 89 г, е.

В производството е прието лицевата страна на платовете да се изработва с кепърна сплитка, диагоналът на която е десен.

На фиг. 89 д е даден повторът на кепъра  $1/5$ , а до него — същият повтор на обратната страна на плата. Опакоето представлява плат с кепърна сплитка  $5/1$ . На лицевата част има вътъчен кепър, а на опаквата — основен.

Платове с кепърна сплитка и производните ѝ се произвеждат в големи количества. Такива са: памучните платове (чисти и смеси) — кашемир, фланела, пъстри тъкани, рибс; вълнените платове — флаконе, различни видове трико и шевиот, различни видове сукна; ленените платове — рибс кепърен, платове със специално предназначение и технически цели; копринените платове — платове от естествена вискозна, полиамидна и полиестерна коприна.

**Сплитка атлаз.** За да бъде построена сплитката атлаз, са необходими следните три условия:

1.  $R_0 = R_n = R \geq 5$ .

2.  $1 < S < R - 1$ .

3.  $R$  и  $S$  като всички числа трябва да са прости, т. е. да нямат общ делител. С третото условие се доказва, че при повтор и изместване на единичен свързвателен пункт по основа или вътък, които имат общ делител, някои основни и вътъчни нишки няма да се прекръстосат една с друга и няма да се затъчат в тъканта, т. е. ще останат извън нея. Останалите нишки в такъв случай ще образуват сплитка лито или кепър. Това лесно се доказва при съставяне на сплитка атлаз с повтор  $R$  и изместване  $S$ , които имат общ делител.

Относно второто условие е ясно, че при  $S=1$  сплитката атлаз става кепър. Чрез изразяване на повтора на една атлазена сплитка се доказва и това, че при  $S=R-1$  тя също става кепърна с ляв диагонал.

Първото условие —  $R \geq 1$ , има за основа това, че при повтор, по-малък от 5, е невъзможно да се подбере изместване на единичния свързвателен пункт, отговарящ на второто и третото условие.

От разгледаните случаи следва, че сплитка атлаз  $R=5$  може да бъде построена с 2 или 3 измествания.

Атлазена сплитка с  $R=7$  може да се построи с едно от изместванията на стойност 2, 3, 4, 5; атлаз с повтор  $R=8$  се построява с изместване 3 или 5. При  $R=6$  правилна атлазена сплитка, т. е. атлазена сплитка с постоянно изместване на единичните свързвателни пунктове, не може да се построи, тъй като при тази числена стойност е невъзможно да се подбере изместване, отговарящо на първото и третото условие.

Много често вътъчният атлаз се нарича сатен, а основният атлаз — атлаз. Подобно на вътъчния кепър на лицевата страна на вътъчния атлаз (сатен) са в повече вътъчните свързвателни пунктове, а единични пунктове са основните. В основния атлаз на лицевата страна преобладават основните свързвателни пунктове, а единични са вътъчните.

От казаното дотук се разбира, че лицевата и обратната страна на платовете със сплитка атлаз не са еднакви. Обратната страна на вътъчния атлаз представлява сплитката на основен атлаз. Вътъчния атлаз (сатен) обикновено се тъче с по-голяма гъстина на вътъка, а основният атлаз — с по-голяма гъстина на основата.

Сплитката атлаз се изразява с дроб, в числителя на която се означава повторът, а в знаменателя — изместването на единичния свързвателен пункт по вътък  $S_n$  (ако атлазът е вътъчен) или изместването на единичния свързвателен пункт по основа  $S_0$  (ако атлазът е основен).

Начина и реда за построяване на атлазена сплитка ще разгледаме чрез няколко повтора на вътъчен атлаз (сатен)  $5/2$ .

Подбираме такава мрежеста хартия, на която големите квадрати да имат по пет малки, т. е. да бъдат толкова, колкото е повторът на сплитката. Номерираще основните нишки отляво надясно и вътъчните нишки — отдолу нагоре (фиг. 90).

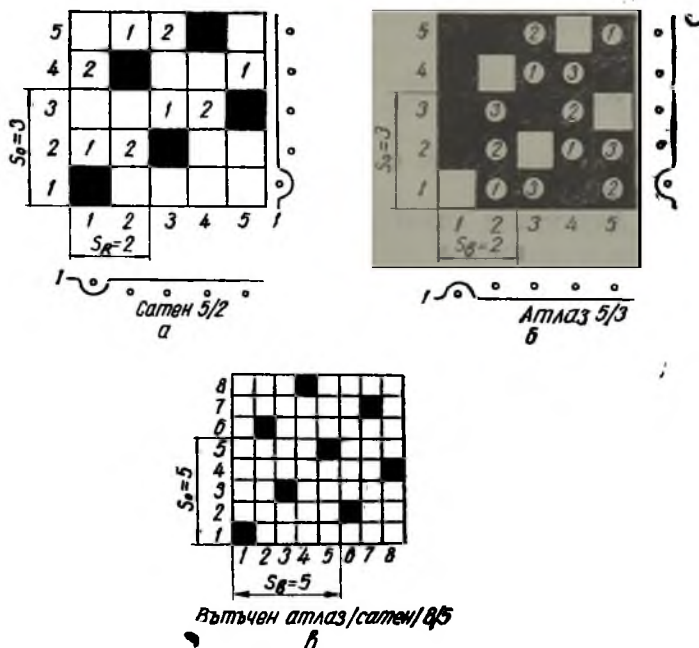
Тъй като това е вътъчен атлаз, повторът извършваме по единичните основни свързвателни пунктове. Първия основен пункт поставяме на мястото на прекръстосването на първия вътък с първата основна нишка и почерняваме първото квадратче. Знаем, че повторът по вътък е равен на две ( $S_n=2$ ), тогава следващият основен свързвателен пункт ще бъде поставен на мястото на прекръстосването на втората вътъчна нишка с третата основна нишка ( $1+2=3$ ). Ясно е, че поредният трети основен свързвателен пункт трябва да бъде поставен на мястото на прекръстосването на третата вътъчна нишка и на петата основна нишка, т. е.  $3+2=5$ , и т. н.

По такъв начин чрез прибавяне всеки път на стойността на изместването по вътък към поредния номер на основната нишка, образуваща свързвателен пункт върху предидущата вътъчна нишка, намираме поредния номер на основната нишка, прекръстосваща дадената вътъчна нишка. При такова прибавяне стойността на сумата може да стане по-голяма от повторът, което налага от нея да се извади стойността на повторът. Получената разлика показва номера на основната нишка, която прекръстосва поредната вътъчна нишка. При разглеждания от нас пример (фиг. 90 а) четвъртата вътъчна нишка трябва да прекръстоса втората основна нишка  $5+2=7$  и  $7-5=2$ .

Разглежданият дотук метод дава възможност да се построи сплитката на основен атлаз, само че в този случай единичния се явяват вътъчните пунктове и тяхното изместване  $S_n$  се отброява по посока на основните нишки. За установяване на поредния номер на вътъчната нишка, прекръстосваща дадената основна нишка, трябва към поредния номер на вътъчната нишка, прекръстосваща предидущата основна нишка, да се прибави стойността на изместването по основа  $S_0$ . На фиг. 90 б е дадена схемата за построяването на сплитка на основен атлаз  $5/3$ .

Построяването започва с вътъчния свързвателен пункт, поста-

вен на мястото на прекръстосване на първата основна и първата вътъчна нишка. Втората основна нишка се прекръстосва от четвъртата вътъчна нишка  $1+3=4$ , третата от втората вътъчна нишка  $4-3=1$  и  $7-5=2$  и т. н. При построяване на сплитката на основен



Фиг. 90. Различни видове атлазени сплитки

атлас се препоръчва още в началото да се набележат местата на единичните вътъчни прекръстосвания, като се поставят контрастни точки на съответните квадратчета. След почерняне на основните свързвателни пунктове тези знаци се изтриват.

От разгледаните досега схеми на атлазена сплитка се вижда, че единичните свързвателни пунктове — прекръстосванията, са разпределени равномерно в повтора, без да образуват рязко изразена лентовидност. Поради тази особеност в конструкцията и геометрията на сплитката изтъканите платове имат гладка повърхнина и приятен блясък.

При атлазените сплитки изместването на единичните прекръстосвания по основа и вътък по принцип не са равни едно на друго. Изключение от това правило са равносплитащите атлази. На фиг. 90 в е дадена схемата на вътъчен атлас  $8/5$ .

Изместването на прекръстосванията на сплитката атлас по основа и вътък е свързано със следната зависимост:

$$S_0 = \frac{mR + 1}{S_n}$$

където  $m$  е най-малкото цяло число, осигуряващо цяла стойност на изместване.

Чрез тази формула може по дадена стойност на изместването в едно направление да се определи стойността на изместването в друго направление, без да се построява целият повтор. Например за вътъчен атлаз  $8/3$

$$S_0 = \frac{1 \cdot 8 + 1}{3} = 3.$$

Този атлаз има еднакво изместване на прекръстосванията по основа и вътък.

Атлазената сплитка намира широко приложение при различните асортименти текстилни изделия.

### Строеж и маса на платовете

Строежът на платовете влияе съществено върху физико-механичните свойства и външния вид на текстилните изделия.

Той се предопределя в много случаи от преждите, от които е направен, вида на сплитката, плътността, параметрите на изделието и др.

От друга страна, строежът на текстилните прежди и нишки е много разнообразен. В зависимост от него те биват комплексни — слепени или усукани и пресукани, с ефекти, високообемни и т. н.

Високообемните прежди поради пухкавостта си дават изделия с малка обемна плътност.

От комплексните скатани усукани и пресукани нишки се изтъкват платове с особено гладка повърхнина, на която ясно изпъкват сплитките и фигурите. Те са порьозни, поради което имат увеличена въздухопропускливост, паропропускливост и др.

Текстилните изделия от пресукани нишки имат увеличена здравина, но това намалява възможността им да попиват различни разтвори, които се използват при избелването, багренето, печатането и др. Това от своя страна става причина за увеличаване на продължителността на цялата поредица от апретурни и багрилни обработки и за въвеждане на по-напрегнат—твърд режим на химична дообработка. Платове, изработени от меки и пухкави прежди, имат добри топлозащитни свойства, драпируемост, поемат и отдават влагата, добре вентилират човешкото тяло. Такива изделия се облагородяват химически по-лесно и по-бързо.

*Дължина в тт.* Правилното определяне на дължината на платовете още в текстилните заводи изключва възможността на недобросъвестни постъпки впоследствие.

Дължината се измерва върху равнина, не по-къса от 3 m, или на автоматични мерилни машини с механизми за стандартно опъване на платовете. Микроклиматът в мястото на мерене и навиване на

платовете трябва да бъде нормален. На една опаковка с дължина над 10 m се извършват най-малко две измервания.

**Широчина.** Тя се измерва автоматично едновременно с дължината като се вземат пред вид допустимите по стандарт отклонения.

**Дебелина.** Макар и не съвсем точно, в производството е възприето дебелината на платовете да се измерва с текстилен дебеломер. В зависимост от дебелината им платовете се поставят при различни условия на изпитване. На тежките платове ( $50 \text{ g/cm}^2$ ) дебелината се измерва върху площ от  $10 \text{ cm}^2$ , а на леките платове ( $5 \text{ g/cm}^2$ ) — върху площ от  $25 \text{ cm}^2$ . Извършват се не по-малко от 10 измервания на различни места по платовете.

Дължината, широчината и дебелината на платовете дават възможност да се определи още при планирането и проектирането масата на влакнестите компоненти в даден вид текстилно изделие.

Масата на  $1 \text{ m}^2$  плат е основна характеристика и се определя, както следва:

$$G = \frac{g \cdot 10^6}{l \cdot A} \text{ g/m}^2,$$

където  $l$  е дължината на пробата, mm;  
 $A$  — широчината на пробата, mm;  
 $g$  — масата на пробата, g.

При дължина 1 лин. m масата на плата се изчислява по формулата

$$G = \frac{g \cdot 10^3}{l} \text{ g/m}^2$$

С достатъчна за практиката точност масата на 1 лин. m трико-тажно платно се пресмята по формулата

$$G = 3,33 g_1 \text{ g/m}^2.$$

където  $g_1$  е сумата от масата на три ленти с размер  $316 \times 316$  mm, измерена в грамове с точност 0,01 g.

За някои случаи е необходимо след окончателните апретурни и багрилви сработки да се определи масата на  $1 \text{ m}^2$  трикотажно платно от ушити вече дрехи или от дрехи, изцяло изплетени. От тях се изрязват ленти  $50 \times 100$  mm и се измерват в грамове:

$$G = 200 \cdot g_2 \text{ g/m}^2,$$

където  $g_2$  е средната маса най-малко на две ленти.

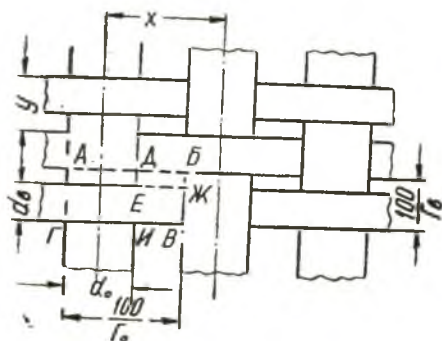
За целите на качествения и технологичния контрол в производството периодично се извършва проверка на определената по стандарт маса  $G$ . Разликата между  $G$  и контролната маса  $G'$  показва отклоненията от нормалния производствен процес. При

стойности над 3,5% се търсят причините, предизвикали нарушения в нормалния ход на технологията.

За платове

$$G = 2(g_0 \Gamma_0 + g_b \Gamma_b) \quad \text{g/m}^2, \text{ ]}$$

където  $g_0, g_b$  е средната маса на 50 нишки с дължина 100 mm, извадени по дължина на основата и вътъка;  
 $\Gamma_0, \Gamma_b$  — гъстината по основа и вътък с дължина 100 mm.



Фиг. 91. Конструктивни размери на сплитките в платовете

която има поставена милиметрова скала с дължина 10 mm. За удобство при изчисленията напречното сечение на преждите и нишките се взема за правилен кръг.

*Линейното запълване* (фактическата гъстина на платовете по дължина на основните и вътъчните нишки) се определя чрез средните опитно намерени формули:

$$Z_0 = \frac{d_0}{x} = \frac{d_0}{100} = \frac{d_0 \Gamma_0}{100};$$

$$Z_b = \frac{d_b}{y} = \frac{d_b}{100} = \frac{d_b \cdot \Gamma_b}{100};$$

$$Z = Z_0 + Z_b,$$

където  $Z_0, Z_b$  е фактическата гъстина на плата по основа и вътък;

$d_0, d_b$  — условният диаметър на основните и вътъчните нишки;

$x$  — разстоянието, образувано от празниците между две вътъчни нишки плюс дебелината на една от тях;

$$\Delta = \frac{G - G'}{G} \cdot 100\%.$$

*Гъстина по основа и вътък.* Прието е гъстината по основа и вътък да се изразява чрез броя на основните и вътъчните нишки на определена дължина — 10, 50 и 100 mm, в зависимост от дебелината на нишките в сплитката (фиг. 91). Непосредственото изброяване се извършва с помощта на специална тъкачна лупа, във фокалната равнина на

$y$  — разстоянието, образувано от празнините между две основни нишки плюс дебелината на една от тях;

$\Gamma_0, \Gamma_b$  — гъстината по основа и вътък в плата на дължина 100 mm;

$Z$  — общата гъстина по основа и вътък.

*Относителна линейна гъстина* — това е броят на основните и вътъчните нишки на определена дължина, изразен в проценти:

$$L_0 = Z_0 \cdot 100 = d_0 \cdot \Gamma_0 \%$$

$$L_b = Z_b \cdot 100 = d_b \cdot \Gamma_b \%$$

*Относителната гъстина* (плътността) на платовете се определя от броя на свободно наредените една до друга нишки на дължина 100 mm, т. е.  $100:d_{\text{усл}}$ . Това отношение дава теоретически възможната гъстина на платовете независимо от вида на сплитката. Линеиното запълване

$$Z = \frac{\Gamma}{100 : d}$$

определя отношението на фактичката гъстина  $\Gamma$  към максимално възможната  $100 : d$ , което представлява и физическият смисъл на понятието относителна плътност.

За много голяма част от платовете относителната плътност по основа и вътък е по-малка от 100%. За някои тежки платове със специално предназначение тя е по-голяма от 100%, което показва, че нишките са наредени плътно една до друга с деформирано напречно сечение.

*Незапълненост на платовете  $C$* . Изчислява се чрез отношението на празнините между две съседни нишки към разстоянието на техните главни осови линии (фиг. 91):

$$C_0 = \frac{x - d_0}{x} = 1 - \frac{d_0}{x} = 1 - \frac{d_0 \cdot \Gamma_0}{100} = 1 - Z_0$$

$$C_b = \frac{y - d_b}{y} = 1 - \frac{d_b}{y} = 1 - \frac{d_b \cdot \Gamma_b}{100} = 1 - Z_b$$

$$C = C_0 + C_b$$

В платовете се получават най-големи пори, когато  $\Gamma_{0,b} \rightarrow 0$  и  $Z_{0,b} \rightarrow 0$ . Когато  $C \geq 0$ , съседните нишки ще бъдат притиснати една до друга с известно усилие.

*Повърхностно запълване  $L_f$*  на платовете е пространството, ограничено от проекцията на две съседни нишки по основа и по вътък към проекцията на цялата площ, ограничена от четирите свързвателни точки (фиг. 91):

$$L_f = \frac{АДЕЖВГ}{АБВГ} \cdot 100 = \frac{АДИГ - ЕЖВИ}{АБВГ} \cdot 100 =$$

$$= \frac{\left[ d_0 \frac{100}{\Gamma_n} + d_n \left( \frac{100}{\Gamma_0} \cdot d_0 \right) \right]}{\frac{100}{\Gamma_0} \quad \frac{100}{\Gamma_n}} \cdot 100 = d_0 \Gamma_0 + d_n \Gamma_n - 0,01 \Gamma_n d_n \cdot \Gamma_0 d_0.$$

За улеснение при изчисленията може да се използват формулите за относителното линейно запълване  $L_0$  и  $L_n$ .

Тогава

$$L_f = L_0 + L_n - 0,01 L_0 \cdot L_n.$$

При използване на последната съкратена формула необходимо е да се има пред вид, че се отнася за случаите, когато  $L_0 < 100\%$  и  $L_n < 100\%$ . Ако те получат стойност над  $100\%$ , това показва, че има окончателно запълване на плата от нишки, т. е. между тях няма свободно пространство.

Обемната плътност на платовете  $Q$  се пресмята обикновено като маса на единица обем от изследвания плат:

$$Q = \frac{G \cdot 100}{l \cdot h \cdot A} \text{ mg/mm}^3,$$

където  $l$  е дължината на пробата, mm;

$G$  — масата на пробата, g;

$A$  — широчината на пробата, mm;

$h$  — дебелината на пробата, mm.

В случаите, когато е установена предварително масата на  $1 \text{ m}^2$  от плата ( $G_1$ , g/m<sup>2</sup>; при  $l=1000 \text{ mm}$  и  $A=1000 \text{ mm}$ ), обемната плътност се определя от формулата

$$Q = 0,001 \frac{G}{h} \text{ mg/mm}^3$$

Абсолютна  $l_Q$  и относителна  $L_Q$  обемна гъстина на платовете. Определя се чрез отношението на обема на преждите и нишките в плата към целия обем на тъканта:

$$l_Q = \frac{V_n}{V_T}; \quad L_Q = \frac{V_n}{V_T} \cdot 100\%,$$

където  $l_Q$  е абсолютната обемна гъстина, mm<sup>3</sup>;

$L_Q$  — относителната обемна гъстина, %;

$V_n$  — обемът на нишките и преждите, mm<sup>3</sup>;

$V_T$  — обемът на тъканта, mm<sup>3</sup>;

Ако допуснем, че обемната плътност на основата е еднаква с тази на вътъка, получаваме

$$Q = Q_0 = Q_n = \frac{G}{V_n} \quad \text{mg/mm}^3$$

Следователно  $Q_n = \frac{G}{V_n}$ , а  $Q_T = \frac{G}{V_T}$

Оттук  $V_T = \frac{G}{Q_T}$

Ако в горните формули заместим стойностите на  $V_n$  и  $V_T$ , получаваме крайната формула за определяне на обемната гъстина:

$$L_Q = \frac{G \cdot Q_T}{Q_n \cdot G} \quad 100 = \frac{Q_T}{Q_n} \quad 100\%$$

където  $Q_T$  е обемната плътност на тъканта,  $\text{mg/mm}^3$ ;  
 $Q_n$  — обемната плътност на нишките,  $\text{mg/mm}^3$

*Масова гъстина на тъканите  $L_G$ .* Тя се изчислява чрез отношението на масата на нишките в тъканта към нейната маса при условие на нормална гъстина:

$$L_G = \frac{Q_n \cdot V_n}{\gamma \cdot V_T} \quad 100 = L_Q \cdot \frac{Q_n}{\gamma} \quad 100\%$$

където  $Q_n$  — обемната плътност на нишките,  $\text{mg/mm}^3$ ;  
 $L_Q$  — обемното запълване или относителната обемна гъстина, %;

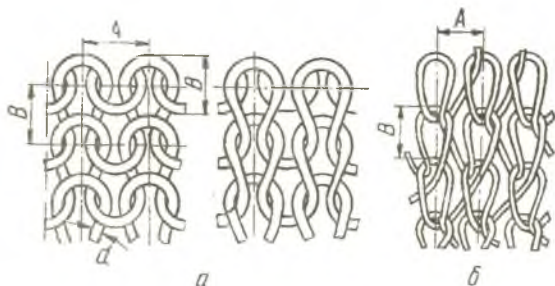
$\gamma$  — плътността на преждите и нишките,  $\text{mg/mm}^3$ .

*Въздух между влакната и нишките.* По-малкото или по-голямото количество текстилни влакна, използвани за изработване на определени по размер платове, рязко променя физико-механичните и хигиенните им свойства. С процентното нарастване на влакната платовете стават по-плътни и по-тежки; тяхната здравина се увеличава, но се намаляват топлопроводността, въздушно-водопроницаемостта им. Степента на запълване зависи от предназначението на платовете. Процентът на въздуха  $X$ , който се намира между влакната и нишките, се определя по емпиричната формула

$$X = \left(1 - \frac{Q}{\gamma}\right) \cdot 100 = \left(\frac{\gamma - Q}{\gamma}\right) \quad 100\%$$

## Строеж и свойства на трикотажа

Особената конструкция на трикотажните и чорапните изделия до голяма степен определя вида на химичната и апретурната обработка, а също така физико-механичните, хигиенните и шивашките свойства на трикотажа.



Фиг. 92. Конструктивни размери на плетките в трикотажа:

*a* — с напречно; *b* — с основоплетачно образувани бримкови редове

Основните параметри за тегловните и структурните характеристики на трикотажа са подобни на тези при платовете: дебелина и вид на използваните нишки и прежди, характер на плетката, плътност, дебелина и форма на лицевата и опаковата страна.

**Плътност.** Плътността на трикотажните платна се определя с броя на бримките в хоризонталните редове  $\Pi x_A$  на дължина 50 mm и броя на бримките във вертикалните колонки  $\Pi e_B$  на височина 50 mm (фиг. 92). С помощта на тези характеристики е възможно чрез непосредствено изброяване на бримките върху изделията те да се сравняват с еталоните или стандартните изисквания, когато всички други условия са еднакви.

След определяне на плътността на трикотажа става възможно пресмятането на хоризонталната стъпка  $A$  на бримката и височината на бримката  $B$  чрез формулите

$$A = \frac{50}{\Pi x_A}; \quad B = \frac{50}{\Pi e_B}.$$

Тези показатели обаче не могат да определят степента на запълнеността на трикотажа с нишки или прежди.

Прието е да се смята за по-плътен трикотаж този, при който междунишковите (междубримковите) пространства имат най-малка стойност.

**Коефициент на линейно запълване  $\delta_L$ .** Той показва колко пъти нишка с дебелина  $D$  се нанася в дължината  $l$  на една бримка:

$$\delta = \frac{l}{D}$$

Ние вече разгледахме начините за определяне на условия диаметър  $d_{усл}$  на преждите и тяхната дебелина  $D$  по формулата

$$D = \sqrt{\frac{K}{13m}}.$$

където  $K$  е коефициент за памучни прежди, химични шапелни влакна и коприни, равен на 0,92 (за овча вълна  $K \approx 1,0$ ).

При анализиране на стойността на  $\delta_n$  се вижда, че намаляването на глътността, т. е. уголемяването на дължината на бримките води до повишаване на числената стойност на коефициента на запълване.

*Относителната бримкова площ  $f$*  се определя от произведението на хоризонталната бримкова стъпка  $A$  и височината на бримковата колонка  $B$ :

$$f = A \cdot B \text{ mm}^2.$$

*Обемно запълване на трикотажа.* То се определя върху образец  $50 \times 50 \text{ mm}$  с дебелина  $b \text{ mm}$ , хоризонтална и вертикална плътност съответно  $Пх_A$  и  $Пв_B$  и дължина на бримката  $l \text{ mm}$ . Следователно произведението  $Пх_A \cdot l$  дава дължината на нишката в един бримков ред, а произведението  $l \cdot Пх_A \cdot Пв_B$  — в измервания образец. Обемът на нишката се определя по следната формула:

$$V_n = \frac{\pi d_\phi^2}{4} \cdot l \cdot Пх_A \cdot Пв_B,$$

където  $d_\phi$  е фактическият диаметър на преждата или нишката, определен по стандартен начин.

В разглеждания от нас случай обемът на образца е

$$V_{\text{обр}} = 50 \cdot 50 \cdot b \text{ mm}^3$$

При наличността на последните две формули обемното запълване се изчислява по следния начин:

$$E_v = \frac{V_n}{V_{\text{обр}}} \cdot 100 = \frac{\pi d_\phi^2}{4} \cdot \frac{l \cdot Пх_A \cdot Пв_B}{50 \cdot 50 \cdot b} \cdot 100\%.$$

Като се вземе пред вид стойността на  $A$  и  $B$ , последната формула може да се напише в следния опростен вид:

$$E_v = 100 \cdot \delta \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d_\phi^2}{A \cdot B} \%$$

Повърхностното запълване на трикотажа се определя от формулата

$$E_s = \frac{d_{\text{усл}} \cdot l \cdot 100}{A \cdot B} \%$$

Обемното запълване на трикотажните платна дава възможност да се сравняват с платовете при еднакви или различни изходни материали.

✓ **Физико-механични свойства на трикотажа.** Поради особената си конструкция трикотажните изделия при натоварване и други

деформационни усилия се отклоняват в някои случаи от характеристиките на тъканите платове.

Якост на опън. Тази величина има същия физичен смисъл, както за влакната, нишките, преждите и платовете. Абсолютната здравина на трикотажа зависи от много условия, някои от които са: здравина на влакната, преждите и нишките, начин на апретиране, вид на плетката и нейната плътност. Здравината на трикотажните платна се определя чрез опъване на ленти с размери  $50 \times 100$  mm при междучелюстно разстояние 100 mm и посредством пропукване със сфера; получената стойност дава комплексна оценка за много от свойствата на трикотажа.

Разтегливост. От всички текстилни изделия трикотажът има най-голяма разтегливост. Това качество го прави за някои случаи много ценен. В двете посоки — по бримкови редове и по бримкови стълбчета, трикотажът има различна разтегливост.

Общата разтегливост се определя чрез кръстовидно изрязан образец, при който натоварването се извършва в две взаимно перпендикулярни посоки.

Еластичност. Под еластичност на трикотажа обикновено се разбира обратимата част на удължението. Голямата еластичност на трикотажните изделия се дължи на особената им бримкообразна структура, която позволява частично придвижване на отделните бримкови нишки. При трикотажните изделия вследствие на умората в материала от многократно повтарящите се натоварвания еластичността намалява, и то по приблизително същата закономерност, както при влакната, преждите, нишките и платовете.

Изменение на размерите на трикотажа. Както при тъкането, така и при изплитането трикотажните платна са опънати близо до границата на еластичната и пластичната деформация. След отрязването на „суровите“ плетива от машината те значително изменят размерите си по дължина и широчина, което се предизвиква главно от еластичността на материала и промените във формата и размерите на бримките.

Изтеглянето на трикотажните изделия се проявява чрез увеличаване на тяхната дължина и намаляване на широчината и дебелината им. Някои явления, като затягане на бримките, изтегляне, затепване и др., са етапи, през които преминава трикотажното изделие, докато се уравният напреженията в конструкцията и отчасти размерите на изделието. Формата и големината на деформацията преди всичко зависят от природата на влакната и нишките, строежа на преждите, нишките и др.

Ускореното уравнивяване — стабилизиране, на размерите и формите на трикотажните изделия се извършва чрез топлинно-влажностно третиране и някои други химични дообработки при апретирането.

Трикотажните изделия от химични влакна и коприни се подлагат задължително на термична обработка. Високообемните прежди

се фиксират още при обемирането. Полиамидните коприни в зависимост от предназначението им също се подлагат на термично третиране през различни производствени етапи.

Методите, видът на топлоносителя, средата, температурата, налягането и времетраенето на фиксирането на отделните видове химични влакна и коприни са различни.

Разпускане. Платовете, изработени от чисти природни влакна, в процеса на носенето непрекъснато намаляват линейните си размери. Вследствие на това в много случаи ушитите дрехи стават негодни за носене. Този недостатък на платовете е значително намален или почти отстранен в смесените платове от природни и химични влакна или само от химични влакна.

Точно обратното се наблюдава при трикотаажните изделия, с изключение на вълнените. В процеса на носенето те непрекъснато се разпускат, като увеличават дължината и широчината си, което влошава първоначалната им форма.

Най-силно се разпуска и провисва напречно изплетеният трикотааж, бримките на който са образувани от една безкрайна нишка с малък сук. Разпускането при този вид трикотааж се намалява, като бримковите редове се изплитат от няколко спрегнати нишки, които възпират прекомерното разтягане на платното. Почти не се разпускат трикотаажните платна, изработени по основоплетения метод. В тях хоризонталните бримкови редове се състоят от толкова броя нишки, колкото са бримките в реда.

Затепване. Това свойство на трикотажа се проявява в максимална степен при механичното въздействие на влага и топлина върху вълнени влакна. Изследването на затепването, което е започнало преди повече от едно столетие, продължава и в наши дни. Многобройни са факторите, които му влияят, но безспорни са изключително сложният състав на вълната, повърхностният ѝ строеж и различният коефициент на триене при корена и върха на влакната.

За много вълнени изделия — шаеци, балтонски платове и др., това свойство е желателно. Също така без затепването е невъзможно производството на висококачествени филцови, кечета, скъпи филтри за специални цели и др.

При трикотаажните изделия обаче то причинява намаляване на размерите им в процеса на носенето и особено след ирането. В резултат на това дрехата се свива, става по-дебела и плътна.

Чрез химична обработка с хлор се разрушава роговият (люкпестият) слой на влакната и затепваемостта почти се премахва. От хлорирането вълнените влакна намаляват здравината и удължението си, стават стърхави и крехки; понижава се хигроскопичността им. Хлорираните вълнени влакна обаче имат значително по-голям афинитет към багрилата.

## ✓ НЕТЪКАНИ ТЕКСТИЛНИ МАТЕРИАЛИ

Нетъканите текстилни материали могат да се изработват по механична или химична технология.

В механичната технология има следните начини: 1) плетачно-прошивен; 2) иглонабивен и 3) плетене-затепване.

В химичната технология основният начин е чрез слепване.

По външен вид нетъканите материали наподобяват на тъкани и плетени платове. Независимо от начина на производство на нетъкания текстилен материал основните подготвителни процеси са следните:

1) избор на влакнения текстилен материал от един вид или подбиране на компонентите в сместа; отделяне на примесите и смесването им;

2) оформяне на ватката, която представлява тънък широк пласт от равномерно разпределени влакна от различни видове, или образуване на мрежа от надлъжно и напречно наредени нишки от прежда или коприни;

3) заздравяване на влакнения слой и на мрежата от нишки чрез създаване на връзка между отделните елементи;

4) апретурна обработка на нетъкания текстилен материал с цел да му се дадат определени експлоатационни и естетически свойства (мекота, топлоизолация, цвят и др.).

За получаване на нетъкани текстилни материали високо качество, предназначени за изработване на дрехи, одеяла, подплати, мебелни платове и др., обикновено се използва памук, къси ленени влакна, различни видове химични коприни и шапелни влакна. За технически нетъкан текстилен материал успешно се използват отпадъците от горните видове текстилни влакна.

От многото начини за производство на нетъкан текстилен материал най-широко разпространение имат плетачно-прошивният, иглонабивният и чрез лепене.

Влакната предварително се разпухват, очистват се от примесите и внимателно се смесват на разтворително биещи и смесващи машини.

Най-разпространен начин на получаване на тънък слой влакна е чрез използването на валячни или обикновени декелни даращи в зависимост от вида и природата на влакната.

Развлачените влакна от дараците излизат във вид на тънка и прозрачна ватка (флор). Направлението на влакната във ватката се изменя на преобразователен механизъм (фиг. 93). Транспортните решетки 2, 3 и 4 надиплят влакната върху решетката 5 в посока, перпендикулярна на първоначалната. В зависимост от широчината на изместването на решетката 4 и скоростта на решетката 5 ватката 6 има определена широчина и дебелина.

При преработване на съвсем къси влакна (3—5 mm) за образуване на ватка се използват аеродинамични, електростатични и други видове ваткообразуващи машини.

*Иглонабивен начин за получаване на нетъкан текстилен материал.* В тази група са произвежданите и досега филцове и кечета, при които преплитането на влакната във ватката се постига чрез филцоване и затепване. За целта се използват само вълнени влакна.

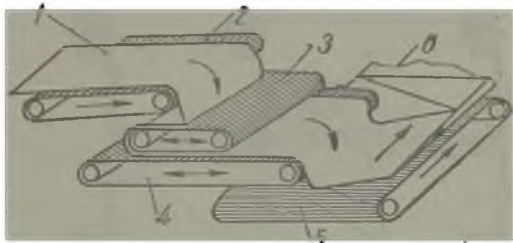
Съвременните филцове и кечета се получават главно по иглонабивния начин. Това прави възможно използването както на природни, така и на химични влакнести материали. Самостоятелно или в смеси се използват също различни отпадъци от възобновена и табашка вълна и други нискокачествени влакнести сурови и.

Слабата и рохкава ватка може да се заздрави с мрежеста тъкан, поставена в средата или от едната страна на ватката.

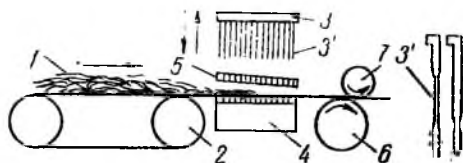
Ватката 1 (фиг. 94) се подава от подхранващата решетка 2 под игленицата 3, иглите на която пробождат ватката. Игленицата периодически извършва възвратно-постъпателно движение. При движението ѝ надолу зъбите на иглите прекарват вдянатите влакна от различни места през ватката и я съшиват. При движението нагоре зъбите на иглите освобождават влакната, които са прошили ватката. В резултат на многократно повтаряне на този процес влакната във ватката се преплитат и сцеплението между тях нараства. При това се получава ефект, подобен на затепването при вълната, което увеличава здравината на ватката. Долната дъска 4 и горната 5, между които минава ватката, имат отвори, колкото са иглите в игленицата. Двете дъски спомагат за по-плътното съшиване на ватката и преминаващите през нея игли. Ватката се изтегля от двойката валове 6 и 7 и се навива на рола.

Получените по този начин филцове намират приложение за звукова и топлинна изолация, за подложки при тапицирането, за подови настилки, филтри и др. След специална апретурна обработка на филцове от химични влакна те могат да се използват за разнообразни цели.

*Нетъкани текстилни материали тип скелан.* При този начин на производство здравината и еластичността на филца се увеличава



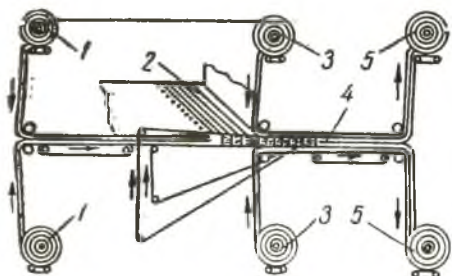
Фиг. 93. Образуване и надипляне на ватка



Фиг. 94. Схема на машина за производство на н. т. м. по иглонабивния начин

чрез система от вълнени нишки, поставени по широчината и в средата между две ватки.

Ватките се получават обикновено на двударачни съставки, които ориентират влакната успоредно на дължината на ватката.



Фиг. 95. Схема на производство на филц по метода „Скелан“

компонент в сместа трябва да бъде не по-малко от 50—60%, тъй като единствено той има способността да се затепва.

Поставените в напречна посока нишки от вълнена прежда трябва да имат еднаква свиваемост с ватката.

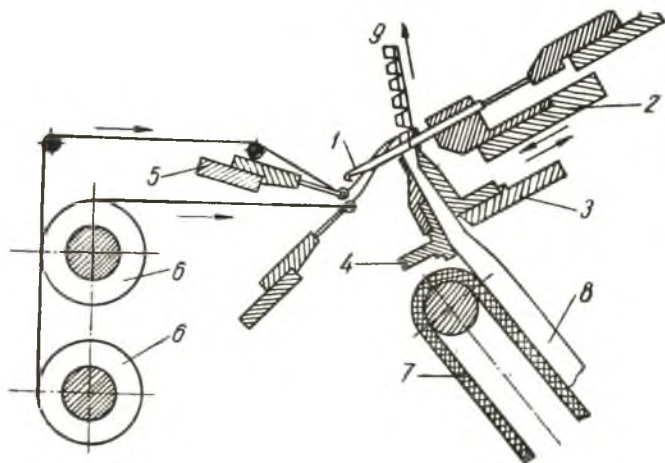
Около ватката 1 (фиг. 95) специален механизъм увива по една успоредна система от вълнена прежда 2. От двете страни на вълнената прежда се поставят вторите ватки 3, които се уплътняват към първите и образуват една обща ватка, съставена от четири пласта. Преди изходните валове има механизъм, който разрязва краищата на обвитата прежда на две половини. Така се получават две ватки 4, всяка от които в средата има напречно поставени преждови нишки от вълна.

За уплътняване на скелана ватките се филцоват, тепат и апретират, както сукно. Той има добри топлоизолационни свойства, задоволителна здравина и е по-лек от сукното. Използва се за изработване на мъжки и дамски палта, пардесюта, зимно облекло и шапки.

*Плетачно-прошивен метод за получаване на нетъкани текстилни материали.* Ватката от преобразувателя се подава към плетачно-прошивната машина, където се изшива или преплита в надлъжни тегели с преждови нишки или коприна. Обикновено се използват основоплетачни плетки, трико и верижка. Броят на нишките от бобиците или кросната е равен на броя на тегелите по широчина на ватката. Ако се използват надлъжно и напречно наредени нишки, за тяхното свързване една с друга се използва трета система от нишки, намотана на кросно.

Ватката 8 (фиг. 96) чрез мрежестия транспортър 7 се подава до плетачно-прошивния механизъм. Шибърните игли 1 пробождат ватката 8. Нанасящите ухобразни нишководачи 5 замаят нишките около куките на шибърните игли. При връщане на иглите

1 през ватките в момента, когато минават през затварящия гребен 4, кукичките на иглите 1 се затварят от шибърите 2. По-нататък иглите 1 прекарват новите примки през старите бримки, които са нанизани на стъблото на иглите пред отблъскващия гребен 3. След



Фиг. 96. Схема на механизмите от плетачно-прошивна машина:

1 — прошивни игли; 2 — затварящо устройство на иглите; 3 — отблъскващ гребен; 4 — затварящ гребен; 5 — нанасящи игли; 6 — кросна за прошивните игли; 7 — транспортьори; 8 — ватка; 9 — готово изделие



Фиг. 97. Схема на последователността на бримкообразуването:

1 — пробждане; 2 — полагање; 3 — затваряње; 4 — сваляње; 5 — изтегляње

излизането на иглите 1 от отблъскващия гребен 3 старите бримки се изхвърлят през върха на иглите. Ватката се подава и изтегля на определено разстояние, след което процесът се повтаря.

На фиг. 97 са дадени някои от основните моменти на бримкообразуването при получаване на нетъкан текстилен материал.

Други плетачно-прошивни машини за получаване на нетъкан текстилен материал. При тях за изработване на нетъкани текстилни материали, наподобяващи тъканите платове, се използват три си-

стеми нишки: две от тях са взаимно перпендикулярни — основни и вътъчни, и трета система от нишки, която чрез бримки свързва първите две.

Суровите нетъкани текстилни материали се подлагат на обикновените облагородителни процеси—пране, избелване, багрене и кардиране.

От тях се изработват кърпи за лице, плажно бельо, подложки за изкуствена кожа и подови настилки, за мебелни материали, груби марли и бинтове. От редовни суровини се изработват бебешки одеяла, костюмни платове, плюшове с полубримка и др. Всички те в търговията се наричат малимо изделия.

Третата група машини са тези, които използват за основа рядка памучна тъкан, трикотажно платно, нетъкани материали и др.

За образуване на бримковите възли при прошиване на основата се използва система от нишки за прошиване, които образуват върху повърхността кардиращи се бримки.

От този вид нетъкан текстилен материал се изработват главно хавлии, материал за палта и рокли, одеяла, дебели подложки за обувки, мебелни и декоративни изделия, покривки, подови настилки и др. Те се произвеждат на машини тип Малипол.

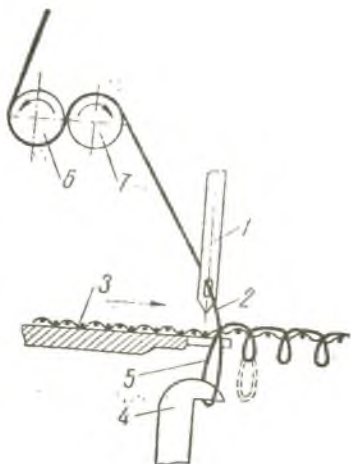
*Плетачно-прошивна технология тъфтинг.* Тази технология е предназначена за производство главно на бримкови килими. В последните години тя получи голямо развитие поради това, че производителността на тези машини е значително по-голяма от тази на станове за тъкане на килими. Технологичният процес на машините тъфтинг по принцип е аналогичен на процесите при машините малипол. И в двете технологии основната тъкан — ютена, памучна, пенополиуретан или някаква друга, се прошива с нишки, които на лицевата страна образуват бримки. Закрепването на тегелите от опаквата страна се извършва с латекс.

Бримкообразуването от прошивната нишка се извършва по следния начин (фиг. 98). Преди всеки нов цикъл бримкообразуващата игла 1 с вдяната в нейното ухо прошивна нишка 2 се намира над основната тъкан 3, а държачът 4 — в бримката 5, образувана от предишния цикъл. Куката на държача 4 се отклонява наляво и освобождава предната бримка. Иглата с прошивната нишка слиза надолу и пробива основната тъкан. Подхранващите валове 6 и 7 доставят прошивна нишка на дължина, по-малка за пълния ход на иглата, поради което част от необходимата дължина се измъкна от бримката, образувана от предишния цикъл. Малко преди долно крайно положение на плата държачът се измества надясно и застава на височина над ухото на иглата. След това иглата се повдига, а държачът с куката си задържа нишката, вследствие на което се образува новата бримка. Когато иглата се намира в горно крайно положение, основата се измества надясно на широчина, колкото е тегелът. След това започва новият цикъл.

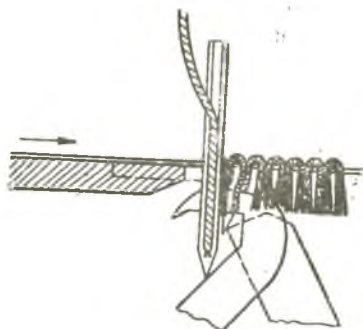
Дължината на бримката се определя от подаването на прошив-

ната нишка чрез подаващите валове, а не от дълбочината, на която слиза иглата.

В случаите, когато се изработват плюшени килими, държачът и ножът за разрязване на бримките са завъртени обратно на посо-



Фиг. 98. Схема на образуване на бримки при машинните тъфтинг



Фиг. 99. Схема за изработване на килими с разрязани бримки — плюш

ката, в която се движи основната тъкан (фиг. 99). Поради това върху държача ще се нанизват образуваните бримки. Ножът, който работи синхронизирано с държача, привсяко придвижване на тъканта ще разрязва поредната бримка, намираща се в задния край на държача. При този ход на куката на държача се нанизва нова бримка.

Машините тъфтинг имат висока производителност — до 400  $m^2/h$ . Те работят със скорост до 720 бода в минута. При изработване на плоскости с разрязани бримки (плюш) производителността на машините намалява с около 30%.

Технологията тъфтинг дава възможност освен килими и пътеки да се изработват плоскости за болнични халати, покривки за мебели, топлоизолационни материали, одеяла и изкуствен кожух и др.

### ✓ Физикохимични технологии за изработване на нетъкани текстилни материали

Получените по този начин нетъкани текстилни материали съществено се различават от тъканите платове, трикотаажните платна и филцовете.

Има два метода за получаване на нетъкани текстилни материали — чрез слепване в сухо и мокро състояние на влакнестата маса.

Веществата, употребявани за слепване на влакната, трябва да осигуряват на готовите изделия здравина, износоустойчивост, еластичност и цяла редица от потребителски свойства, ако са предназначени за бита.

Големият брой слепващи вещества могат да се подредят в няколко групи:

- а) емулсии и латекси;
- б) разтворително свързващи вещества;
- в) термопластични влакна, нишки и смоли с ниска температура на топене.

Използуването на свързващите вещества се определя от вида на влакнестите материали и от свойствата, на които трябва да отговарят готовите изделия.

Емулсиите и латексите са най-разпространените свързващи вещества. Най-много се използват бутадиенакрилнитрилният каучук, латекс, термопластичните полимери, поливинилхлоридът, различните видове съполимери, полиакрилати и поливинилацетати, полиетиленът, полипропиленът и др.

*Свързване на влакната във ватката по физикохимични начини.* Те са многобройни, но въпреки това могат да се групират по следния начин:

1. Непрекъснато потапяне (импрегниране) на ватката в подходящи съдове, съдържащи разтвор от емулсия или латекс.

2. Напръскване на повърхността на ватките със свързващи вещества в течно или праховидно състояние.

3. Поставяне на термопластични влакна във ватките за свързване, имащи ниска температура на топене.

4. Нанасяне на свързващите вещества от печатни валове, подобни на машините за печатане на платове.

*Лепени нетъкани текстилни платове чрез импрегниране.* Този физикохимичен начин за получаване на нетъкани текстилни материали има най-широко разпространение. Технологичният процес е следният:

- а) образуване на ватка с определена дебелина и маса на  $1 \text{ m}^2$ ;
- б) нанасяне на лепилото (импрегниране);
- в) изцеждане и изсушаване;
- г) кондензиране, вулканизиране или желатиниране в зависимост от вида на използваното лепило.

Изработването на ватката се извършва на дараци за вълна или памук, имащи апарат за образуване на ватка. За нанасяне на лепилото се използват различно конструирани машини. Една примерна схема е показана на фиг. 100. Транспортното платно 1 подава ватката 2 на носещите мрежи 3 и 3'. Притискайки ватката от двете страни, те я прекарват през ваната с импрегнационния разтвор 4. Ватката се напоява със слепваща емулсия. След това тя се изтискава от двойката валове 5, за да се отстрани излишъкът от емулсията. Транспортните ленти 6 и 7 отнасят ватката за сушене, при което не-

тъканите текстилни материали не се сплескват. След изсушаването получената от ватката плоскост се подлага на кондензиране. То се извършва на машини, подобни на сушилните, при температура от 130 до 150°C в продължение на 6—8 h.

Получените по този начин плоскостни нетъкани текстилни материали имат намалена меко-та и драпируемост.

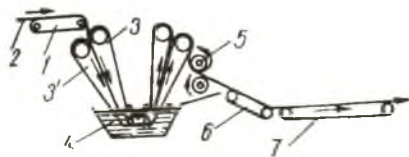
*Лепени нетъкани текстилни материали в студено състояние.*

При този начин на производство лепилото във вид на разтвор или емулсия се нанася само върху допълнителните системи от нишки, които впоследствие се запресоват от двете страни на ватката.

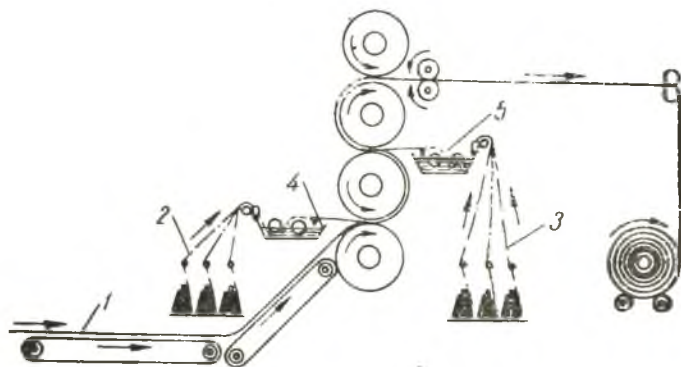
За целта е нужна ватка с ориентирани напречно на дължината влакна и две системи от успоредни нишки, поставени по дължината на ватката.

На фиг. 101 е показана схема на машина за получаване на лепен нетъкан текстилен материал чрез запресоване във ватката 1 на нишки от двете ѝ страни 2 и 3, напоени в коритата 4 и 5 с течен свързвател.

От фиг. 102 се вижда как ватката 1 е „закована“ от двете страни с нишките 2 и 3. В зависимост от това, доколко последните са напоени със свързвател, те проникват във вътрешността на ватката и слепват влакната на определени участъци.



Фиг. 100. Схема на машина за импрегниране на ватки

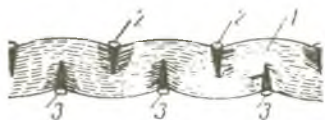


Фиг. 101. Схема на машина за производство на лепен н. т. м. чрез запресоване на нишки, напоени с течен свързвател

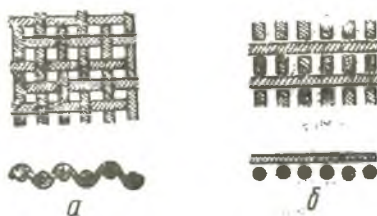
Така получените нетъкани текстилни материали имат сравнително рехавя структура, малка коравина и задоволителна драпируемост. Те наподобяват платовете.

*Лепени нетъкани текстилни материали в топло състояние.*

При този начин на работа влакнестата ватка се слепва при пресоване чрез термопластични влакна. Тези влакна се смесват в определен процент с основните с/е при формирането на ватката. При нагряване до определена температура термопластичните влакна



Фиг. 102. Напречен разрез на лепен материал, изработен чрез впресване на нишки във ватката



Фиг. 103. Два вида текстилни материали:

а — тъкан плат; б — лепен в. т м.

започват да се топят и при затвърдяване слепват основните влакна на ватката. Като термопластична свързка се използват ацетатни, поливинилхлоридни, полиамидни и други ватки, а също така и много дребни гранули и фолия. Горещото пресоване се извършва обикновено при температура 150—180°C.

За да се осигури здраво свързване на влакната, ватката се валцова при налягане от 1 до 1,8 МРа.

За увеличаване на този ефект понякога се използват мокрители или пари от подходящи разтворители, с които се действа на ватката преди пресоването.

Характерното в случая е простотата, голямата икономичност и високата производителност на труда в сравнение с лепенето в студено състояние.

*Нетъкани текстилни материали чрез слепване на нишки.* Плоскостните изделия, получени чрез слепване на системи от нишки, наподобяват тъканите платове, където свързването на нишките се получава вследствие на взаимното им прекръстосване (фиг. 103 а, б). Най-често напречно на основните нишки се наслагват вътъчните, върху тях се нанасят слепващите вещества, след което следва пресоване и сушене. По такъв начин се произвеждат нетъкани текстилни материали и се слепват стъклени, шлакови и други плоскости за изолация и строителство.

*Нетъкани текстилни материали чрез лепене на флор, ватка и предпрежда върху подложка.* Чрез залепване на ватка, флор или предпрежда върху подложка се получават нетъкани текстилни материали със завласена плюшена повърхност. Обикновено влакнестият материал се залепва между две подложки, предварително намазани със слепващи вещества и след фиксирането им се сряз-

ват, при което се получават два плата с плюшена повърхност. Известни са многобройни и други начини за залепване на ориентиран влакнест материал върху подложки, намазани с лепило, при което се получават килими.

*Хартиен начин за производство на нетъкани текстилни материали.* Той е най-ефикасният, тъй като в случая е възможно използването на различни евтини непредилни отпадъци от текстилното производство с дължина на влакната от 2 до 6 mm. Освен това производителността на използваните машини е изключително висока, тъй като скоростта на излизащата плоскост достига 300 m/h.

При този начин за производство на нетъкан текстилен материал се използват технологии и съоръжения, каквито са в хартиената промишленост. Формирането на влакнестата ватка се реализира от водна суспензия, която съдържа и свързващото вещество.

При хартиения начин различните свързватели се използват обикновено във вид на суспензия, съдържаща къси леснотопими вещества. Вместо тези влакна в последно време се използват къси фибриди от синтетични полимери, които имат частично влакнеста и частично лентова структура с размери на частиците от 0,2 до 2,0 mm.

Фибридите са значително по-лесно топими в сравнение с влакната при горещото пресоване. Те се размекват и слепват влакната.

Нетъканите текстилни материали, произведени чрез използване на фибриди, се наричат текстили.

Евтината суровина и малката стойност при обработката ѝ дават възможност при тази технология да се получат евтини изделия, предназначени за еднократно използване. Те са особено подходящи за превързочни материали, болнично бельо, работни дрехи, хотелски постелни изделия, носни кърпи и др.

*Перспективи в развитието на нетъканите текстилни материали.* Непрекъснато се разширяват областите на приложение на нетъканите текстилни материали. Освен като заместители на технически тъкани те се използват в шивашката и обувната промишленост в изделия за битови нужди.

Развитието в производството на нетъкани текстилни материали се стимулира преди всичко от бурното развитие на химическата промишленост, осигуряваща производството на химически влакна и различни свързващи вещества. Те са необходими за производството на лепените нетъкани текстилни материали.

Стойността на производството при плетачно-прошивните технологии в сравнение с производството на изделия от памук и неговите смеси с химични влакна е с 20% по-ниска, а за вълнените и смесите ѝ с химични влакна — над 50%.

Производителността на труда при плетачно-прошивната технология е по-висока в сравнение с памучното тъкачество 1,5 пъти, а с вълненото — 3,5 пъти.

При лепените технологии стойността намалява още повече.

Производителността на труда в сравнение с тъкачеството нараства 4—8 пъти.

Капиталните средства в сравнение с класическите и плетачно-прошивните технологии се намаляват с 25—30%, а при лепените — над 40%.

Нетъканите текстилни материали, предназначени за дрехи, трябва да имат красив външен вид, което в най-голяма степен може да се осигури чрез прилагане на различни висококачествени апертурни обработки.

## МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ ОТ ВЛАКНООБРАЗУВАЩИ ПОЛИМЕРИ

Механичните свойства на по-голяма част от влакнестите полимери, предназначени за изработване на текстилни изделия, се определят главно от два вида деформации — здравина на опън и многократно огъване. При текстилните изделия по-рядко се срещат деформациите на усукване и натиск, достигащи до границата на разрушаване на материала.

Характеристиките на механичните свойства на текстилните изделия се разделят на три групи: полуциклени, едноциклени и многоциклени. При изследване на механичните свойства на изделията, подложени на опън, се препоръчва използването и на трите вида характеристики, а при огъващите деформации — само едноциклените и многоциклените.

За разлика от влакната и преждите, механичните свойства на текстилните изделия се определят в две и три посоки, а именно: по основа, по вътък и на 45° по отношение на двете системи нишки. При трикотажа те се определят по бримкови редове и бримкови стълбчета, а при нетъканите текстилни материали — в две посоки или чрез разцепване на двете плоскости в зависимост от начина на получаването им.

### Деформация на опън

Тази величина на текстилните изделия се отнася към полуциклените разрушаващи характеристики на механичните им свойства. Все още много от свойствата на изходния полимер и конструкцията на изделията се обобщават от разрушаващото натоварване  $P_b$ ,  $N$ , абсолютното пълно удължение при разрушаване  $l_p$  mm, относителното пълно удължение при разрушаване  $\epsilon\%$  и работата при разрушаване  $R$  J.

Текстилните изделия се различават значително по масата на  $1\text{ m}^2$ . При сравняване на различните партиди се използват относителните характеристики, временно съпротивление на разрушаване  $\sigma_p$  и разрушаваща дължина  $L_p$ .

За изясняване на влиянието на плътността, вида на сплитката, плетката и някои други структурни характеристики, които влияят на здравината при опън, се определя чрез изчисляване силата на разрушаване, падаща се на една основна и една вътъчна нишка в платовете. По същия начин се изчислява разрушаващото натоварване, което се пада на един бримков ред и едно бримково стълбче.

При изпитване на платове широчината на образеца е 25 или 50 mm. При широчина на лентата 25 mm броят на нишките в нея е  $\frac{\Pi}{4}$ , а при широчина 50 mm —  $\frac{\Pi}{2}$ , като  $\Pi$  представлява броя на нишките на широчина 100 mm по основа или вътък.

Разрушаващото натоварване, което се пада на една основна нишка, се изчислява по следния начин:

$$P_0 = \frac{P_{p.o} \cdot 1000 \cdot 4}{\Pi_0} = \frac{4000 \cdot P_{p.o}}{\Pi_0} \text{ cN}$$

или

$$P_0 = \frac{P_{p.o} \cdot 1000 \cdot 2}{\Pi_0} = \frac{2000 \cdot P_{p.o}}{\Pi_0} \text{ cN,}$$

където  $P_{p.o}$  е разрушаващото натоварване на образеца по основа, cN;

$\Pi_0$  — гъстината по основа.

По същия начин се изчислява разрушаващото натоварване, което се пада на една вътъчна нишка. При тези изпитвания е необходимо да се знаят размерите на лентата, широчината и дължината на междучелюстното разстояние на динамометъра.

За трикотажните изделия изчисляването на разрушаващото натоварване на един бримков ред или стълбче се определя по формулата

$$P_0 = \frac{P_p \cdot 1000}{\Pi} \text{ cN,}$$

където  $P_p$  е разрушаващото натоварване на трикотажната лента с широчина 40 mm, cN;

$\Pi$  — броят на бримковите редове или стълбчета на широчина 50 mm.

Разрушаващата дължина  $L_p$  представлява дължината на такава лента от плата, масата на която е равна на разрушаващото натоварване.

За определяне на  $L_p$  се изпитва лента с дължина  $L$  mm, широчина  $a$  mm и маса  $q$  g, която има разрушаващо натоварване  $P_p$  cN:

$$L_p = \frac{P_p \cdot 1000}{q} \text{ cN.mm/g;}$$

$$L_p = \frac{P_p \cdot L}{q \cdot 10^3} \text{ cN.km/g.}$$

Масата  $q$  на изпитвания образец може да се определи чрез масата  $G_2$  на  $1 \text{ m}^2$  от плата или трикотажа или чрез броя на лентите  $m$  и площта  $La \text{ mm}^2$ , на площ  $1 \text{ m}^2$ :

$$m = \frac{10^6}{La}$$

Масата на една лента

$$q = \frac{G_2}{m} = \frac{G_2 \cdot L \cdot a}{10^3} \text{ g.}$$

След заместването получаваме

$$L_p = \frac{P_p \cdot L \cdot 10^3}{G_2 \cdot L \cdot a \cdot 10^3} = \frac{P_p \cdot 10^3}{G_2 \cdot a} \text{ km.}$$

При  $a = 50 \text{ mm}$  При  $a = 25 \text{ mm}$

$$L_p = \frac{P_p \cdot 20}{G_2} \quad L_p = \frac{P_p \cdot 40}{G_2}$$

При изследване на трикотажните и нетъканите текстилни изделия разрушаващото натоварване, удължението при разрушаване и разрушаващата дължина се дават за определена дължина и широчина, а не за основата и вътъка.

Абсолютната и относителната работа на разрушаване на изделията се определят, както при влакната, преждите и нишките.

На много текстилни и технически изделия (чадъри, парашути, палатки, брезенти и др.), върху краищата на които се прилагат напрежения, разрушаващите натоварвания при раздиране се определят на трапецовидни образци. Здравината на текстилни и технически изделия, подложени на натоварване, перпендикулярно на повърхнината им, се определя чрез пробиване с метална сфера.

*Полициклени разрушаващи характеристики.* В практиката и науката се използват широко разрушаващото натоварване и удължението при разрушаване, въпреки че от стойностите им не може да се направи оценка за комплексните експлоатационни свойства на изделията. Стандартизирането им осигурява еднаквост в свойствата, а това, от друга страна, налага използването на качествени изходни суровини и спазването на определена производствена технология.

Машините (динамометрите), които се използват за определяне на разрушаващата здравина и удължението, имат принципно еднаква конструкция, както за преждите (фиг. 56).

Образецът за изпитване се затяга в челюстите на динамометъра с междучелюстно разстояние  $50 \text{ mm}$  и широчина  $25 \text{ mm}$ . При спорове арбитражните образци, с изключение на вълнените, имат дължина  $200 \text{ mm}$  и широчина  $25 \text{ mm}$ ; за вълнените платове образците имат

размери съответно 100 и 50 mm, а за трикотажните и нетъкните материали — 100 и 30 mm.

Изпитваните на опънно натоварване ленти се различават в краищата при удължаването. Поради това образците от ленти са по-широки с 10 mm от необходимата широчина. Чрез изваждане на нишки се получава исканата широчина 15 или 50 mm.

За икономия броят на изпитваните ленти за платове е 3 по основа и 4 по вътък; за трикотажни изделия този брой е 5 по хоризонтални редове и 5 по бримкови стълбчета; за нетъкани, прошивни и с ориентирани ватки изделия се вземат по 10 проби в посока на дължината и широчината.

За получаване на повторяеми резултати важно значение има предварителното опъване на изпитвания образец. За ленти с размери  $200 \times 50$  mm и разрушаващо натоварване 2000 N то е 5 N, а над 2000 N — 10 N. За ленти с размери  $50 \times 25$  mm предварителното опъване е два пъти по-малко, а за трикотажни образци — от 15 до 60 cN и зависи от вида на плетката и посоката на изпитването. Също така важно условие е да се спазва скоростта, с която се движи долната челюст на динамометъра. За различните изделия тя е различна: за платове времетраенето до разкъсване е  $30 \pm 15$  s, а за трикотаж и нетъкани изделия —  $60 \pm 15$  s.

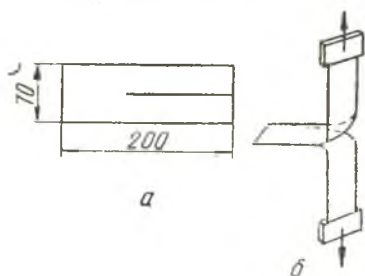
За определяне на разрушаващото натоварване на раздиране образецът има размери  $70 \times 200$  mm (фиг. 104). Единият край се разрязва и целият образец по дължина се сгъва на две. Двата края се затягат в челюстите на динамометъра, като се спазват разгледаните досега условия.

При слизането на долната челюст настъпва последователно разкъсване на нишките, разположени на тясната страна на образца. Поради това получените резултати са близки до максималната здравина, която се пада на една основна или една вътъчна нишка в платовете.

За текстилните изделия, изработени от хидрофилни влакна, е от значение влагосъдържанието им. Те задължително престояват 1 d при нормални условия, като изпитването трябва да се извърши също при нормален микроклимат.

Текстилните изделия, изработени от смесени природни влакна, които имат висока хигроскопичност, и хидрофобни химични влакна, се подчиняват на горното изискване. Влагата на чисто химичните изделия влияе незначително върху техните физико-механични свойства.

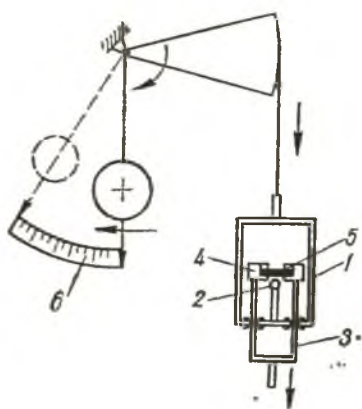
Трикотажните изделия се изпитват задължително на разруша-



Фиг. 104. Образец, предназначен за изпитване на раздиране

ващо натоварване чрез пробиване със сфера, а платовете — в отделни случаи. За тази цел към съществуващите динамометри се поставя допълнително приспособление.

На фиг. 105 е дадена схема та на приспособление за пробиване на



Фиг. 105. Допълнителен уред към динамометъра за изпитване на текстилните изделия на пробиване

образците. Към горната челюст на динамометъра е затегната рамката 1 със сферичен израстък в средата 2. В долната челюст се затяга рамката 3 с гнездо 4 за притягане на кръгли образци 5. При слизането на долната челюст заедно с нея слиза и рамката 3, при което сферата 2 постепенно наляга образеца, докато го пробие. От дъгообразната скала 6 се определя натоварването в  $N$  в момента на пропукването на образеца, а от линейната скала — стрелата на огъването  $f$  mm, която не е показана на схемата. От стрелата на огъването може да се изчисли разтегливостта на тъканта или трикотажа, която характеризира процентното увеличени  $\Delta F$  на повърхнината на изпитвания образец:

$$\Delta F = 13,7 f - 87,5\%$$

Както полуциклените разрушаващи характеристики, така и останалите физиологични свойства зависят от апретурната и багрилната обработка. Например при апретирането памучните платове са подложени на силно опъване в посока на основата. Вследствие на това плътността им по вътък намалява, а по основа се увеличава поради извиване на вътъчните нишки. Тези изменения в структурата променят здравината им по основа и вътък.

При апретирането вълнените платове се свиват. Това увеличава плътността им по основа и вътък. Все по-широко приложение намира химичната обработка на платовете, която има за цел да намали свиваемостта и мачкаемостта им. Това се извършва с различни видове смоли, повечето от които значително изменят много от свойствата на изделията, включително и здравината им. При нормален процес на багрене здравината и удължението на платовете се намаляват незначително. Немачкаемото апретиране чрез обработване с карбамол намалява здравината и удължението с 8—9% по основа и около 25% по вътък. Вследствие на обработването на платовете с метадин преди печатането им здравината намалява с 8—9% по основа и 20—25% по вътък. По-малко влияние върху здравината на платовете оказват следващите след печатането обработки — фиксиране и каландриране, при които тя намалява с 3—6%.

Намаляването на здравината на платовете при апретурното им обработване се компенсира от подобряването на потребителните им свойства. Мачкаемостта на памучните платове се намалява с 20—30%, а светлинната устойчивост — 3—6 пъти; затепването на вълнения трикотаж при следващото обработване е незначително и т. н.

## Релаксация

Релаксационните свойства на текстилните изделия са непосредствено зависими от стойността на пълната деформация. Беше доказано, че общата деформация  $\epsilon_{об}$  има три основни части:

$$\epsilon_{об} = \epsilon_{м} + \epsilon_{ел} + \epsilon_{пл},$$

където  $\epsilon_{м}$ ,  $\epsilon_{ел}$ ,  $\epsilon_{пл}$  са съответно мигновената, еластичната и пластичната деформация.

Особено ценна за дрехите е обратимата деформация, която се състои в мигновена и еластична деформация. Тя изчезва в първите минути след премахване на товара. Текстилни изделия от платове и трикотаж, които имат значителна обратима деформация, запазват добре формата си при носене, малко се мачкат и износват.

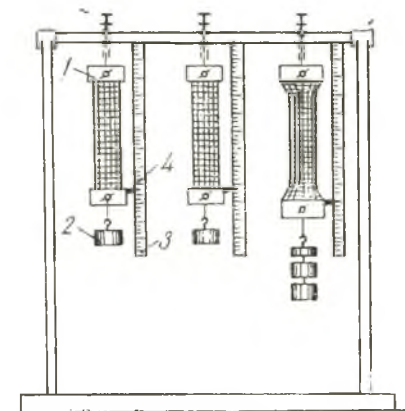
Ако обаче платовете и трикотажът имат висока стойност на еластичната деформация с продължителен период на релаксация, след носене и многократно пране те значително се свиват, т. е. намаляват размерите си.

Отделните деформации зависят от природата на влакната и нишките, конструкцията на изделието и апретурната обработка.

На фиг. 106 е показана схема на уред за измерване на съставните части на пълната деформация.

Образците за изпитване се затягат най-напред в горните челюсти 1, а на долния им край се качват определени тежести 2.

Настъпилата деформация от действието на тежестите и след тяхното отстраняване се наблюдава по линейната скала 3 с показалец 4. Ако на долната челюст се прикрепят писец и близо до него се постави въртящ се цилиндър, покрит с хартия, може да се регистрира протичането на целия процес.



Фиг. 106. Схема на уред за изследване на релаксационните свойства на текстилни и други изделия

Върху резултатите, получени при определяне на деформационните свойства, много голямо влияние оказват режимът и параметрите, които се спазват при провеждане на изследването. Проф. Г. Н. Кукин и негови сътрудници предлагат следните условия (табл. 32):

Таблица 32

Показатели	Платове	Трикотажни платове	Нетъкани текстилни изделия
Натоварване в % от разрушаващото натоварване	25	5	10
Времетраене на натоварването, min	60	180	20
Време от момента на натоварването до първото отчитане на деформацията, min	0,03	0,03	0,09
Време на почивка от момента на премахване на товара до последното отчитане на деформацията, min	120	240	20
Широчина на лентите, mm	25	50	50
Междучелюстно разстояние, mm	200	100	200
Предварително натоварване на образца в % от разрушаващото натоварване	0,05	0,05	0,05
Брой на изпитванията	10	10	10

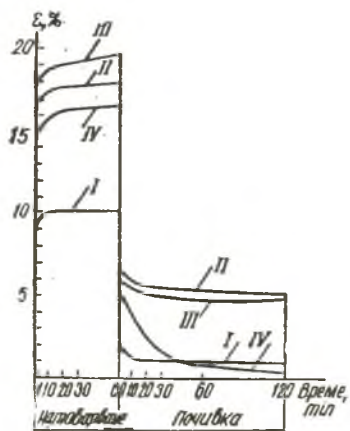
Освен параметрите при изпитването върху пълната деформация оказват голямо влияние относителната влажност на околната среда, влажността на изпитваните образци и температурата на микроклимата. При поглъщане на водни пари от текстилния материал междумолекулното взаимодействие намалява, подвижността на макромолекулите във влакната и нишките се увеличава и триенето между отделните нишки в тъканта или трикотажните платна се намалява. От външните сили пълната деформация се увеличава.

При горните условия след премахване на товара с увеличена интензивност и пълнота се проявяват обратните релаксационни процеси.

На фиг. 107 са дадени кривите за изменение на деформацията

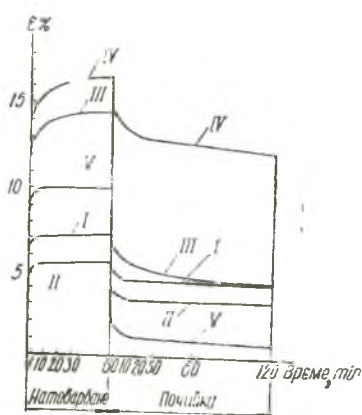
при и без натоварване на един и същи вид опитен образец при различни условия.

От кривите за изменение на деформацията, представени на фиг. 108, може да се преценят свойствата на различни видове платове.



Фиг. 107. Изменение на деформацията при натоварване и след разтоварване на полиамиден плат за ризи в различна среда:

*I* — във въздух при температура 20°С; *II* — във вода при температура 20°С; *III* — в топла вода 75°С; *IV* — в 2%-ен разтвор на фенол



Фиг. 108. Криви за изменение на деформацията при натоварване и разтоварване:

*I* — памучна басма; *II* — леново платно; *III* — вълнен габардия; *IV* — вискозна басма; *V* — полиамиден плат за ризи

### Многократно натоварване на опън

Поради непрекъснатото навлизане на различните видове влакнести материали в нови области изпитването за многократно натоварване на опън придобива все по-голямо значение. Този метод за получаване на многоциклени характеристики върно изразява структурните изменения, които настъпват в текстилните материали, влакната и нишките при многократно натоварване.

При тъкането и плетенето предиите и нишките се подлагат на десетки хиляди цикли на опън с честота 3—4 и повече Hz. В процеса на продължително носене на дрехите части от тях милиони пъти се подлагат на опън с честота около 1 Hz.

Особено голямо внимание се отделя на изучаване на многократното натоварване на опън на кордовите нишки в автомобилните и самолетните гуми. Те се подлагат десетки милиони пъти на опън и огъване с честота над 100 Hz. Има още много области, в които изделията от природни и химични влакна са подложени на многоциклени деформации.

При многократното натоварване на опън във влакната и нишките

настъпват структурни изменения, които имат различен характер в зависимост от степента на деформирането. Първоначално настъпва частично подобряване на структурата поради ориентиране на структурните елементи — молекули, микрофибрили и влакна, по посока на усилието, което ускорява взаимодействието между тях. След това структурата се влошава, тъй като напреженията обикновено се концентрират в тези места, в които има някакъв дефект.

За изследване на многофазните промени в структурата на влакната и нишките има създадени многобройни уреди и апарати и теоретични разработки в специалната литература.

### Едноцикленни деформации

Всички видове текстилни влакна — природни и химични, поради незначителната си дебелина и особената структура могат да се огъват на малък радиус (0,02 mm), без да настъпват необратими деформации в тях.

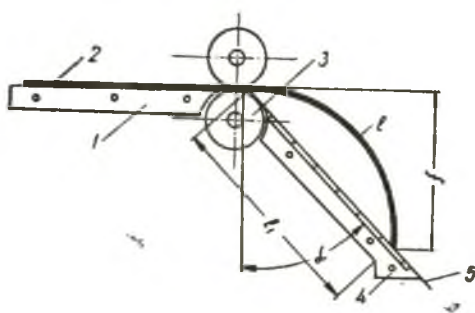
За текстилните изделия, предназначени за дрехи, най-важни са полуциклените неразрушаващи характеристики, а именно: коравина, драпируемост, немачкаемост и др.

*Коравина.* Коравината на влакната и нишките зависи от природата на влакната, начина на изпридане, степента на усукване, геометричните свойства на текстилното изделие — сплитка, плетка, гъстина на сплитката и плетката, и цялостната апретурна и багрилна обработка.

Освен чисто естетическо значение коравината на платовете и трикотажа има и хигиенно-физиологично въздействие върху чо-

вешкия организъм. Коравите платове стягат тялото, предизвикват травматични заболявания, дразнят механично отделни участъци и пречат на свободните движения, което довежда до физическа умора и психическа потиснатост.

За определяне на коравината на платове, трикотаж и нетъкан текстил има многобройни методи и уреди. На фиг. 109 е показана схемата на такъв уред.



Фиг. 109. Схема на уред за определяне на коравината на текстилни изделия

Върху полираната хоризонтална масичка 1 се поставя образецът 2 с дължина 150 mm и широчина 50 mm, който чрез двойните цилиндри 3 постепенно се изтегля към наклонената под 45° плоскост 4, докато крайт му се доближи на 0,1 mm. Върху нея е поставена

измерителна линия  $5$  за непосредственото отчитане на проекцията  $l_1$  на дължината  $l$  от провисналата част на образца.

Големината на огъването или стрелата на провисването се определя по формулата  $f=l \cdot \cos \alpha$ , а относителното провисване  $f_0$  — по формулата

$$f_0 = \frac{f}{l} = \cos \alpha; \quad \cos 45^\circ = 0,707.$$

За да се реши задачата, изпитваният текстилен образец се приема за конзолна греда с равномерно разпределен товар  $P$ , провисваща от собственото си тегло. Тогава

$$f = \frac{P}{EY} \cdot \frac{l}{8} \text{ cm},$$

където  $E$  е модулът на линейната деформация, МРа;  
 $Y$  — полярният инерционен момент на образца.

Поради анизотропния характер на полимерните материали за текстилни цели се въвежда понятието деформационен модул  $EL$ , който замества модула на линейната деформация.

Определянето на деформационния модул се извършва по следния начин:

$$EL = \frac{q \cdot l^3}{A} \text{ mg/cm}^3,$$

където  $q$  е масата на провисналата част от образца,  $\text{mg/cm}$ ;  
 $l$  — дължината на провисналата част,  $\text{cm}$ ;  
 $A$  — коефициент, изчислен по формулата

$$A = 6,39 f_0^3 - 0,028 f_0^2 + 8 f_0;$$

при  $0,35 f_0 = 0,80$ ,

$$A = (57,23 f_0^3 - 80,37 f_0^2 + 31,75 f_0 + 2,16) \frac{f_0}{1 - f_0}.$$

При решаване на практически задачи се приема

$$l_1 = l; f_0 = 0,707 \text{ и } A = 11,2.$$

Тогава уравнението за деформационния модул добива следния опростен вид:

$$FL \approx 0,09 q \cdot l_1^3 \text{ mg/cm}^3$$

*Драпируемост.* Драпируемостта на всички видове текстилни изделия зависи най-много от коравината на изходния полимер и начина на механичната му обработка.

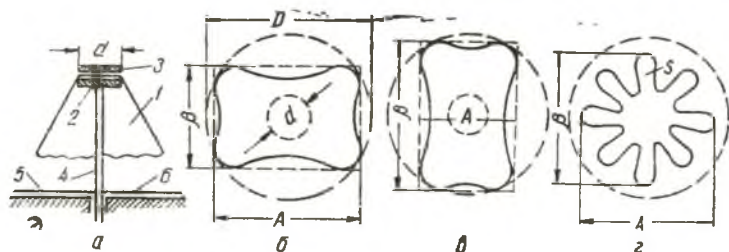
В литературата се срещат многобройни определения на понятието драпираща способност. Като обобщаващо ние предлагаме следното: драпираща способност се нарича способността на текстил-

ните изделия да образуват гънки във вертикална посока под действието на собственото им тегло.

Разглежданите досега характеристики на текстилните влакна и изделия имаха обективен характер, тъй като тяхното количествено измерване беше независимо от личните впечатления и физиологичните реакции на наблюдателя. Драпиращата способност на изделията може да се причисли към друга група, за която освен абсолютните и относителните измервания важат и редица субективни количествени характеристики. Върху това свойство, както и при мачкаемостта, решаващо значение имат природата и размерът на влакната, структурата на преждите и нишките и масата на текстилното изделие.

Тежките и дебелите платове, както и по-голяма част от нетъкните материали, особено слепените, дават едри дипли. Трикотажените изделия от естествени влакна и химични нишки правят дребни и дълбоки дипли, наклонени почти перпендикулярно.

На фиг. 110 е дадена постановката за определяне на драпиращата способност на текстилни изделия. Образецът за изпитване 1 с диаметър  $D$  се поставя с помощта на специална решетъчна вилица върху диска с диаметър  $d$  и се покрива с втора кръгла плочка 3. За да се отстранят допирането на пробата до равнината 5, чрез вертикалния прът 4 дисковете заедно с пробата се издигат на височина, която позволява да се очертават линиите на хвърлената проекция от деформационния образец. Под действието на собственото тегло пробата се деформира и образува произволни по вид и големина дипли.



Фиг. 110. Постановка за определяне на драпиращата способност на плоскостни текстилни изделия

Степента на драпируемост на текстилните изделия се определя от коефициента на драпиращата способност  $K_{др}$  и чрез отношението  $\chi$  на външните размери на пробата в две взаимно перпендикулярни посоки:

$$K_{др} = \left(1 - \frac{4S}{\pi D^2}\right) 100\%;$$

$$\chi = \frac{B}{A},$$

- където  $S$  е проекцията на пробата върху хоризонталната равнина,  $\text{mm}^2$ ;  
 $D$  — диаметърът на пробата,  $\text{mm}$ ;  
 $B$  — най-големият размер на проекцията по дължина на изпитваната проба (по основа),  $\text{mm}$ ;  
 $A$  — най-големият размер на проекцията по широчина на изпитваната проба (по вътък),  $\text{mm}$ .

Площта на проекцията на текстилни изделия, които имат увеличена коравина, е близка до първоначалния размер на пробата. Висококачествените и трикотажните платове дават силно намалена проектирана площ, която по външен вид прилича на многолистна детелина.

Чрез анализиране на получените стойности за  $\kappa$  може да се определи посоката, в която изделието проявява по-добре драпиращата си способност. В случаите, когато стойността на  $\kappa$  е 1,1, пробата пада по-добре в напречна посока, т. е. успоредно на вътъка, а при  $\kappa = 0,95$  — в посока на основата. За някои равноплътни платове, т. е. платове, които имат еднаква основа и вътък, стойността на  $\kappa$  е от 0,95 до 1,1. Това показва, че образецът има драпираща способност по основа и вътък или в двете посоки.

За измерване на площта на проекцията  $S$  под пробата се поставя милиметрова хартия  $b$  и чрез вертикално осветление се очертават контурните линии от сянката на пробата.

Пробните образци от естествена коприна, вълна и химични нишки имат  $D=150 \text{ mm}$  и  $d=50 \text{ mm}$ . Всички останали видове платове, трикотаж и нетъкани текстилни изделия имат  $D=200 \text{ mm}$  и  $d=80 \text{ mm}$ .

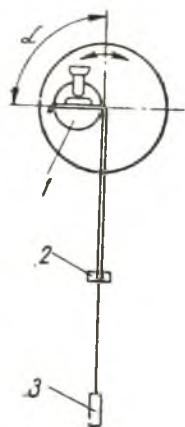
Резултатите, получени от изпитванията на няколко вида текстилни изделия с описаната опитна постановка, са дадени в табл. 33.

Таблица 33

Вид на платовете	Коефициент на драпируемост, %		
	отлична драпируемост	добра драпируемост	лоша драпируемост
Памучни платове	над 65	45—65	под 45
Фини камгарни платове	„ 80	68—80	„ 68
Обикновени камгарни платове	„ 65	50—65	„ 50
Естествена коприна и коприна от химични нишки	„ 85	75—85	„ 75

## Многоциклени деформации

За голяма група текстилни изделия и особено за изделия, предназначени за технически цели, многократното огъване има първостепенно значение. При този вид деформация настъпва бързо разхлабване на опитния образец вследствие на натрупването на умора в материала. Без да има загуба на маса, вискозитетът на разтвора от „уморен“ полимер рязко се намалява, което е доказателство за настъпилата деструкция след определен брой двойни огъвания.



Фиг. 111. Схема на уред за многократно огъване на текстилни изделия

В структурата на преждата и коприната настъпва разкъсване на отделни влакна и филamenti, а на платовете — на преждови нишки.

За определяне на устойчивостта на многократно огъване на платове, нетъкан текстил и др. има няколко групи уреди. Ние накратко ще разгледаме схемата само на един, който е намерил широко приложение в производството (фиг. 111).

Изпитваният образец от плат се затяга в ексцентрично поставената челюст 1. На долния край на лентата се намира втората челюст 2, на която се окачва тежестта 3. Челюстта 1 чрез възвратно-постъпвателен механизъм люлее от  $0^\circ$  до  $2\pi$  за определено време.

При скъсване на образца огъванията спират, след което на брояча се отчитат двойните огъвания.

Много от текстилните изделия издържат многобройни двойни огъвания, което забавя получаването на резултатите. Ето защо след определен брой двойни огъвания се измерва чрез разкъсване здравината на изпитваните образци; за някои изделия тя значително се различава от тази преди деформацията.

Върху крайните резултати оказват влияние радиусът на закръгление на горната челюст (0,2 mm), ъгълът на огъване (около  $\pm 140^\circ$ ), натоварването (около 15% от разрушаващата здравина), широчина на образца (10 mm) и броят на опитите (30).

Неправилно е да се сравняват устойчивостите на многократно огъване на влакна с различна дебелина, от които са изработени изделията. Колкото по-дебели са влакната при огъването, толкова по-бързо расте от вътрешна страна усилието на смачкване, а от външната — на опън. В следващия момент напреженията се разменят.

Върху многократното огъване на текстилните изделия решаващо влияние оказват природата на влакната и техният вид. В табл. 34 са дадени сведения за устойчивостта на огъване на някои основни видове влакна и нишки.

Вид на влакната и нишките	Дебелина на влакната, $mtex$ (Nm)	Среден брой на огъванията до скъсване
Памук — средновлакнест	140 (7100)	4 660
Вълна 64-то качество	—	140 412
Вискозни влакна	440 (2250)	5 772
Медно-амонячни влакна	442 (2260)	4 478
Ацетатни влакна	278 (3600)	5 484
Триацетатни „	318 (3140)	2 207
Полиамидни „	348 (2872)	над 150 000
Полиестерни „	361 (2772)	60 208
Полиакрилонитрилни влакна	3351 (2988)	98 150
Полипропиленови „	1670 (600)	над 100 000

В лабораторните упражнения се разглеждат уредите за изпитване на многократно огъване и начините за направата на образците за изпитване на влакнести материали за текстилни и други цели.

*Деформация на усукване.* Плоските текстилни изделия — платове, трикотаж и нетъкан текстил, почти не се подлагат на усукване в процеса на експлоатацията им. При ръчното пране дрехите се извиат за изцеждане; тази деформация може да се използва за определяне на мачкаемостта на изделията.

## ПОВЪРХНОСТНО И ТАНГЕНЦИАЛНО ТРИЕНЕ

### Коефициент на триене на влакна и текстилни плоскости

Благодарение на силите на триене и сцепление е възможно изпридането на прежди и коприни от различните видове влакнести материали. От триенето в много случаи зависят структурата и механичните свойства на текстилните изделия, изборът на технологията и предназначението им.

От физиката и механиката е известно, че при относителното движение на две тела, подложени на нормален натиск, в плоскостта на тяхното допиране възниква съпротивление, което се характеризира със силата на триене  $T$ . С нарастване на големината на нормалния натиск нараства и силата на триене. В случая, когато нормалният натиск е равен на нула, между текстилните влакна и нишки има сили на триене, които се проявяват като сцепление  $T_{сц}$ . Това се дължи на неравностите, къдравините, особения строеж на повърхнината и др.

Общата сила на тангенциалното съпротивление  $T_0$ , която се поражда в плоскостите на допиране, е

$$T_0 = T + T_{сц}$$

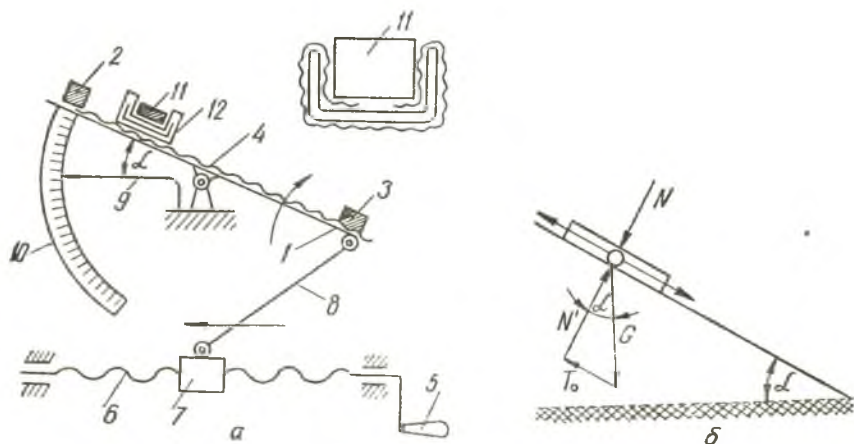
За всички видове текстилни изделия — платове, трикотаж, нетъкани плоскости и др., стойността на силата на триене, която се изразява чрез коефициента на тангенциалното и повърхностното съпротивление, има много голямо значение. От този коефициент зависи устойчивостта на изтриване, удобството при носене на дрехите и тяхното изработване.

Стойността на коефициента на тангенциалното съпротивление зависи главно от природата на влакната и нишките, съотношението на компонентите в тях и конструкцията на преждите, от които се изработват изделията. Той зависи също от вида на сплитката, плътността по основа и вътък и начините на окончателната апертурна обработка.

За всички видове гладки тъкани к. т. с. е значително по-нисък от този на тъканите със завласена повърхнина.

Влакна, прежди и коприни с малък коефициент на триене се преработват трудно. Налага се прилагането на високи сукови коефициенти, от което преждите и нишките придават на изделията коравина. Това обаче води до влошаване на санитарно-хигиенните изисквания и общата комфортност на дрехите. Поради тези причини, макар и накратко, изучаването на триенето представлява определен интерес.

На фиг. 112 а е дадена опитната постановка за определяне на ъгъла на триене, чрез който се изчислява коефициентът на танген-



Фиг. 112. Постановка за определяне ъгъла на триене на плоскостни текстилни изделия

циално съпротивление на плоскостни текстилни изделия от животински, растителни и химични влакна, а също и на нетъкани изделия.

Изпитванията трябва да се провеждат при нормални условия (относителна влажност  $65 \pm 3\%$  и температура  $20 \pm 8^\circ\text{C}$ ).

Уредът има подвижна плоскост 1, ъгълът на която към хоризонта може постепенно да се изменя, и квадратен блок 11, около който се обвива образецът за изпитване.

Плоскостта има широчина над 160 mm и дължина 500 mm, а блокът — квадратна основа със страна 50 mm и маса 220 g.

От различни места на плата се изрязват опитни образци 12 — три по основа и три по вътък, с широчина 500 mm и дължина над 150 mm.

Методът на работа е следният: широката лента 4 се закрепва неподвижно с лицевата страна навън в челюстите 2 и 3 (при закрепването тя леко се изправя с длан). Чрез въртене на ръчката 5 винтът 6 задвижва гайката 7, която чрез лоста 8 е свързана шарнирно с плоскостта 1.

Необходимо е наклоняването на плоскостта да се извърши бавно (на 1° за 1 s) и плавно, т. е. без тласъци.

Лентовият образец 12 се поставя над подвижния блок 11. След докарване в хоризонтално положение на плоскостта 1, на която е закрепена лента 4, на единия ѝ край се поставя подвижният блок 11 (посоката на двете ленти по основа и вътък трябва да бъде еднаква). Чрез ръкохватката 5 плоскостта 1 се навежда плавно до тогава, докато блокчето с образца се хлъзне по наклонената равнина до другия ѝ край. Чрез стрелката 9 и ъгловата скала 10 се отчита с точност до 1° ъгълът на триене, при който блокчето се е хлъзнало.

С всяка от трите подобни ленти се извършват по 15 измервания. Двете посоки (по основа и вътък) при един и същи ъгъл. Платът, с който се покрива наклонената равнина, се разделя предварително с контрасти а линия на 3 ленти за всеки образец.

Първите 10 резултата не се вземат под внимание, а на останалите 5 се взема средноаритметичната стойност. Същото се извършва за двете посоки по основа и вътък.

*Коефициент на тангенциално съпротивление.* След като се определи ъгълът на триене и по схемата на фиг. 112 б, става възможно неговото извеждане:

$$T_0 = G \cdot \sin \alpha,$$

$$N' = G \cdot \cos \alpha,$$

където  $G$  е масата на блокчето заедно с пробата, g.

Коефициентът на тангенциалното съпротивление  $\mu$ , който характеризира силата на триене на повърхнините на текстилни и други изделия, се определя по формулата

$$\mu = \frac{T_0}{N'} = \frac{G \cdot \sin \alpha}{G \cdot \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Определянето на к. т. с. на прежди и нишки чрез описания метод е много трудно. Това се извършва сполучливо с уреда, показан на фиг. 113. Около неподвижната конзола 1, изработена от определен за изследването материал, се обвива преждата 2, на долния край на която се намира тежестта 3 с маса  $P_1$ . Горният край на нишката е свързан с челюстта 4. След включване на динамометъра направо на скалата 5 се отчита силата на опъването  $P_2$ . Съгласно уравнението на Ойлер се получава



$$P_1 \cdot e^{\mu\alpha} - P_2 = 0$$

$$P_2 = P_1 \cdot e^{\mu\alpha}$$

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{P_2}{P_1},$$

където  $\mu$  е коефициент на тангенциално съпротивление;

$\alpha$  — ъгълът, на който нишката обвива конзолата 1, изразен в радиани.

Фиг. 113. Определяне на коефициента на тангенциалното съпротивление при текстилни изделия

Върху стойността на к. т. с. оказват влияние следните фактори: усилието, което се прилага, скоростта на преместването, големината на нормалния натиск, природата на влакната, свиваемостта и др.

В табл. 35 са дадени стойностите на к. т. с. за влакна, премествани едно спрямо друго без нормален натиск.

Таблица 35

Вид на влакната	Дебелина на влакната, $mtex(Nm)$	Коефициент на тангенциално съпротивление
1	2	3
Вискозни влакна	444,4—337,8 (2250—2960)	0,200—0,152
Медно-амонячни влакна	43,4, 8(230)	0,247
Ацетагни влакна	327,3(3055)	0,245
Полиамидни (капронови) влакна	361,0(2770)	0,277
Полиестерни влакна:		
терилен	498,0(2038)	0,368
лавсан	209,6(4770)	0,322
хлоринови	396,2(2524)	0,359
Полиакрилонитрилни влакна		
гладки	301,2(3320)	0,251
извнги	310,7(3225)	0,283
Полипропиленови влакна	---	0,362
Вълна мерино 70 <sup>K</sup> — посока на движение срещу люспиците	---	0,508

От химичните влакна най-висока стойност на к. т. с. имат полипропиленовите.

И по този показател вълнените влакна доминират над всички останали.

### УСТОЙЧИВОСТ НА НАТИСК

Текстилните суровини — природни и шапелни влакна, ленти и кабели от химични влакна, винаги са създавали проблеми при тяхното складиране и транспорт. За тях са нужни големи складови помещения и транспортни средства.

За частичното решаване на този проблем влакнестите материали се подлагат на пресоване. Това обаче предизвиква необратими деформации във влакната (появяват се чупки и пукнатини), които влошават качеството им и затрудняват механичната и химичната им обработка.

Установено е, че обемната плътност на по-голяма част от платовете и трикотажните изделия е около  $0,5 \text{ mg/mm}^3$ . Пространствата между влакната, преждите и нишките е също от 50 до 80%.

Относителната деформация на натиск  $\epsilon_n$  спада към групата на неразрушаващите характеристики:

$$\epsilon_n = \frac{h_0 - h_k}{h_k} \cdot 100\%$$

където  $h_0$  е дебелината или обемът преди деформирането;  
 $h_k$  — дебелината или обемът след деформирането.

Устойчивостта на натиск на текстилните влакна и нишки доста вярно характеризира еластичността им, проявяваща се във възстановяване на обема след отстраняване на приложената сила.

В табл. 36 са дадени сведения за еластичните свойства на някои видове влакна, изпитвани на смачкване.

Таблица 36

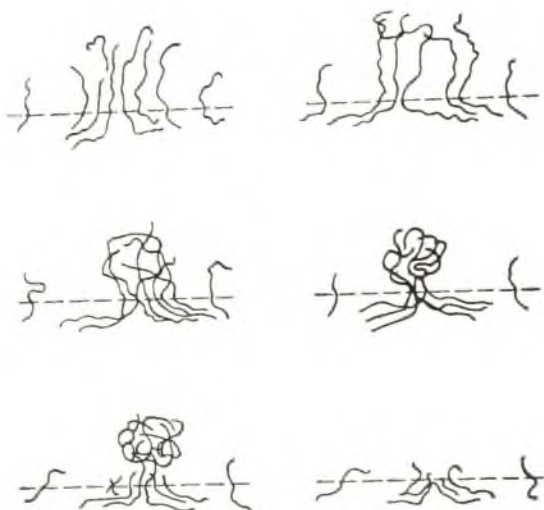
Вид на влакната	Възстановяване на обема след премахване на товара, %			
	веднага	след 5 min	след 15 min	след 20 min
	2	3	4	5
Памук — средновлакнест	74,5	82,8	84,6	87,3
Вълна 70*	87,7	94,4	95,3	96,3
Вискозни влакна	58,6	70,7	74,1	77,0
Медно-амонячни влакна	61,2	72,8	76,1	79,3
Ацетатни влакна	71,7	78,7	80,5	82,5
Полиамидни влакна — капрон	84,9	93,7	94,3	94,5
Полиестерни влакна — терилен	88,7	93,1	94,0	94,2
Полиакрилнитрил — нитрон изви	85,4	92,6	93,5	94,2
Полиакрилнитрил — нитрон гладък	82,9	90,3	92,1	93,3
Хлоринови влакна	78,3	84,1	86,5	88,0

Всички образци преди изследването са били поставени под натиск 1 МРа в продължение на един час. Получените резултати имат особено значение при подбиране на влакната за килимарски изделия. И в този случай вълнените влакна, макар и с малка здравина, заемат първо място. Поради тези причини най-висококачествени са вълнените килими тип персийски, котленски и др.

Поради високата цена на вълната вместо нея успешно се използват химичните влакна — полиестерни, полиамидни, полиакрилонитрилни и ацетатни, чиито еластични свойства на възстановяване са близки до тези на вълната.

## ПИЛИНГ

Образуването на малки, почти кръгли сферички от преплетени влакна върху изделия от вълна и други влакна се нарича пилинг. Тези образувания сериозно влошават външния вид на дрехите. При чисто вълнените дрехи тези топчици сами отпадат, тъй като дългите влакна, около които са преплетени късите, лесно се скъсват. Това обаче при изделията от полиамидни и полиестерни влакна не е така.



Фиг. 114. Схема на образуване на пилингови пъпки

Дрехите се покриват с многобройни едри „пъпки“, които ги правят негодни за носене, макар и да са още здрави.

На фиг. 114 е дадена схемата на образуване на пилингови пъпки.

Поради невъзможността да се получат щапелни влакна с еднаква дължина при носенето на дрехи от тях вследствие на триенето и

движението краищата на влакната излизат на повърхността на платовете и трикотажа, като късите влакна постепенно се преплитат с краищата на дългите и образуват пъпки.

Основните причини за образуването на пилинг са следните:

1. При еднакви текстилни изделия образуването на пилингови пъпки расте, когато дрехите се носят от хора с увеличена подвижност.

2. След стригането и пърленето на платовете пилингообразуването намалява.

3. Дебелината на елементарните влакна оказва немалко влияние. Дебелите влакна образуват по-малко пилингови пъпки от тънките.

4. Пилингът върху платовете зависи от начина, по който са изработени преждите. Най-слаб е пилингът при дрехите от безкрайно дълги нишки, след това при камгарните и най-силен — при изделията от шрайхгарни прежди.

С увеличаване на броя на суковете, т. е. на суковия коефициент, от 75 до 85 и на пресукването от 110 до 130 също се намалява пилинговият ефект. Пилингът може да се намали и чрез конструкцията на платовете. При сплитка лито той е най-малък, тъй като начинът на преплитане на основните и вътъчните нишки задържа излизането на късите влакна извън платовете (повторът на сплитката е с по-малка дължина от дължината на късите влакна).

Върху това явление влияят също стойността на коефициента на тангенциално съпротивление, статичното електричество и еластичната деформация на влакната. Увеличаването на к. т. с. и намаляването на наелектризирането води до намаляване на пилинга. Профилното сечение на химичните влакна има същото влияние.

### СВИВАЕМОСТ НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ

Всички видове платове, трикотажни и други текстилни изделия имат способността да намаляват размерите си.

Причините за скъсяването на текстилните изделия са много: многократно пране и намокряне, дневна светлина, апретурна обработка, а в някои случаи и химична обработка.

Свиваемостта показва изменението на първоначалните размери на текстилното изделие или на изрязания от него образец, изразено в проценти.

Свиваемостта на платовете се измерва по основа и вътък, на трикотажните платна — по бримков ред и бримков стълб, а на нетъкните изделия — по дължина и широчина. Линейната свиваемост  $C_v$  е равна на

$$C_v = \frac{L_1 - L_2}{L_1} 100\%,$$

а повърхностната свиваемост  $C_n$ :

$$C_n = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \cdot 100\%,$$

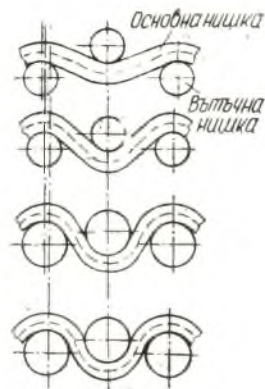
където  $L_1$  и  $S_1$  са дължината и площта на образца преди изпитването, mm и mm<sup>2</sup>;

$L_2$  и  $S_2$  — дължината и площта на образца след изпитването, mm и mm<sup>2</sup>.

Някои текстилни изделия — платове и трикотаж, изработени от силно пресукани прежди и нишки, под действието на топлината и влагата се удължават.

Свиваемостта представлява сложен комплекс от взаимно свързани явления, някои от които ще разгледаме:

1. Тоталната свиваемост най-много зависи от свиваемостта на влакната, от които е изработено изделието. Намаляването на линейните размери на влакната настъпва поради прегрупиране на молекулите в него. Предпоставка за едно такова прегрупиране са релаксационните процеси, осигуряващи на молекулите състояние на равновесие вследствие на отстраняване на вътрешните напрежения, които непрекъснато се натрупват от момента на овлажняването до изтъкването. Допълнителни напрежения се получават след апретурните обработки; нишките в основата и вътъка, в бримковите редове и стълбове са подложени на нови усилия, създаващи условия за потенциална свиваемост.



Фиг. 115. Геометрично обяснение на свиваемостта при взаимодействието на основните и вътъчните нишки

2. При апретурните обработки влакната и нишките набъбват в различна степен. Това предизвиква допълнително извиване на нишките в текстилните изделия. От фиг. 115 се вижда, че силно набъбналите нишки на вътъка са предизвикали свиване на плата в посока на основата поради увеличената ѝ извитост около вътъчните нишки. Това обяснение е правдоподобно за хидрофилните влакна, в които при набъбването настъпва отслабване на връзките между макромолекулите им.

Тъй като ние свързахме свиваемостта преди всичко с проникването на водата дълбоко в структурата на влакната, би трябвало хидрофобните влакна да не се свиват. Свиваемостта обаче на химичните

е свързана с релаксацията на еластичната деформация. Свиваемостта в готовите изделия е свързана с геометричните изменения на преждите или комплексните нишки. През различните производствени етапи свиваемостта на платовете е различна. От фиг. 116 се вижда, че „суровите“ платове имат най-голяма свиваемост. При изваряване, пране, багрене и сушене се създават условия за премахване на еластичните деформации, предизвикани в преждите при бобиниране, сноване, скробване и особено в процеса на тъкането. Поради това готовите платове имат по-малка свиваемост от суровите.

Ориентировъчно свиваемостта на памучните басми е 5—7%, на вискозните — до 15%, на камгарните платове — 1—2%, на шрайхгарните платове — до 4—5%.

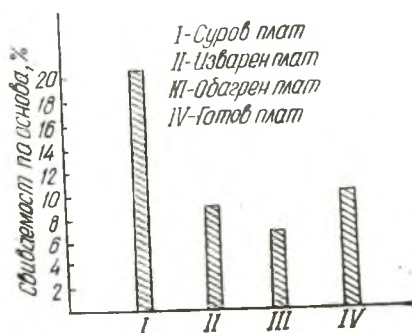
В заключителните етапи на апретурната обработка, макар и минимално, опъването на платовете пречи за окончателното прогичане на релаксационните процеси в тях. В много случаи при недостатъчно подаване на плата в сушилно-ширилните машини, което се съпровожда обикновено с изпреварване и напречно огъване, в готовите платове наново се предизвикват еластични деформации, които увеличават свиваемостта им.

Свиваемостта е един от съществените недостатъци на платовете, платната и нетъканите плоскости. Тя не само намалява линейните им размери, но ги деформира поради различието ѝ по основа и вътък и бримкови редове. Вследствие на това изделията стават почти негодни за носене.

Свиваемостта предизвиква изменение на дебелината, плътността по основа и вътък, удължението при разкъсване и масата на 1 m<sup>2</sup> плат. Например свиваемостта на басма от вискозни шапелни влакна, която се произвежда в стотици милиони метри, е над 10%; дебелината ѝ се увеличава с 10—14%, плътността по вътък — с 10—20%, по основа — с 1—5%; масата на 1m<sup>2</sup> нараства от 5 до 30%, а удължението — повече от два пъти.

Върху свиваемостта на платовете и трикотажа влияят дебелината на преждите, плътността при тъкането, видът на сплитката и нейният повтор и характерът на отделните операции и процеси при цялостната апретурна обработка.

За намаляване до минимум на потенциалната свиваемост в готовите платове заключителното облагородяване трябва да осигу-



Фиг. 116. Изменение на свиваемостта на басма от вискозни шапелни влакна

рява на плата възможност за свободно отстраняване на еластичната деформация, а нишките и влакната в него да заемат своето равновесно състояние.

Методите и химичните средства за намаляване на свиваемостта се изучават в други дисциплини. От методични съображения ние ще споменем някои от тях.

Платовете от целулозни влакна се обработват с мравчена киселина, формалдехид и други видове смоли, които, прониквайки във вътрешността на влакната, образуват устойчиви високомолекулни съединения, намаляващи набъбването и свиваемостта. Недостатък на този вид обработка е рязкото намаляване на устойчивостта на изтриване — над 60%.

Много добри резултати се получават при използването на малки количества на силиконово-органични препарати (0,14—0,15% от масата на тъканта). Свиваемостта се намалява с повече от 40%, като устойчивостта на изтриване почти не се изменя.

Методите и уредите за определяне на свиваемостта на текстилните изделия съгласно БДС се изучават в лабораторните занятия.

### НЕМАЧКАЕМОСТ НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ

Цялостното окачествяване на платовете и трикотаажните изделия е немислимо без измерване на способността им да се съпротивляват на външни механични въздействия, т. е. без измерване на тяхната немачкаемост.

Под немачкаемост обикновено се разбира склонността на текстилните изделия да образуват гънки и ръбове при прегъване под налягане. Намалената устойчивост на този вид деформация, от една страна, влошава вида на текстилните изделия, т. е. понижава естетичните им качества, а от друга, определя по-малката им устойчивост на износване. Известно е, че в местата на прегъване на плата претриването е най-силно независимо от това, дали тези прегъвания са създадени нарочно или се образуват в процеса на носене.

Текстилните изделия, предназначени за дрехи, трябва да имат висока немачкаемост както в сухо състояние при условията на нормална експлоатация, така и в мокро състояние, а също и след умокряне, пране, сушене. След химическо чистене на костюмни изделия и шлифери немачкаемостта трябва да се изменя незначително.

За да се установи доколко правилно е извършено немачкаемото апретиране и доколко готовите текстилни изделия отговарят на определени нормативни предписания, се е наложило създаването на методи, уреди и апарати за оценка на немачкаемостта им.

Методите за измерване на немачкаемостта могат да се обединят в две групи.

1. Методи, основани на измерването на еластично-пластичните свойства на материалите, от които се изработват текстилните из-

деля. При тях не се отчита влиянието на строежа, сука и тънкостта на влакната, преждата и платовете, поради което те не могат да дадат точна представа за немачкаемостта на платовете и изработените от тях изделия.

II. Методи, основани на измерването на някои величини на деформиран при стандартни условия образец от изследвания плат. Тези методи имат две разновидности:

1. Методи за определяне на абсолютната немачкаемост, при които за немачкаемостта на плата се съди по ъгъла на възстановяване, запазван от смачкания чрез прегъване образец известно време след премахване на деформационното усилие.

2. Методи за определяне на видимата немачкаемост, които се свеждат до оценка на външния вид на платовете, деформирани при определени условия. Те биват субективни и обективни.

Най-широко приложение в практиката са намерили методите за измерване на абсолютната немачкаемост. Това се дължи на простотата на методите и уредите. Те обаче не дават точна и пълна представа за сложните условия на смачкване и възстановяване на дрехите през време на носенето.

В зависимост от условията, при които се извършва измерването, методите за определяне на абсолютната немачкаемост биват:

1) методи, при които ръбът на прегънатия образец се намира в хоризонтално положение;

2) методи, при които ръбът на прегънатия образец се намира във вертикално положение;

3) методи, основани на измерване на величини, зависещи от ъгъла на възстановяване.

Методи за определяне на видимата немачкаемост:

1. *Подгрупа субективни методи.* При тези методи върху изследвания образец се създават гънки в различни направления чрез някакво деформиращо усилие. Оценка за степента на немачкаемост се дава въз основа на релефността на платовете — количеството и вида на гънките, дълбочината им и равномерността на тяхното разпределение, или чрез сравнение с еталони или фотографии.

Методите от тази подгрупа са прости и бързи, а използваните уреди — несложни. Определянето на немачкаемостта обаче зависи изключително от субективните качества на изпитателя. Тези методи не дават количествена оценка на степента на смачкване.

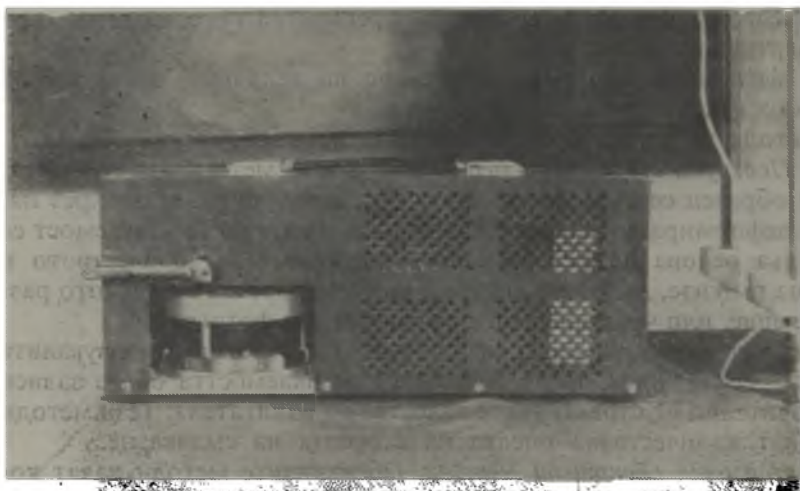
2. *Подгрупа обективни методи.* Обективните методи дават количествена оценка на степента на смачкване на изпитваните текстилни изделия. Основното затруднение при тях произлиза от необходимостта да се получат възпроизводими гънки, близки до тези, появяващи се при носене на дрехите.

В апаратите ИН-1 и ИН-2 този въпрос е решен сполучливо чрез използване на деформационната матрица (фиг.117). Тя се състои от две цилиндрични отливки, между релефните образувания на които се деформира поставеният плат.

От текстилните изделия, чиято немачкаемост ще се изследва, се изрязва кръгъл образец с  $d=85$  mm, който престоява едно денонощие при нормални условия. След това се поставя между двете релефни половини на матрицата, затваря се и се натиска с опреде-



Фиг. 117. Матрица за деформиране на образци от плат



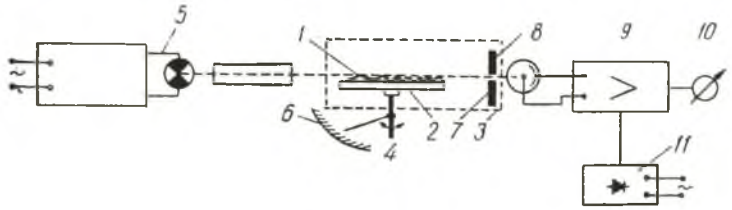
Фиг. 118. Уред за деформиране на образца от плат при определена сила и време

лена сила в уреда за деформиране (фиг. 118). След деформирането — смачкването, образецът се изсипва върху стъклена повърхнина, на която престоява 3 min за протичане на релаксацията.

Определянето на степента на деформация на мострата става

чрез електроннофотометричния апарат, принципната схема на който е показана на фиг. 119.

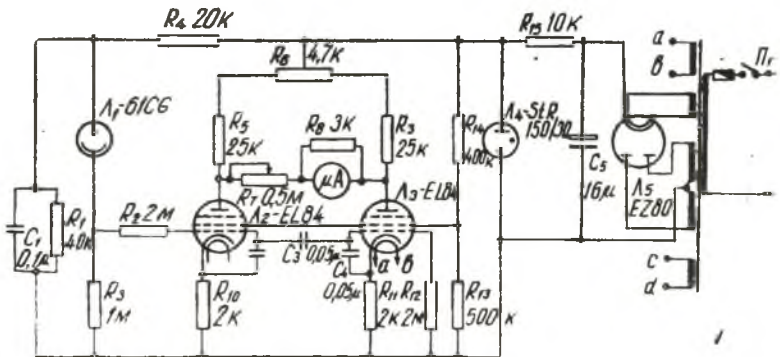
Подготвената по описания начин проба 1 се поставя по определен начин върху диска 2, монтиран в измервателната камера 3. Чрез



Фиг. 119. Принципна схема на електронния фотометър ИН-2

завъртвания механизъм 4 пробата 1 може да се постави на определени ъгли така, че успоредният светлинен сноп, получен от стабилизирания светоизточник 5, да се плъзга по различни участъци от повърхнината ѝ. Част от светлинния поток се спира от гънките на пробата, а останалата част през блендата 7 попада във фотоклетката 8, като изменя тока през нея. След преминаване през усилвателя 9 този ток се измерва от стрелковия уред 10 и пишещото устройство 11.

Принципната схема на усилвателя е показана на фиг. 120. Осъществена е балансна мостова схема с лампите  $\Lambda_2$  и  $\Lambda_3$ , поставени в двете рамена за намаляване на влиянието на стареене на лампите. Освен това при тези схеми на свързване промените в захранващото

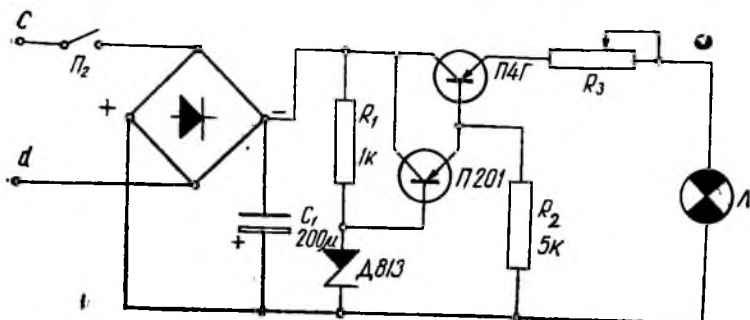


Фиг. 120. Схема на усилвателя в електронен фотометър

напрежение влияят слабо на изходящото напрежение и върху показанията на стрелковия уред. Със същата цел е стабилизирано и анодното напрежение чрез стабилизатора  $\Lambda_4$ . Параметрите на схемата са подбрани така, че да се получи пропорционалност между отклоне-

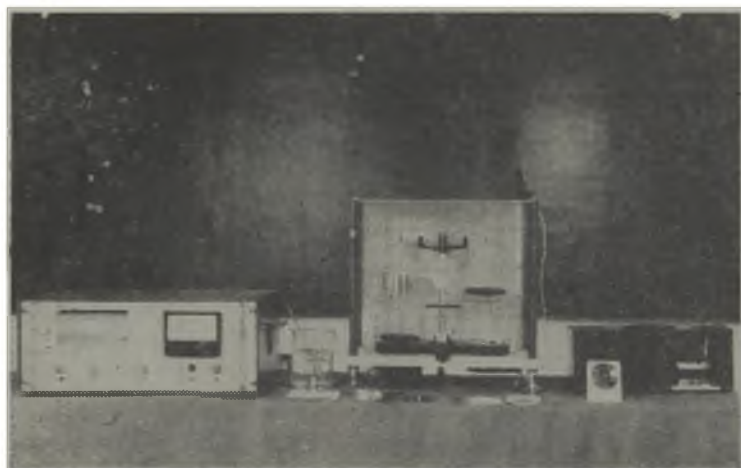
нието на показващия уред, включен в измервателния диагонал, и светлинния поток, преминал над гънките на образеца и попаднал във фотоклетката.

За да зависят показанията на измерващия уред само от премина-



Фиг. 121. Схема на стабилизирал токоизправител за прожектора в ИН-2

лия над гънките светлинен поток, прожекторът на устройството за получаване на успоредна светлина се захранва от стабилизирал токоизправител (фиг. 121).



Фиг. 122. Общ вид на електронния фотометър ИН-2:

*a* — кондиционен уред; *b* — деформиращ уред

За мачкаемостта на образеца може да се съди по средната стойност на отчетените значения при 12-те положения на диска.

Електроннофотометричното устройство към апарата позволява да се измерва видимата немачкаемост на гладки платове с дебелина до 2,5 mm.

Таблица 37

Описателна оценка на немачкаемостта	Мокро-суха немачкаемост, %	Мачкаемост, измерена по ъгъла на възстановяване	Окомерна оценка на немачкаемостта	Оценка на немачкаемостта по шестобалната система
След сушене платът остава силно измачкан; необходимо е продължително гладене	от 0 до 40	от 0 до 100°	ниска немачкаемост	лош (2)
След сушене остават трайни гънки; необходимо е гладене	от 41 до 60	от 101 до 120°	средна немачкаемост	среден (3)
След сушене остават слаби гънки, които се премахват лесно чрез гладене	от 61 до 80	от 121 до 140°	добра немачкаемост	добър (4)
При сушене върху закачалка гънките изчезват почти напълно; необходимо е незначително гладене	от 81 до 95	от 141 до 165°	много добра немачкаемост	мн. добър (5)
При сушене върху закачалка гънките изчезват напълно; не е необходимо гладене	от 96 до 100	от 166 до 180°	отлична немачкаемост	отличен (6)

Следва да се отбележи, че цветността и структурата на платовете не оказват влияние на показанията на измервателния уред.

На фиг. 122 е даден общ вид на електронния фотометър ИМ-2, на уреда за кондициониране на образците и на деформационното устройство с матрица за изрязване на образците.

На основата на измервания, извършени с платове, които имат характерна мачкаемост, е съставена квалификационна таблица за немачкаемостта след пране и сушене. В нея немачкаемостта е измерена с ИН-2 по методите на Зомер и Монсанто и по предложената от нас шестобална система (табл. 37).

## УСТОЙЧИВОСТ НА ИЗНОСВАНЕ

След продължителен период от време текстилните изделия, които са със запазена маса и без механични повреди, стават негодни за използване. Този вид износване се среща по-рядко.

Най-често при носенето текстилните изделия постепенно влошават свойствата си, т. е. механично се разрушават, докато станат негодни за по-нататъшно използване.

Износването на изделията е резултат на съвместното действие на многобройни фактори. Най-често износването настъпва от изтриването върху различни предмети, от многократното опъване, огъване, смачкване и др. Физико-механичното износване настъпва в резултат от действието на светлината, потта, перилните препарати, многократното пране и химичното чистене. Когато текстилните изделия престоят продължително време в условия, благоприятни за развитието на гъби, плесени и микроорганизми, те бързо се разрушават от тях.

Износостойчивост на изделията се нарича способността им да издържат на разрушителното действие на изброените фактори. Тя зависи също от природата на влакната, от структурата на изделията и от начина на апретиране и багрене.

*Износване от изтриване.* При деформиране на текстилните изделия чрез опъване и огъване влошаването на свойствата им настъпва поради разхлабване на връзката между отделните влакна и нишки, а също и между молекулите им; при това изделията запазват първоначалната си маса. При механичното действие износването се придружава с постепенно намаляване на масата на изделието поради непрекъснатото отделяне на малка част от влакната или на елементарни нишки.

Устойчивостта на износване от изтриване се характеризира с броя на изтриващите цикли до разкъсването на отделни нишки в изделието.

В зависимост от начина на изтриване има създадени не малко методи и уреди за определяне на устойчивостта на износване.

*Оценка на износването* От многобройните показатели, които се

използват за преценяване на износването на текстилните изделия. Ние ще се спрем само на някои от тях:

а) с увеличаване на частичното и цялостното износване здравината намалява;

б) деформациите с променлив знак разрушават изделието при малък брой цикли;

в) с увеличаване на цялостното износване масата на изделието намалява;

г) здравината на преждите и нишките в изделието намалява в зависимост от износването;

д) здравината, определена чрез пропукване, намалява от износването;

е) вискозитетът на разтвора от влакната след определено износване се изменя.

Последният метод, който е чисто химичен, дава възможност от намаляването на вискозитета на разтвора да се съди за разрушаването и скъсяването на макромолекулите, т. е. за настъпилата деградация. От нея може да се съди и за степента на износване.

Методите и уредите за определяне на устойчивостта на износване се разглеждат в лабораторните занятия.

## ГЛАВА ВТОРА

### ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА НА ТЕКСТИЛНИТЕ ИЗДЕЛИЯ

Текстилните изделия, предназначени за изработване на дрехи, трябва да имат поредица от специфични свойства, които не са нужни на изделията от текстилни влакнести материали, предназначени за нетекстилни цели.

Едни от най-важните свойства са следните: хигроскопични, топлинни, оптични, електрически, акустични, въздухо- и водопропускливост, проникване на пара, прахозадържане и др. Комплексът от тези свойства влияе на санитарно-хигиенните свойства на изделията за дрехи.

**Хигроскопични свойства.** Хигроскопичните свойства на готовите текстилни изделия трябва да са еднакви със свойствата на влакната, от които те са изработени. Ние тук ще разгледаме някои различия на определенията и опитни постановки.

Способността на изделията да поемат и отдават водни пари и вода се нарича хигроскопичност.

Дрехите, които са в допир с човешкото тяло, трябва обезателно да могат да поемат влагата, потта и водата. Това изискване важи и

за почти всички медицински превързочни материали. Тези възможности на материалите се характеризират с количествени показатели, като водопоглъщане, водопоемане, капилярност и др. За някои случаи се изследват влагоотдаването, скоростта и времето на сушене.

*Действителната влажност*  $W_d$  на текстилните изделия се определя, както при влакната, чрез изсушаване на образец с маса 200 g или по-малък (3—10 g) в сушилня при температура 105—110°C. Изчислява се по формулата

$$W_d = \frac{G - G_c}{G_c} \cdot 100\%,$$

където  $G$  и  $G_c$  са масите на изпитвания образец преди и след изсушаването до постоянна маса, g.

*Максимална влажност*  $W_{max}$  на материала се нарича влажността, която той получава след продължително престояване в среда с относителна влажност  $\phi=100\%$  и температура 20°C. Изчислява се по формулата

$$W_{max} = \frac{G_{e,100} - G_c}{G_c} \cdot 100\%,$$

където  $G_{e,100}$  е масата на материала след престояването му 4h в среда със 100% влажност;

$G_c$  — масата на сухия материал, изсушен до постоянна маса.

*Водопоглъщане* на влакнестите материали се нарича количеството вода, което влакната поемат след потопяването им във вода, изразено в % към сухото им състояние:

$$W_n = \frac{G_n - G}{G} \cdot 100\%,$$

където  $G$  и  $G_n$  са масите на влакната преди и след намокряне с вода, g.

При относителна влажност на въздуха  $\phi=65\%$  и  $\phi=95\%$  и температура 20—25°C някои основни видове влакна имат следната влажност:

*Влагоотдаването*  $B_0$  показва количеството на водата, отделена от образец, който е престоял 4 h в среда с 100% относителна влажност и 4 h в среда с относителна влажност  $\varphi=0\%$ .

За определяне на максималната влажност  $W_{\max}$  и влагоотдаването  $B_0$  се изрязват три ленти с размери  $50 \times 200$  mm, които имат маса  $G_{\text{в.100\%}}$  след престояване около 4 h при относителна влажност  $\varphi=100\%$ . Същите образци престояват още 4h в среда с относителна влажност  $\varphi=0\%$  и добиват маса  $G_{\text{с.0\%}}$ . След кондициониране материалът има маса  $G_{\text{с}}$ .

Влагоотдаването се изчислява по следната формула:

$$B_0 = \frac{G_{\text{в.100\%}} - G_{\text{с.0\%}}}{G_{\text{в.100\%}} - G_{\text{с}}} \cdot 100\%.$$

*Водопоемане*  $B_{\text{п}}$  на текстилните изделия се нарича масата на водата, която се поема от материала след потъването му във водата, към първоначалната му маса. За определянето на  $B_{\text{п}}$  се изрязват два образца с размери  $40 \times 40$  mm, претеглят се и се потопяват в съд с дестилирана вода при температура  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  в продължение на 1 h. Извадените образци леко се изтръскват за отстраняване на повърхностната вода. От тях се изрязват нови образци с размери  $30 \times 30$  mm, претеглят се и се изсушават до постоянна маса. След изсъхване в ексикатор образците наново се претеглят.

Изчисляването на водопоемането  $B_{\text{п}}$  и на поетата вода  $\Pi_{\text{п}}$  се извършва по формулите:

$$B_{\text{п}} = \frac{G_{\text{в}} - G_{\text{с}}}{G} \cdot 100\%.$$

$$\Pi_{\text{п}} = \frac{G_{\text{в}} - G_{\text{с}}}{G_{\text{с}}} \cdot 100\%.$$

където  $G_{\text{в}}$  е масата на образца с размери  $30 \times 30$  mm след намокрянето, g;

$G_{\text{с}}$  — масата на изсушения образец, g;

$G$  — първоначалната маса на образца с размери  $30 \times 30$  mm, g.

*Водопоемането*  $B_{\text{F}}$  на плоскостни изделия показва количеството на водата, което задържа  $1 \text{ m}^2$  от изделието след потопяването му във вода:

$$B_{\text{F}} = \frac{G_{\text{в}} - G}{F} \cdot 10^6 \text{ g/m}^2.$$

където  $G$  е масата на образца, g;

$G_{\text{в}}$  — масата на същия образец след престояването му във вода 1 min, g.

Изпитваният образец има размери  $40 \times 40$  mm. Претегля се при нормални условия, като повърхностната влага се отделя чрез филтърна хартия.

Влагопоемането и максималната влажност на текстилните изделия зависят от природата на влакната, строежа на платовете и тяхната порестост (табл. 38).

Таблица 38

Вид на платовете	Порестост на тъканта, %	Максимална влажност, %	Водопоемане, g/m <sup>2</sup>	Времетраеие за засушаване, min
1	2	3	4	5
От комплексни полиамидни нишки	43,0	40—50	17	4,0
От полиамидни шапелни прежди	82,5	300	96	10,0
От полиамидни високообемни нишки	81,7	над 400	366	75,0
От вискозни комплексни нишки	61,9	100	98	15,0
От вискозна шапелна прежда	79,3	150	179	28,0

Способността на текстилните изделия да се намократ се измерва чрез капилярността им.

*Капилярност* е прието да се нарича максималната височина, до която се издига умокрящата течност по образеца в продължение на 1 h.

Качеството на готовите изделия след апретирането и багренето зависи от бързината и равномерността, с която се извършва умокрянето. Високата капилярност е указание за нормалното протичане на процесите багрене и апретиране. Поради това е необходимо преди багренето да се контролира подготовката на платовете за такава обработка.

За определяне на този показател от платовете се изрязват в различни посоки ленти с дължина 300 mm, като долният край на лентата се потапя в контрастно оцветен разтвор. След 1 h се измерва височината в mm, на която е достигнала течността.

Определен научен и практически интерес представляват кинетиката на капилярността и динамиката на сушенето на текстилните изделия.

## ПРОПУСКЛИВОСТ

В най-общия смисъл понятието пропускливост на текстилните изделия представлява способността им да пропускат през себе си въздух, водни пари, димни газове, вода, други течности и радиоактивни излъчвания. За някои цели се определя и обратният показател — непропускливостта.

През текстилните изделия могат да преминат въздух, водни пари,

вода и др. само в случай че от двете страни на изпитвания образец наляганията на флуида или течността са различни.

**Въздухопропускливостта** на текстилните изделия и на изделията от текстилни влакнести материали за нетекстилни цели има важно практическо значение. Това свойство на материалите се характеризира с коефициента на въздухопропускливост. Той показва какво количество въздух  $V_p$ ,  $m^3$ , преминава през  $1 m^2$  от изделието за  $1 s$  при разлика в наляганията от двете страни на изделието  $p = P_1 - P_2 Pa$ .

На фиг. 123 е представена схематично камерата 1, отделена от другата камера 2 с образец 8 от изпитвания материал.

Ако приемем условно, че налягането на въздуха  $P_1$  и  $P_2$  в камерите 1 и 2 е различно, т. е.  $P_1 > P_2$ , то през изпитвания образец с площ  $F$ ,  $m^2$ , за време  $T$  s ще премине въздух с обем  $V$ ,  $m^3$ . При разлика в наляганията  $p = P_1 - P_2$  коефициентът на въздухопропускливост, т. е. количеството на въздуха, преминало през  $1 m^2$  от образца за  $1 s$ , ще бъде

$$V_p = \frac{V}{F \cdot T} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$$

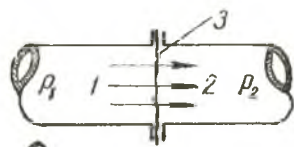
За да бъде възможно сравняването на въздухопропускливостта на различни изделия, изпитванията се извършват при еднакви условия, т. е. при еднакви разлики в наляганията. Например при разлика в наляганията  $p = 50 Pa$  тя се означава  $V_{50}$ . Прието е въздухопропускливостта на текстилните изделия да се извършва при  $p = 50$  или  $100 Pa$ .

Въздухопропускливостта на текстилните изделия най-много зависи от порестостта, т. е. от броя и големината на откритите места в тъканта, от степента на усукване на преждите и нишките, от влаسنостта на повърхността и от количеството на препаратите за немачкаемост, несвиваемост, водоустойчивост и др., които намаляват въздухопропускливостта от 20 до 60%.

Сплитката лито в сравнение с другите сплитки има най-малка въздухопропускливост. С увеличаване на повтора структурата на сплитката става все по-рехава, което улеснява преминаването на флуидите.

При някои от нетъканите изделия, кечета, филцове и др. въздухопропускливостта зависи не само от порестостта, но и от дебелината им.

Въздухопропускливостта на текстилните изделия за дрехи зависи от предназначението им. Максимална въздухопропускливост трябва да имат леките летни дрехи, бельо и трикотаж, тъй като през летния сезон човешкото тяло отделя най-много водни пари и азообразни вещества, които трябва да излязат през порите на дрехите. За студените и ветровити зимни дни на дрехите трябва да се



Фиг. 123. Постановка за измерване на въздухопропускливостта

осигури малка въздухопропускливост, за да се предпази тялото от проникването на студен въздух.

**Пропускливост на водни пари.** Това свойство на изделията се характеризира с коефициента на паропропускливост  $B_h$ . Той показва количеството на водните пари  $q$ , mg, които преминават през  $1 \text{ m}^2$  от повърхнината на образеца от среда с по-голяма в среда с по-малка влажност в продължение на  $1 \text{ s}$ :

$$B_h = \frac{q}{F \cdot T} \text{ mg/m}^2 \cdot \text{s},$$

където  $q$  е изпарената маса вода за време  $T$ , mg;

$F$  — площта на образеца, през която настъпва изпаряването,  $\text{m}^2$ .

В някои случаи паропропускливостта се изразява чрез  $\text{mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ . При сравняване на резултатите, измерени в различни единици, се използва съотношението

$$B_h [\text{mg/m}^2 \cdot \text{s}] = 2,78 B_h [\text{mg/cm}^2 \cdot \text{h}].$$

За определяне на паропропускливостта в съд с напречно сечение на отвора  $F$ ,  $\text{cm}^2$ , се налива вода. След претегляне на съда с водата и закриване на отвора му с изпитвания образец той се поставя в камера с относителна влажност на въздуха  $65\%$  и температура на въздуха  $20^\circ\text{C}$ . До първия съд се поставя втори, но само че открит. След  $3\text{h}$  двата съда отново се претеглят.

Относителната паропропускливост се изчислява от формулата

$$P_0 = \frac{q_0}{q_k} \cdot 100\%,$$

където  $q_0$  и  $q_k$  са изпарената вода от закрития и открития съд за едно и също време  $T$ .

Пътят на водната пара през хигроскопичните изделия е най-различен: чрез преминаване на парата през порите на изделията; чрез сорбция на парите от едната страна на образеца, където влажността на въздуха е повишена, и десорбция на парите от другата страна на образеца, където влажността на въздуха е намалена. Следователно при преминаването на водните пари по пътя на сорбция и десорбция най-голямо значение има хигроскопичността на материала на изделието, разликата в температурите и относителната влажност на въздуха от двете страни на изпитвания образец.

**Водопрпускливост.** Водопрпускливостта на текстилните изделия се определя чрез коефициента на водопрпускливост  $B_{np}$ . От него се съди за способността на изделията да пропускат през себе си вода при определено налягане. Той показва количеството вода  $V$  l, което преминава през  $1 \text{ m}^2$  от повърхнината за  $1 \text{ s}$  при налягане на течността  $P$ :

$$B_{np} = \frac{V}{F \cdot T} \text{ l/m}^2 \cdot \text{s}.$$

*Водоустойчивостта* показва съпротивителната способност на изделието срещу проникването през него на вода.

За изпитване на това свойство се прилага широко методът, показан на фиг. 124. На дървена четириъгълна рамка 1 се поставя изпитваният образец 2, който има форма на торба, и се налива вода с височина  $H$ , равна на 100—300 mm.

След наливането на водата се измерва времето до появяването на първите три капки вода.

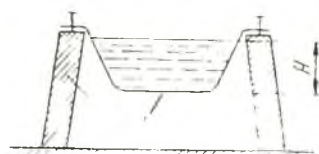
Друг начин, който е по-удобен за лабораторни изследвания, е показан на фиг. 125.

Комбинираният уред се състои от стъклен цилиндър 2 с вместимост 1000 cm<sup>3</sup>, конусен резервоар 3 и манометрична тръба 7 с милиметрова скала.

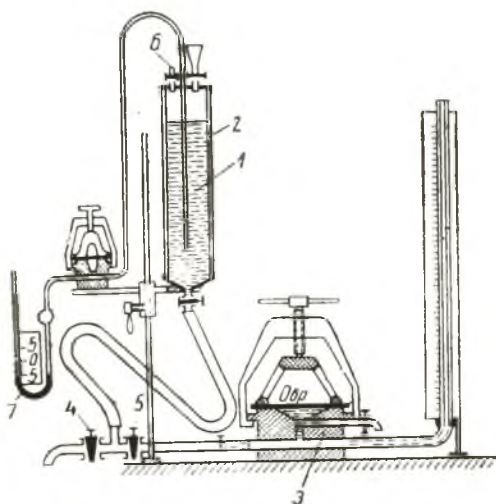
Стъкленият цилиндър, в който е налята дестилирана вода 1, може да се издига вертикално и с това да увеличава водното налягане в конусния резервоар 3, над който в леко опънато състояние се поставя изпитваният образец. Чрез скобата и конусната чаша той се притиска плътно до резервоара, който чрез кранчетата 4 и 5 се напълва с вода до височината на опънатия плат.

След направената подготовка най-напред се отваря кранчето 6, а след него кранчето 5. Чрез кранчето 4 се регулира изтичането на водата така, че скоростта на покачването ѝ в манометричната тръбичка 7 да бъде най-малко 2 cm/s.

Прието е при появяването на третата капка вода да се отбелязва върху манометричната тръбичка и скалата налягането, характеризиращо водоустойчивостта на текстилните изделия. Извършват се най-малко по две измервания на даден вид изделие.



Фиг. 124. Уред за определяне на водоустойчивостта на текстилни изделия



Фиг. 125. Комбиниран уред за определяне на въздухопропускливостта и водоустойчивостта

Към същия уред има и приспособление за определяне на въздухопропускливостта, което е много удобно за лабораторни измервания.

## ТОПЛИННИ СВОЙСТВА

Топлинните свойства на текстилните изделия, предназначени за бита, имат важно значение при комплексната оценка на свойствата им.

Изделията за дрехи имат за цел да запазят човешкия организъм от ненужни загуби на топлина или от прегряване. За топлозащитните свойства на изделията и нетъканите материали се съди по следните параметри.

*Топлопроводността* на различните материали се изразява с коефициента на топлопроводност. Той определя способността на материала да пропуска през себе си топлината.

От топлотехниката е известно, че количеството топлина  $Q$ , преминаваща от среда с температура  $t_1$  в среда с температура  $t_2$  през изолиращ слой от материал с дебелина  $b$  и повърхнина  $F$  за време  $T$ , се определя по следната формула:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2) \cdot F \cdot T \cdot \lambda}{b} \text{ J.}$$

където  $\lambda$  е коефициент на топлопроводност, отличаващ общата способност на изделието към топлопредаване,  $W/(m \cdot K)$ .

*Коефициентът на топлопроводността* показва какво количество топлина в  $J$  преминава през изделието с дебелина  $1 \text{ m}$  и повърхнина  $1 \text{ m}^2$  за време  $1 \text{ s}$  при разлика в температурите на двете среди  $1 \text{ K}$ :

$$\lambda = \frac{Q \cdot b}{(t_1 - t_2) \cdot F \cdot T} \text{ W/(m \cdot K)}$$

За разлика от много други материали текстилните изделия имат сравнително малка дебелина, не по-голяма от  $0,05\text{--}0,01 \text{ m}$ , поради което по-правдоподобно е да се определя количеството топлина, преминало през  $1 \text{ m}^2$  на изделието при определена дебелина и при разлика в температурите на двете среди  $1 \text{ K}$  за време  $1 \text{ s}$ . Този коефициент се нарича коефициент на топлопредаване  $K$ :

$$K = \frac{\lambda}{b} = \frac{Q}{(t_1 - t_2) \cdot F \cdot T} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Освен от естетическа необходимост човек използва текстилните изделия и за топлинна изолация от влиянието на околната среда. За да се оценят топлинноизолиращите им свойства, се

определя и друг параметър, противоположен на коефициента на топлопредаване  $K$ . Той се нарича топлинно съпротивление  $R$ :

$$R = \frac{1}{K} = \frac{(t_1 - t_2) \cdot F \cdot T}{Q} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Топлинното съпротивление  $R$  показва с колко градуса се охлажда средата с по-висока температура  $t_1$  при преминаване през  $1 \text{ m}^2$  от повърхнината на текстилното изделие с определена дебелина и топлинен поток  $1 \text{ W}$ .

Поради особената пореста конструкция на текстилните изделия и големите въздушни пространства между отделните влакна, нишки и прежди в тъканта топлинното им съпротивление зависи преди всичко от строежа на изделието и неговите параметри. Известно е, че топлопроводността на неподвижния въздух в текстилния материал е много по-малка от топлопроводността на околния въздух. Това се отнася за платове и трикотаж, които имат големи гъстини.

Ако обаче междунишковите пространства са големи, те не възпират свободното преминаване на въздушната маса, поради което топлоизолационните свойства на изделията намаляват, а въздухопропускливостта се увеличава.

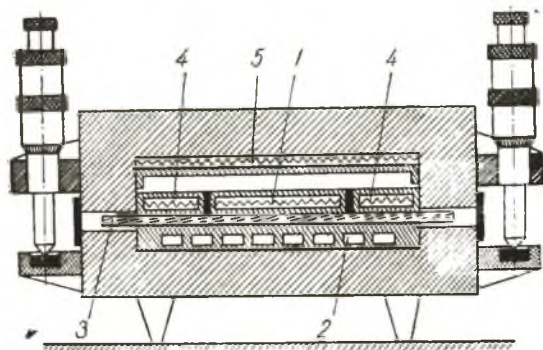
Стойностите на коефициента  $\lambda$  за въздух, вода и някои видове влакна с обемна плътност  $\delta$  са следните:

	$\delta$ , mg/mm <sup>3</sup>	$\lambda$ , W/(m · K)
Въздух	0,001	0,002
Памук — средновлакнест	0,081	0,05
Лен	0,130	0,04
Вълна	0,080	0,03
Естествена юприна	0,100	0,04
Вода	1,000	0,50

От тези данни се вижда, че коефициентите на топлопроводност на отделните видове влакна не се различават съществено. При същите условия въздухът има най-нисък коефициент на топлопроводност, а водата — най-висок. Следователно топлоизолационните свойства на текстилните изделия ще зависят най-много от влажността им. С увеличаване на влажността топлоизолационните им свойства се влошават. Изключение прави само вълната.

В резултат на някои от апретурните обработки платовете увеличават плътността си, а оттам и коефициента на топлопроводност. Вълненото сукно след затепване значително намалява въздухопропускливостта и почти два пъти коефициента на топлопроводност.

За измерване на топлопроводността най-често се използват уредите със стационарен топлинен поток при постоянна разлика в температурата на двете повърхнини, разделени от изпитвания образец.



Фиг. 126. Уред за измерване на топлопроводността на текстилни изделия

На фиг. 126 е показан схематично един от многото уреди за измерване на топлопроводността на текстилни и нетъкани изделия.

Дискът 1 в уреда се загрева до температура  $t_1$ , а охладителят 2 се охлажда чрез циркулация на студена вода до температура  $t_2$ . Температурите на диска и охладителя, между които се поставя изпитваният образец 3, се измерват чрез термодвойки. Пръстеновидният нагревател 4 и плоският нагревател 5 се загреват до температурата на централния диск — нагревател 1, като не позволяват странично и вертикално разсейване на топлината. По такъв начин топлинният поток от нагревателя 1 се насочва към охладителя 2 през изпитвания образец 3.

Нагревателят 1 е свързан с амперметър и волтметър, чрез които се измерват токът  $i$  и напрежението  $u$ , т. е. измерва се разходът на електроенергия за нагряване на плочката 1.

За единица време пред текстилното изделие ще премине топлинен поток:

$$\frac{Q}{T} = i \cdot u \cdot W.$$

След заместване във формулата за определяне на  $\lambda$  се получава

$$\lambda = \frac{i \cdot u \cdot b}{(t_1 - t_2) \cdot F} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Като се знае диаметърът  $D$  на диска-нагревател 1, се определя

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \text{ m}^2.$$

## ОПТИЧНИ СВОЙСТВА

Това са зрителните усещания, които предизвикват текстилните изделия със своя цвят, блясък, прозрачност, чистота на повърхнините и др. Те се изучават чрез микроскопски и други методи.

При качествената класификация на текстилните изделия по-голямо значение има устойчивостта на оцветяването им при действието на различни фактори (моментният им цвят не е от значение).

*Цвят.* Конструкцията на изделието, неговата форма и цвят в много случаи решават потребителското му търсене. Пълното и подробно изучаване на цветовете и светлината представлява самостоятелна наука, която се изучава в специализираните дисциплини.

От методични съображения ние ще разгледаме физичния смисъл на някои понятия от науката за цветовете.

Видимата част на спектъра има вълни с дължина от 0,39 до 0,76  $\mu\text{m}$ . При отразяване от телата на вълни от всички дължини на спектъра се получава ахроматичен цвят. При пълното отражение на всички вълни се получава бял цвят, при частичното — сив, а при пълното вътрешно поглъщане — черен.

Поради това ахроматичните цветове се характеризират със светлота и се определят с коефициента на отражение

$$K_0 = \frac{O_c}{P_c},$$

където  $O_c$  е количеството на отразената светлина;

$P_c$  — количеството на падащата светлина.

Коефициентът на отражение не зависи от интензивността на осветеност на предметите. Той е еднакъв за светлинните лъчи независимо от дължината на вълните. За избелено хасе  $K_0 = 0,85$ , а за черно кадифе  $K_0 = 0,002$ .

Нормалното човешко око различава повече от триста ахроматични цветове. Светлотата на ахроматичните цветове се измерва с ахроматична скала, която има цветове от бяло до черно, чийто коефициент е бил предварително измерен.

Белотата на изделията се измерва чрез сравняване с повърхността на баритиева пластинка, затъмнявана до изравняване с белотата на изследвания обект. За тази цел има създадени апарати, устройството и методите на работа с които се разглеждат в упражненията.

Хроматичните цветове се разделят на топли — червен, оранжев, жълтозелен, и хладни — зеленогълбов, гълбов, син, синьовиолетов.

Освен по светлота и цветен тон хроматичните цветове се различават и по чистота, която зависи от процентното съдържание на хроматичния цвят в тях.

Човешкото усещане за цвят и неговото възприемане зависи главно от състава на светлинния поток, от източника на осветле-

ние, от фона, аа който се разглежда опитният образец, и от състоянието на повърхността. Гладките и блестящи повърхности допринасят за увеличение на коефициента на отражение и пораждат у наблюдателя чувството за яркост и светлота.

В зависимост от природата на влакната и нишките и предназначението на изделията се подбират и съответните багрила.

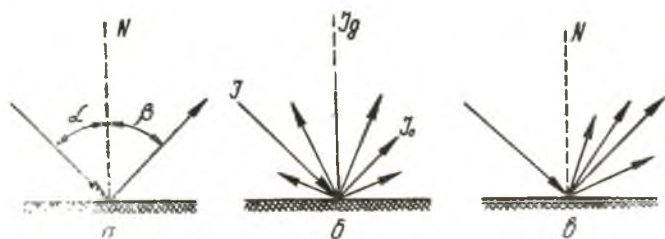
Устойчивостта на багреноето се проверява, като обагрените изделия се подлагат на различни физикохимични и механични изпитвания, имитиращи условията, които текстилните изделия изпитват в процеса на тяхното производство и през време на употребата им.

### Блясък на текстилните изделия

Блясъкът до известна степен представлява субективна характеристика на образца, която зависи от наблюдателя. Обикновено към текстилните изделия, предназначени за дрехи, се поставят големи изисквания по отношение на тяхната мекота, блясък и красив външен вид, а по-малки — към здравината, устойчивостта на пране, незамърсяемостта, топлопроводността и др. Блясъкът е една от основните характеристики на външния вид на текстилните изделия, която обаче много трудно се измерва.

Блясъкът на текстилните изделия зависи главно от природния блясък на влакната и нишките, както и от структурата на нишките и изделията. Значително е влиянието също на апретурните обработки и багреноето.

Идеално гладките повърхнини дават огледално или насочено отражение (фиг. 127 а), а завласените — разсеяно отражение или



Фиг. 127. Отражение на светлината от повърхността на текстилни изделия:

а — огледално отражение; б — дифузно отражение; в — насочено дифузно отражение

както е прието да се нарича, дифузно (фиг. 127 б), което може да бъде и насочено дифузно отражение.

При текстилните изделия проблемите за измерване на блясъка се усложняват и от това, че текстилните влакна имат неравномерна повърхнина. Освен това върху тях се нанасят различни апретуращи

вещества, които имат коефициент на пречупване, различен от този на полимера на влакната. Поради това се получава насочено дифузно отражение (фиг. 127 в).

Макар че разликата между коефициентите на пречупване на светлината от различните текстилни влакна е малка (от 1,469 до 1,545), те значително се различават по силата на блясъка.

То се дължи на различието на повърхнините им. За силата на блясъка има значение ъгълът, под който пада светлинният сноп към оста на влакната и нишките.

Текстилните влакна имат голяма дължина и незначителна дебелина. Освен това благодарение на анизотропността лъчите, които падат перпендикулярно към оста на влакната, се отразяват разсеяно, а по дължината на влакната — насочено. Това оптично свойство на влакната и нишките умело се използва за практически цели. Платовете с голям повтор в сплитката (атлаз или трикотажно платно в дълги нишки в бримките) имат винаги силно блестяща повърхнина.

При равни други условия върху силата на блясъка оказва отрицателно влияние броят на суковете на единица дължина на преждите и нишките. С увеличението им наклонът на влакната и нишките към оста намалява, което води до увеличаване на разсеяното отражение на светлината, т. е. до намаляване на блясъка.

Върху блясъка влияе наситеността на цветовете, т. е. концентрацията на багрилото в банята. С увеличаване на багрилото блясъкът расте. Химичните влакна имат блясък, по-силен от необходимия. Това налага да се прибавя при овлажняването им матиращи вещества, целта на които е да отразяват дифузно падналата върху влакната светлина.

За тази цел се използва главно титанов двуокис —  $TiO_2$ . Неговото присъствие в структурата на полимера значително намалява удължението, многократното огъване и особено много устойчивостта на дневна светлина.

### Методи за измерване на блясъка

Известни са шест метода за измерване на блясъка на различни материали. За текстилните влакна, нишки и изделия са подходящи само три от тях, а именно:

*Обективни методи.* При тези методи за силата на блясъка се съди по количеството светлина, което може огледално да се отрази на повърхнината на изследваната проба. При уредите, на които се извършва измерването на блясъка по този метод, светлината се насочва към изследвания образец под определен ъгъл, обикновено  $\alpha$  е от 45 до 80°; интензивността на отразената светлина се измерва под същия ъгъл  $\alpha = \beta$ .

Количеството светлина, отразена огледално от повърхнината на изпитвания образец, се сравнява с подходящо блестяща по-

върхнина, избрана предварително за еталон. При този метод измерване на отразената светлина под какъвто и да е друг ъгъл  $\beta$  освен ъгъла на огледалното отражение, не се прави.

Методите на обективното отражение на блясъка дават един от важните параметри на текстилните материали, а именно: способността на изследваната им повърхнина да отразява светлината огледално.

Съществен недостатък на тези методи е, че при тях не се регистрират каквито и да било светлинни ефекти, предизвикани от структурата или цветния контраст на изследвания образец. Поради тези причини обективните методи трябва да се използват при определяне на блясъка на еднакви материали, които се подлагат на различни обработки, или на платове, трикотаж и нетъкан текстил в процеса на тяхното производство.

*Субективни методи.* При тези методи се определя контрастът между огледалното и дифузното отражение на светлината, която идва от изследваната проба. Тук измерването на отразената светлина се прави в две направления, едното от които е винаги в направление на огледалното отражение, а другото — най-често в направление, перпендикулярно към повърхнината на изследваната проба (фиг. 127 б).

Отношението на интензивността на огледално отразената светлина  $J_0$  към интензивността на дифузно отразената светлина  $J_d$  се използва като показател за определяне на блясъка на изследвания материал. Получените резултати при измерване на блясъка по субективните методи в сравнение с обективните са по-близки до тези, получени чрез визуални определения.

Субективните методи на измерване на блясъка също не отчитат влиянието на структурата на изследваната повърхнина, както и цвета и дихроизма на влакната.

При тези методи не се отчита изменението на интензивността на светлината при прехода от огледалното към дифузното отражение на светлината, което при някои тъкани може да бъде много рязко, а при други — постепенно, като предизвиква по-малко забележим блясък.

В производството блясъкът на текстилните изделия се определя по следната формула:

$$B = 10 \ln \frac{\alpha_1}{\alpha_2} .$$

където  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  са количествата на отразената светлина, падаща върху влакната под ъгъл  $25,5^\circ$  и  $0^\circ$  по отношение на геометричната им ос.

Към фотометрите има таблица за блясъка, в която са дадени стойностите за  $B$  и субективната човешка окомерна оценка:

0,5—1,0	Дълбоко матова повърхнина
1,0—2,0	Матова повърхнина
3,0—4,0	Полуматова повърхнина
4,0—8,0	Блестяща повърхнина
8,0—16,0	Силно блестяща повърхнина

## Гониофотометрични методи

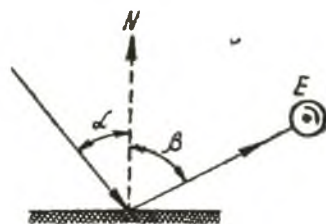
Тези методи се смятат като основни физични методи, които позволяват да се определят отражателните способности на изследваните повърхнини и възможностите им да дават блясък. Интензивността на отразената светлина в плоскостта на падащата светлина може да се измери при следните три случая:

1. Измерва се интензивността на отражение при постоянен ъгъл на падане на светлината ( $\alpha = \text{const}$ ) и различни ъгли на отразената от образеца светлина, възприемана от фотометричното устройство  $E$  ( $\beta \neq \text{const}$ ).

2. Измерва се интензивността на отражение при постоянен ъгъл на отражение ( $\beta = \text{const}$ ) на светлината, възприемана от фотометричното устройство  $E$ , и различни ъгли на падащата към образеца светлина ( $\alpha \neq \text{const}$ ).

3. Измерва се интензивността на отразената светлина при изменящи се стойности на ъгъла на падане и ъгъла на отражение. При тези измервания се получават криви или семейства от криви, които най-точно характеризират способността на материала да отразява светлината.

Гониофотометричните методи имат ограничено практическо приложение поради голямата загуба на време и труд при самото измерване. Освен това за пълното обяснение на получените гониофотометрични криви е необходим математически анализ.



Фиг. 128. Гониометричен метод за измерване на блясъка на текстилни изделия

## ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СВОЙСТВА НА ИЗДЕЛИЯ ОТ ТЕКСТИЛНИ ВЛАКНА

Масовото използване на химичните влакна във всички отрасли на текстилната промишленост наново предизвика многобройни изследвания върху електрическите свойства на текстилните материали. Тези изследвания имат за цел да изучат основните електри-

чески свойства на влакната и да определят диелектричните им параметри при различни честоти и електрически съпротивления. Тези свойства дават възможност да се опознае структурата на материала. Те имат и определено практическо значение при използването на преждите и платовете като изолатори.

*Наелектризирането* представлява натрупване на заряди от статично електричество върху текстилния материал при определени условия. Електрическите заряди възникват както при триенето между влакната и нишките, от една страна, и текстилните материали и машинните части, от друга, така и при натиск, изсушаване при размотаване на бобините и др.

Съществен недостатък на ацетатните, полиамидните, полиакрилнонитрилните и някои други химични влакна е силното им наелектризиране, което затруднява преработването им в изделия за дрехи и други цели.

Най-сполучливо решение на този проблем е да се създадат такива влакна, които да не се наелектризират. Понеже в наши дни това е все още трудно осъществимо, намерени са различни начини за отстраняване на електростатичните пълнежи или за тяхното намаляване.

Най-добри резултати се получават при увеличаване на относителната влажност в процеса на преработване на химичните влакна; при покриване на влакната и нишките с омаслителни филтри или антистатични препарати във вид на хигроскопични соли, полиалкохоли, сапун, катионактивни вещества; при заземяване на машините и йонизация на въздуха.

Намаляването на относителното съпротивление на влакната и нишките е свойство, свързано с разсейването на електростатичното електричество през време на плетката им.

Относителното съпротивление бива:

Относително обемно съпротивление  $r_0$ ,  $\Omega \cdot \text{m}$  — то характеризира съпротивлението в  $\Omega$  на куб от изпитвания материал със страна  $l$  m, ако токът минава през два противоположни ръба на куба.

Относително повърхностно съпротивление  $r_s$ ,  $\Omega$  — то характеризира съпротивлението в  $\Omega$  върху квадрат с произволни размери от изпитвания материал, ако токът преминава през две от срещуположните страни на квадрата.

Горните две определения са неприложими за текстилните влакна и нишки, тъй като все още няма разработен метод за отделното измерване на обемното и повърхностното относително съпротивление. Поради това и двете се измерват едновременно.

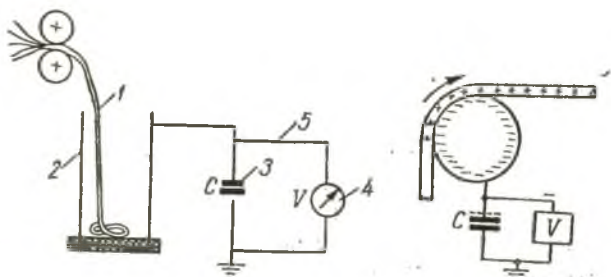
Общото относително съпротивление  $r_0$  за  $n$  броя успоредно включени нишки се определя по формулата

$$r_0 = \frac{R_x \cdot S_m}{L} \Omega \cdot \text{m},$$

където  $R_x$  е съпротивление на сноп от  $l$  броя нишки с дължина на  $L$ ,  $n$ , и площ на напречното сечение  $S$ ,  $m^2$ , на всяка нишка,  $\Omega$ .

### Измерване на статичното наелектризиране

Измерването на абсолютната стойност на електростатичните заряди на текстилните влакна, прежди, комплексни нишки, платове и нетъкани текстилни изделия има важно научно и практическо зна-



Фиг. 129. Схема на уред за измерване на наелектризирането с помощта на цилиндъра на Фарадей

чение. Това измерване показва ефекта на антистатичната обработка, наелектризирането при различните технологични процеси и възможностите за намаляването му посредством различни средства.

Наелектризирането на текстилните материали може да се измери, ако изследваният образец 1 се постави в почти напълно затворен електропроводим кух цилиндър 2, наречен цилиндър на Фарадей (фиг. 129). От вътрешната страна върху стените на съда се индукира статичен заряд  $Q$ . Между външната стена на цилиндъра, кондензатора 3 и електрометъра 4 се разпределя заряд, който е равен по стойност на  $Q$ , но е противоположен по знак. Тогава  $Q = (C + C_1) V$ ,

където  $C$  е капацитетът на кондензатора;

$C_1$  — капацитетът на цилиндъра, проводниците 5 и електрометъра 4;

$V$  — напрежението, което показва електрометърът.

Схемата на тази постановка дава възможност в производствени условия да се контролира наелектризирането на текстилните материали и да се дава оценка за качеството и устойчивостта на антистатичната обработка.

Представлява определен интерес запознаването с причините, които поражда наелектризирането, с разпределението на зарядите във влакнестите материали и с някои други методи и уреди за определяне на статичното наелектризиране.

## АКУСТИЧНИ СВОЙСТВА

### Звукоизолиращи свойства на текстилните изделия

Във всички отрасли на човешката дейност техническият прогрес се съпътства неизбежно от нарастването на производствения шум и особено на шума от различните видове транспорт.

От многобройните материали, които се използват за звукова изолация на производствени и жилищни сгради и на транспортни средства, текстилните материали заемат важно място. Те са много добри изолатори както на звука, така и на топлината и студа.

Качествата, които показват отношението на текстилните материали към звука, се наричат акустични.

От физиката е известно, че човек възприема звук с честота от 16 до 2000 Hz (инфразвук); звук с честота под 16 Hz (ултразвук) не се улавя от човешкия слух.

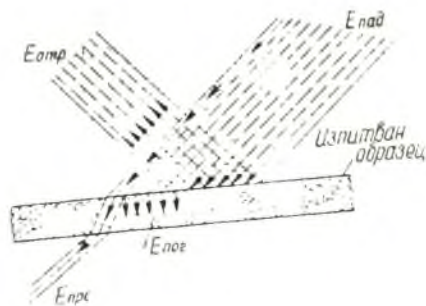
Звуково налягане се нарича разликата между фактическото налягане на звука и атмосферното налягане в дадена точка от пространството. Звуковото налягане има най-малка стойност (около 20 Pa) при честота 800—2000 Hz.

Слухът на човека може да понася невероятни натоварвания. При налягане над  $6,3 \cdot 10^7$  Pa в ушите настъпват болезнени усещания, което може да доведе до пълна глухота. Продължителният и силен звук дразни човека; той се уморява, рефлексите му се забавят, а работоспособността и съсредоточеността му намаляват;

настъпват силно главоболие и пълна неработоспособност. По същия отрицателен начин шумът действа и на почивката.

При еднакво налягане звук с по-голяма честота действа по-разрушително на нервната система. Най-вредни са звуковете с честота  $600 > 1000$  Hz и 2000—3000 Hz.

На фиг. 130 е дадена схема за разпространението на звука при падането му върху повърхнината на текстилни материали.



Фиг. 130. Схема за разпространение на звука

В зависимост от природата на звуковата преграда, вида на повърхнината и плътността на материала част от падащата звукова енергия се отразява, а друга част остава в нея. Една малка част от задържаната във вътрешността на материала енергия преминава и достига до слуха на човека.

Използват се, макар и не съвсем точни, изчислителни начини за определяне на различните видове звукова енергия.

Коефициентите на звуково поглъщане, отражение и проводимост се определят съответно по формулите:

$$K_{\text{пог}} = \frac{E_{\text{пог}}}{E}; \quad K_{\text{отр}} = \frac{E_{\text{отр}}}{E}; \quad \zeta_{\text{прем}} = \frac{E_{\text{прем}}}{E}.$$

където  $E_{\text{пог}}$  е количеството на погълнатата енергия;

$E_{\text{отр}}$  — количеството на отразената енергия;

$E_{\text{прем}}$  — количеството на енергията, преминала през изпитвания материал.

$E = E_{\text{пог}} + E_{\text{отр}} + E_{\text{прем}}$  — общото количество енергия, паднала на изпитвания материал.

За определяне на звукоизолиращите свойства на материалите вместо коефициента на звукова проводимост  $\zeta_{\text{прем}}$  се използва понятието звукова изолация  $\zeta_{\text{и}}$ , която се измерва в децибелове:

$$\zeta_{\text{и}} = 10 \ln \frac{E}{\zeta_{\text{прем}}}.$$

При  $\zeta_{\text{прем}} = 1$ ,  $\zeta_{\text{и}} = 0$ ; при  $\zeta_{\text{прем}} = 0,1$ ;  $\zeta_{\text{и}} = 10$  дБ;

при  $\zeta_{\text{прем}} = 0,01$ ,  $\zeta_{\text{и}} = 20$  дБ.

Намаляването на шума се постига чрез увеличаване на звуковата изолация на стените и осигуряване на максимално поглъщане на звуковата енергия, проникваща до човека. Ако преградната стена пропуска малка част от звуковата енергия, в резултат на явлението реверберация (отражение на звука) тя ще се натрупва дотогава, докато силата на шума не стане еднаква от двете страни на стената.

Най-добри изолатори на шума са порестите материали и различните видове влакнести текстилни изделия. С увеличаване на масата им на  $1 \text{ m}^2$  звукоизолационната способност на материала се увеличава.

Чрез метода на стоящите вълни се определя в специални уреди коефициентът на звуково поглъщане на изпитваните материали при частично отражение и частично поглъщане на звуковата енергия. Отразена вълна има, но нейната амплитуда е по-малка от амплитудата на падащата вълна. Чрез специален звуков генератор, микрофон и галванометър се измерва енергията на звука. Стрелката на галванометъра ще се движи от  $E_{\text{мин}}$  до  $E_{\text{мах}}$ . Чрез пресмятане на отношението  $b = \frac{E_{\text{мин}}}{E_{\text{мах}}}$  се определя и коефициентът на поглъщането на звука

$$K_{\text{и}} = \frac{4b}{(1+b)^2}$$

При почти еднакви повърхностни маси овчата вълна има коефициент за звукопоглъщане при високи честоти  $K_z \approx 0,38$ , а стъклената вата —  $K_z \approx 0,10$ . Памучната вата има  $K_z \approx 0,63$ , а вискозната пореста маса —  $K_z \approx 0,05 \div 0,12$ . Всички останали химични влакна имат коефициент на поглъщане, близък до този на вискозните влакна.

ГЛАВА ПЪРВА

**НЯКОИ ФИЗИЧНИ МЕТОДИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ  
НА ТЕКСТИЛНИТЕ МАТЕРИАЛИ  
ОПТИЧНА МИКРОСКОПИЯ. УВЕЛИЧЕНИЕ И РАЗ-  
ДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ НА МИКРОСКОПИТЕ**

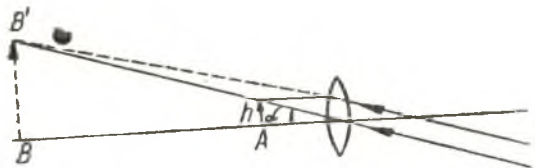
От многобройните физични, химични и други методи за изследване на текстилните влакна оптичната микроскопия има най-голямо научно и практическо значение.

Текстилната микроскопия има свои методи и микроскопи, с помощта на които може да се изучават малки частици от влакната или изделието при голямо увеличение. Това е възможно, защото човешкото око, снабдено с оптика, ги разглежда под голям ъгъл на гледане.

*Луна.* Тя е фактически основният оптичен елемент, който дава възможност рязко да се увеличи ъгълът на гледане (фиг. 131).

Когато изучаваме някое влакно или друг предмет, ние обикновено го поставяме на разстояние на най-ясното гледане, което е около 250 mm. От това разстояние окото може да види две точки, които са най-близо една до друга на около 0,07 mm. Всички останали точки, разстоянието между които е по-малко от горното, се сливат, тъй като ъгълът на гледане става по-малък от 1 min.

Един от начините за разкриване на подробностите върху обекта е да прибли-



Фиг. 131. Основен оптичен елемент

жим същия до човешкото око. В случая обаче лъчите, които изпраща обектът от всяка своя точка, са силно разходящи и окото не е в състояние да ги събере. Ако пред него поставим една двойно изпъкнала леща (събирателна), както е случаят с далекогледството, тогава без никакво усилие от страна на окото образът ще се получи точно върху ретината.

За да може лупата да превърне силно разходящия сноп в успореден или леко разходящ, предметът трябва да бъде поставен или точно във фокуса, или близо до него. Тогава лупата дава силно увеличен недействителен образ и окото наблюдава именно него.

Ъгълът, под който окото вижда образа, когато предметът се намира във фокуса или близо до него е

$$\alpha = \frac{h}{f} = \sin \alpha,$$

където  $f$  е фокусното разстояние на лупата;  
 $h$  — височината на предмета.

При обикновеното гледане ние поставяме обекта на разстояние на най-ясното гледане  $l$ . Неговият ъгъл ще бъде

$$\alpha_1 = \frac{l}{250}$$

От казаното досега се разбира, че големината на изображението, което се получава в окото, зависи само от ъгъла на гледането и е право пропорционална на него. Следователно отношението на  $\alpha_1$  и  $\alpha$  показва колко пъти ъгълът, под който виждаме предмета през лупата, е по-голям от ъгъла, под който бихме го видели направо. То се нарича увеличение на лупата

$$y = \frac{\alpha}{\alpha_1} = \frac{l \cdot 250}{l \cdot f} = \frac{250}{f}.$$

Оттук следва, че увеличението на една лупа е равно на отношението на разстоянието на най-ясното гледане към фокусното разстояние.

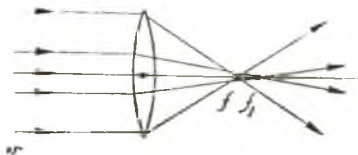
Ако  $f = 25$  mm, то  $y = 10$  пъти.

Обикновено лупите се изработват с увеличение до 6—8 пъти. За по-големи увеличения са нужни силно изпъкнали лещи с малки фокусни разстояния. Ние няма да засягаме многобройните свойства на лещите, които се използват за създаване на всички видове оптични системи. Ще припомним само, че многобройните свойства на лещите се проявяват тогава, когато падащите лъчи са централни и едноцветни монохроматични. При по-широк сноп лъчи, както и при сложна светлина, се явяват отклонения от намерените закони, които влошават получените образи.

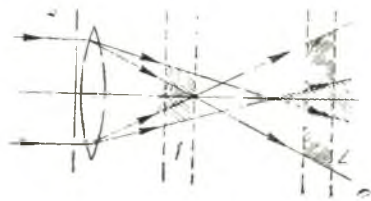
Тези отклонения се наричат недостатъци на лещите. Ние съвсем накратко ще разгледаме два от тях, които се проявяват при микроскопските изследвания на влакнестите материали и могат да бъдат източници на грешки.

**Сферичната аберация** прави образите, получени при широк отвор на лещата, неясни (фиг. 132). Тя се дължи на следното:

Нека успоредно на оптичната ос на една събирателна леща пуснем пет или повече светлинни лъчи, два от които да падат върху краищата на лещата, а другите — върху средната ѝ част. Крайните лъчи се пречупват по-силно и пресичат оста между фокуса и оп-



Фиг. 132. Сферична аберация при лещите



Фиг. 133. Хроматична аберация при лещите

тичния ѝ център. Причината за недостатъка се крие в сферичната форма на пречупващите повърхнини и се нарича сферична аберация.

Нейното отстраняване може да се извърши по следните няколко начина:

1. Краищата на лещата се изрязват, като се използва само средната ѝ част. При такава корекция силно се намалява диаметърът ѝ и се губи много светлина.

2. Радиусът на закръгляването се прави променлив, вследствие на което крайните лъчи минават през фокуса. Такава изработка трудно се механизира и автоматизира, а шлифоването на оптични лещи е трудоемък процес.

3. Така се подбират две или повече лещи (изпъкнали и вдлъбнати), че техните недостатъци взаимно да се компенсират.

**Хроматична аберация.** Обикновените лещи дават образи, които са винаги оцветени по краищата. Това отклонение (недостатък) се нарича хроматична (цветна) аберация (фиг. 133). Тя се дължи на различните дължини на светлинните лъчи, съставляващи дневната (бялата) светлина.

Има много доказателства за това, че светлината представлява електромагнитни вълни с овределена честота (брой на колебания за единица време). Човешкото око възприема светлината с честота от  $3,6 \cdot 10^{14}$  до  $7,6 \cdot 10^{14}$  трептения за 1 s, т. е. с дължина на вълната 390  $\mu\text{m}$  за виолетова монохроматична и 760  $\mu\text{m}$  за червена монохроматична светлина.

Поради нееднаквата дължина на вълните лъчите, влизащи в състава на бялата светлина, се пречупват различно. Най-силно се пречупват виолетовите лъчи, а най-слабо — червените. Това се доказва, като перпендикулярно на оптичната ос се поставя последователно една бяла преграда. Близко до лещата в т. 1 тя е оцветена по периферията червено, а в т. 2 — виолетово.

Точно обратно е разположението на цветовете при вдлъбна-

тите лещи. Те дават възможност да се отстрани почти напълно хроматичната аберация, като се комбинират две или повече подходящо подбрани събирателни и разсейвателни лещи, изработени от оптично стъкло с различен коефициент на пречупване на светлината.

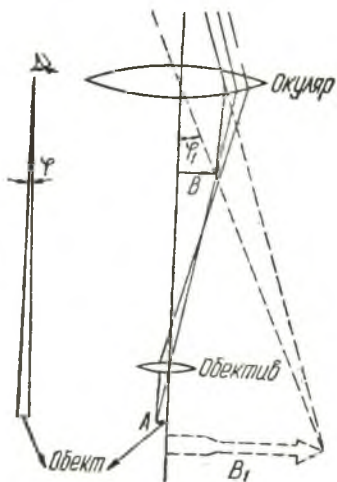
Такива оптични системи в литературата се наричат ахромати, планхромати и т. н.

## Микроскоп

Изследването на текстилни влакна, прежди и изделия от тях за практически и научни цели е невъзможно без използването на микроскоп.

Горди малките размери на влакната увеличението, което дава лупата, не е достатъчно. В такива случаи се използва двукратно увеличение, при което се разглежда уголеменият образ на предмета, получен чрез друга леща.

Основните елементи, от които се състои един микроскоп, са: основа, стойка, предметна маса с препаратководител в две посоки, тубус с въртяща се глава за обектив с различно увеличение, окуляр, кондензор, бленди, филтри, огледала, микро- и макровинтове и винт за изместване на кондензора.



Фиг. 134. Ъгъл на гледане при човешкото око и ход на лъчите през оптичния микроскоп

При изучаване на текстилните влакна от особено значение е получаването на повторимост на резултатите. Добри резултати могат да се получат само при условие, че микроскопът и спомагателните инструменти са в пълна изправност. Особено важна е чистотата при всички етапи на микроскопските изследвания.

Всички оптични микроскопи се състоят от една прецизно изработена и коригирана сложна система от лещи, наречена обектив, която е с малко фокусно разстояние, даващо силно увеличен действителен образ на обекта, и от една сложна система, наречена окуляр, през която разглеждаме този образ. Принципната схема за получаване на образа от даден обект и хода на лъчите е показана на фиг.134. Обик-

новено предметното и покривното стъкло, между които заедно с импресионната среда се задържат и текстилни влакна, се поставят малко под фокалната равнина на обектива с цел да премине през тях светлината от кондензора и да се получи максимална осветеност на обекта. В този случай обективът дава силно

увеличен действителен образ  $B$ . Конструкцията на тубуса на микроскопа е такава, че образът  $B_1$  се получава във фокалната равнина на окуляра или малко над нея. При такова взаимно разположение на обектива и окуляра последният дава недействителен увеличен образ, който се намира от окото на разстояние, равно или по-голямо от разстоянието на най-ясното гледане.

Увеличението, което дава оптичната система на един микроскоп, независимо от неговото конструктивно оформление, е равно на произведението от увеличението на обектива и окуляра:

$$y = y_{об} \cdot y_{ок}, \quad y_{об} \approx \frac{l}{f}; \quad y_{ок} \approx \frac{250}{f_{ок}}.$$

където  $l$  е разстоянието между фокалните равнини в тубуса на обектива и окуляра, mm;

250 — разстоянието на най-ясно гледане, mm.

Стойностите на  $l$  се изменят от 160 до 175.

### Числена апертура и разделителна способност на обективите в микроскопа

Двете величини в същност характеризират мощността на един микроскоп. Те имат по-голямо значение, отколкото неговото увеличение.

Числената апертура  $A$  зависи от коефициента на пречупване на светлината  $n$  на средата, която изпълва пространството между наблюдавания обект и лещите на обектива, и от неговия отвор, т. е. от ъгъла  $\alpha$ , който се образува между крайния лъч, влизащ в лещата, и оптичната ос:

$$A = n \cdot \sin \alpha.$$

Поради трудната корекция на лещите прието е  $\alpha = 39,5^\circ$ . Тогава числената апертура на един сух обектив ще бъде

$$A = n \sin 39,5^\circ,$$

$$\sin 39,5^\circ \approx 0,94,$$

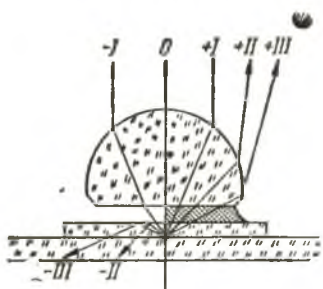
$n = 1$  — коефициент на пречупване на въздуха,

$$A = 1 \cdot 0,94 \approx 0,94.$$

Увеличението на числената апертура на обективите се осъществява чрез поставяне на течна среда (имерсия) между покривното стъкло и лещата на обектива (фиг. 135).

Вид на имерсията	Коефициент на пречупване, $n$	Теоретично изчислен ъгъл $\alpha$	Действ. ъгъл $\alpha$	Числена апертура $A$
Суха система обективи — въздух	1	41,5°	39,5°	≈ 0,95
Вода — дестилирана	1,33	61,5°	52,5°	≈ 1,20
Маслена: глицерин	1,47	≈ 90,0°	≈ 69,5°	≈ 1,42
кедрово масло	1,51	—	—	—
Монобромнафталин	—	—	—	≈ 1,60

Разделителна способност на една оптична или електронна система е видимостта на две най-малки частици от обекта, намиращи се на разстояние  $\delta$  една от друга:



Фиг. 135. Влияние на имерсионната среда върху ъгъла на гледане

$$\delta = \frac{\lambda}{A} \text{ } \mu\text{m},$$

където  $\lambda$  е дължината на вълните, идващи от източника на светлина;

$A$  — числената апертура.

Увеличаването на разделителната способност на обективите се постига най-често чрез намаляване на дължината на светлинната вълна, като се използват нисковолтови електрически крушки, имащи  $\lambda = 0,560 \text{ nm}$ .

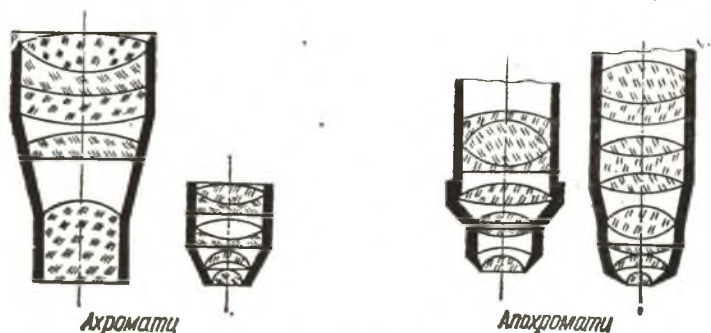
При нея човешкото око вижда най-ясно:

$$\delta = \frac{0,560}{1,42} = 0,395 \text{ } \mu\text{m}.$$

При използване на монобромнафталина  $\delta$  получава високата стойност 0,350  $\mu\text{m}$ . В тези случаи се използват обективи с малки фокусни разстояния и максимално увеличение до 100. При по-големи увеличения образите са неясни.

Обективи с фокусни разстояния над 8 mm се изработват от една или няколко лещи, най-много до 5. Такива обективи се наричат ахромати. При обективи, в които посочените недостатъци са отстранени в най-голяма степен, се използват повече от 8 взаимно вдлъбнати и изпъкнали лещи. Те имат минимално фокусно разстояние до 2 mm и се наричат апохромати, планхромати и др. (фиг. 136).

Предназначението на окулярите (фиг. 137) е да увеличат образа, даван от обективите. Окулярите представляват две лупи, разстоянието между които е равно на половината от сбора на фокусните им разстояния. Често пъти в диафрагмата на окуляра се поставя раз-

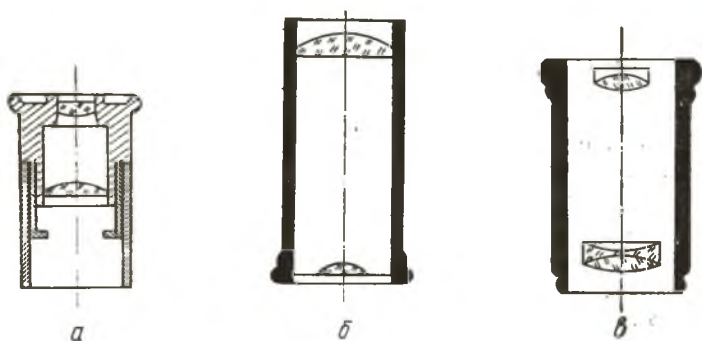


Фиг. 136. Видове обективи:  
а — ахромати; б — апохромати

графена плоска стъклена пластинка, която се нарича окулярен микрометър.

За учебни, производствени и други обикновени наблюдения се използват Рамзенови и Хюгенови окуляри.

При оптично-светлинната микроскопия може да се достигне увеличение до около 1800—2000 пъти. В редки случаи за специални



Фиг. 137. Видове окуляри:  
а — Рамзенов; б — Хюгенов; в — компенсационен

цели се използват обективи с увеличение над 100 пъти. Те биват обезателно имерсионни, тъй като фокусното им разстояние е много малко (1—2 mm). Обикновено увеличението на окулярите е от 3 до 20-кратно.

Всестранното развитие на оптичната физика, електроника и техника даде възможност да се създадат многообразни видове

микроскопи: биологични, металографски, микроскопи, работещи с ултра- и инфрасветлини, флуоресцентни и още много други видове. За текстилната наука и практика се използва главно биологичният микроскоп, т. е. такъв, при който светлината преминава през наблюдавания обект.

### **Видове микроскопи и начини на приготвяване на препарати от текстилни материали**

Изследването на по-голяма част от текстилните влакна, нишки и фолія от полимерни вещества се извършва на микроскопи, при които светлината преминава през обекта. Това са т. нар. биологични микроскопи.

Устройството на обикновения и на поляризационния микроскоп, наименованията на отделните им части и поддържането им в нормално състояние се усвоява в лабораторните упражнения.

*Осветление при микроскопите.* При микроскопските наблюдения на непрозрачни обекти обикновено се работи с горно осветление. Текстилните влакна и нишки могат да се изучават по-задълбочено само при преминаване на светлината през тях. С нарастване на увеличението яркостта на зрителното поле силно намалява. Най-добре се наблюдават обектите в безоблачна дневна светлина. Нейни недостатъци са непостоянството на интензивността ѝ в лабораторни условия и дифузият ѝ характер.

Новите модели микроскопи имат вградено нисковолново осветление — електрическа крушка с точковидна волфрамова спирала. Дължината на вълната е  $\lambda = 560 \mu\text{m}$ . Това е областта, в която човешкото око има най-голяма чувствителност.

За учебни цели обикновено се използват по-евтини микроскопи, в които липсват някои елементи. Един от тях е осветлението. Вместо вграден източник на осветление се използват обикновени микроскопски лампи с успореден сноп светлина. Лампата се наклонява около  $45^\circ$  и се насочва към огледалото на микроскопа — вдълбаното за изкуствена светлина и плоско за дневна. Кондензорът се повдига близо под препарата, след което се избира обектив с най-малко увеличение. Тубусът се спуска до долно крайно положение. При малки увеличения няма опасност обективът да се повреди, тъй като той се намира на по-голямо разстояние от препарата.

Като се гледа през окуляра, се следи онова положение на огледалото, при което зрителното поле на обектива става най-светло. Чрез бавно повдигане на тубуса на микроскопа с микровинта се открива исканият обект. Наново в лявата ръка се мести тубусът така, че фокусираната от него светлина да попадне в центъра на образеца. Чрез минимални измествания на огледалото обектът получава контрастно изображение.

Блендите пред кондензатора и осветителната лампа имат за цел максимално да концентрират светлината върху обекта. До из-

вестна степен те спомагат и за отстраняване на влиянието на сферичната аберация, вследствие на която около наблюдавания обект се появяват ореоли. С увеличаване на отвора на блендата обектът се осветлява ярко, но това води до намаляване на контрастността на обекта и възможността за изследването му.

Трябва да се има през вид, че само при малки увеличения (до 100) образците от влакна и нишки могат да се наблюдават изцяло. Точното фокусно разстояние на обективите не позволява да се наблюдава цялото влакно или нишка, тъй като само една малка част от повърхнината им се намира във фокалната равнина на обектива.

Намирането на обекта върху препаратата се извършва, като предметното стъкло се движи чрез двата винта в две посоки. Фокусът на кондензора е върху предметното стъкло. Когато той попадне върху обекта, контурите на последния лесно се забелязват от наблюдателя, който гледа под ъгъл  $45^\circ$  от страни на обектива. При това положение почти сигурно обектът се намира под обектива. В този случай внимателно се спуска тубусът съвсем близо до покривното стъкло. С микровинта бавно се повдига тубусът, докато не се открие максимално осветеният обект.

С нарастване на увеличението на обектива се намалява фокусното разстояние и се увеличава ъгълът на гледане; осветеността на обекта също намалява и съществува реална опасност от повреждане на лещата на обектива при счупване на покривните стъкла, които непоправимо я надраскват.

*Имерсионна среда.* За многобройните научни изследвания и особено за неотложното решаване на производствени задачи е достатъчно около 2000 пъти увеличение на светлинния микроскоп. То може да се постигне обаче чрез използване на имерсионен обектив с увеличение над 100 и на окуляр с увеличение 15—25 пъти.

Самото извършване на опита и наблюдението изискват определено професионално умение. Накратко то се състои в следното:

След намиране на обекта във фокалната равнина на обектива върху покривното стъкло над препаратата се поставя капка имерсионна течност с определен коефициент на пречупване. Колкото той е по-голям, толкова и ъгълът на гледането се увеличава.

Ако се погледне обектът с голямото увеличение, то почти нищо не се вижда поради малкия ъгъл на гледане, ограничен от коефициента на пречупване на въздуха.

Без да се мести препаратът с капката върху него, много внимателно се спуска тубусът, като непрекъснато се гледа в слабо осветеното поле на окуляра. В момента, когато изпъкналата част на обектива докосне капката течност, във фокалната равнина на обектива изведнъж „изригва“ светлина. Чрез микровинта окончателно се съсредоточава фокусът на обектива и фокусът на кондензатора върху обекта. При изследванията с имерсионни обективи страничните измествания са минимални поради разливането на капката.

При това значително увеличение могат да се изследват морфологичните и други особености на микрообекти в действителното им състояние.

### Препарати за микроскопски наблюдения

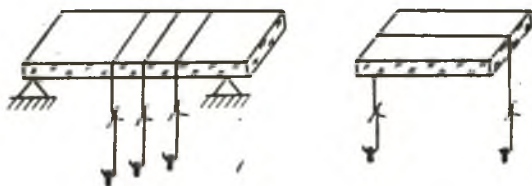
По-голяма част от микроскопските изследвания са почти невъзможни без предварителното приготвяне на надлъжни и напречни препарати.

Надлъжните препарати се правят с цел да се изследват повърхностните морфологични особености на влакната, техният вид и размери, както и измененията, които настъпват в тях при различните механични и химични обработки. За целта са необходими предметни стъкла с размер  $76 \times 26 \times 15$  mm. Те трябва да са с еднородна структура и обезателно безцветни. Покривните стъкла трябва да имат минимална дебелина от 0,10 до 0,25 mm. Преди употребата им те се измиват добре със сапунена вода.

При изследване на надлъжните свойства на влакната от тях се отрязват парченца с дължина 1—2 mm, които се потапят в капка вода или глицерин в зависимост от природата им.

За да не се допуска оставането на въздушни мехури под покривното стъкло, се постъпва по два начина. При единия от тях краят на покривното стъкло се намокря в течността и под наклон от  $45^\circ$  се пуска във влакната. Излишната течност се събира с филтърна хартия. При другия начин 10—20 влакна, единият край на които се задържа, се подреждат успоредно едно до друго с препаратционна игла и се притискат с покривното стъкло.

Съществен недостатък на този широко използван метод за приготвяване на надлъжни препарати от влакна и нишки е невъзможността да бъдат поставени образците в някакъв ред за разпознаване и сравняване.



Фиг. 138. Схема за приготвяване на надлъжни препарати

Оценяването на резултатите от изследванията се затруднява сериозно от наслагването на информация от други влакна, от кръстосването на неконтролирани влакна или от разположението им в различни фокални равнини.

На фиг. 138 е показан един малко известен, но много ефективен начин за прецизно приготвяване на надлъжни препарати от влакна, нишки и преди. От стоманен тел с дебелина 0,2—0,5 mm се правят остри кукички. Масата им обикновено е 15—20% от здравината им, за да не предизвика деформация на опън.

Посредством пинцети единичното влакно съвсем лесно се „вдъва“ в кукичките. Така закачени, влакната се нареждат по широчината на предметното стъкло. С лупа и препарационна игла те се поставят съвсем близо едно до друго. Това дава възможност в зрителното поле на микроскопа едновременно да се наблюдават от 3 до 7 полиакрилонитрилни влакна при увеличение над 250 пъти. Този метод е много удобен при сравняване на багрилната способност на влакната, набъбването, контракцията и др.

*Напречни сечения на текстилни влакна.* Текстилната микроскопия е един от клоновете на биологичната хистология и цитология. Нейните самостоятелни методи на работа значително са изостанали от общата хистология и микроскопска анатомия. Това вероятно се дължи на обстоятелството, че текстилната микроскопия е взаимодействувала почти всички методи и средства, използвани от класическата хистология за изследване на живи и мъртви органични материали, които не всякога са били подходящи.

Увеличаването на възможностите на светлинната микроскопия при изучаване на природата на текстилните влакна изисква преди всичко качествено подобряване на напречните сечения. Главното при тях е дебелината и успоредността им на оптичната ос на микроскопа. При отрязъци с дебелина над 20  $\mu\text{m}$  вследствие на наслагването на многобройни структурни детайли се получава преливаща се в дълбочина картина. Това затруднява разчитането на изображението и води до погрешни изводи.

Независимо от големите постижения на електронната микроскопия светлинният микроскоп и в бъдеще ще намира широко приложение за научни изследвания и практически цели.

Едно от условията за получаване на тънки напречни сечения са оптималните свойства на свързващата среда (заливката). Тя трябва да има температура на топене, по-ниска от температурите, които предизвикват деструкции в природните и химичните влакна. Например за химичните влакна тази среда трябва да бъде с 5—10°C по-ниска от температурата на омекването им. Проникването на свързващите вещества в структурата на влакната е нежелателно. Това води до маскиране на сечението, вследствие на което направените изводи са съмнителни.

Химичното взаимодействие на свързващото вещество с влакната съществено влияе върху яснотата на сечението им. Някои химични реагенти образуват с влакната сложни съединения или разтварят фракции от тях, а други разрушават пигмента и багрилата, предизвикват набъбване или свиване на влакната.

За успешното получаване на тънки напречни сечения особено значение има природата на влакната, респ. абсолютната стойност на твърдостта им. Във всички случаи тя трябва да бъде по-малка от тази на заливката. Поради тези причини парафинът и восъкът, смятани за оптимална свързваща среда, трудно задържат всички видове влакна във вертикално положение при срязването. Често

те се повалят, което налага получаването на много срезове и подбирането на сполучливо отрязаните. Поради изброените и други причини повечето изследователи търсят такава свързваща среда, която в най-голяма степен да отговаря на многобройните изисквания.

В някои заливки се използват разтворители — етер, ацетон, хлороформ и др., които се изпаряват с различна скорост. Вследствие на това експериментаторът много трудно може да улучи момента, когато свързката има „восьчна“ твърдост. Например колодиумът добива голяма твърдост наскоро след използването му. Впоследствие той силно се остъклява, стяга влакната, като изменя формата им, и става трошлив.

За редица микроскопски анализи е необходимо свързващата среда (заливката) да има неутрален характер, тъй като напречните сечения на влакната се обработват с различни химични реагенти, багрила и апретиращи средства.

*Свързващи средства.* В зависимост от природата на влакната изискванията към свързващата среда са многобройни. Това е наложило да се търсят и използват разнообразни свързки, по-важни от които са:

- а) парафин;
- б) колодиум в смес с парафин;
- в) пчелен восък;
- г) желатин;
- д) смес от парафин, пчелен восък и полиетилен;
- е) целулоид;
- ж) плексиглас;
- з) полистирол;
- и) метилметакрилат, бутилметакрилат;
- к) модипол — полиамид на модифициран формалдехид;
- л) бутилови и метилови естери на метакриловата киселина, стабилизирани с хидрохинон;
- м) българска епоксидна смола.

Химичният състав, както и начинът на приготвяне на патентните свързващи вещества, не са дадени в литературата.

### **Препарати за напречни сечения от текстилни влакна**

В зависимост от използваните методи и уреди приготвянето на текстилните влакна и преди за заливането им с изброените свързващи вещества е различно. При най-елементарните методи предназначените за срязване влакна и нишки се прекарват с игла и тънък тел през изварен корк или тънки метални пластинки (0,30 mm) с отвори от 0,1 до 1,5 mm. От корка се изрязват с остър тънък нож или бръснач филийки с минимално възможната дебелина. При втория начин стърчащите от двете страни влакна се изрязват

(дебелината на металните пластинки определя и дебелината на срезове).

Когато се използват ръчните микротомии, снопчетата от влакна, нишки или прежда след умокрянето със свързващите вещества се уплътняват ръчно. При определена субективна твърдост, малко над восъчната, и дебелина от 1 до 4 mm те се изрязват.

Препаратите (заливките) за механичните микротомии се правят в цилиндрична форма с дебелина от 8 до 10 mm. Мястото около влакната се подостря във формата на пресечена пирамида или конус с горна основа не повече от 1 до 2 mm<sup>2</sup>, което значително улеснява рязането. Подредените влакна би трябвало да бъдат успоредни на четирите стени на заливката. След срязването влакната в препаратата са успоредни на главната оптична ос на микроскопа.

*Микротомии.* Това са уредите, с които се извършва напречното рязане на текстилните влакна. Ръчните микротомии се използват предимно за учебни цели — за придобиване на умение и навици. За научноизследователски цели и при решаването на отговорни производствени задачи обикновено се използват механични микротомии. В зависимост от конструкцията им те биват два вида:

- а) препаратът се движи срещу неподвижния нож;
- б) ножът се движи и прави разрези от неподвижния препарат.

Първият вид механични микротомии се използват за получаване на срезове, предназначени за измерване с електронен микроскоп. Тяхната дебелина трябва да бъде по-малка от 1  $\mu$ m. Като режещи инструменти се използват специални стъклени ножове или диамантни клинове.

Вторият вид микротомии се използват предимно за приготвяне на анатомични срезове в хистологията, хистохимията, биохимията, ботаниката и др. Те се използват също и в текстилните лаборатории за получаване на срезове от влакна, залети в парафинови блокчета.

При изследване на морфологичните особености на текстилните влакна или на измененията, настъпили след механичната или химичната им обработка, напречните сечения трябва да имат минимална дебелина 8—12  $\mu$ m. За определяне на дифузията на багрилата, на някои филмови покрития или апрети дебелината на сеченията трябва да бъде над 35—40  $\mu$ m. В противен случай обектът става прозрачен и се получава един общ фон, който не позволява правилното определяне на проникването.

За изследване на структурата на масовите химични влакна, както и на вискозните, полиамидните и някои други влакна с успех може да се приложи багрнето на напречните им сечения. В процеса на багрнето ясно се наблюдава сложната структура на сеченията им. Само по този начин може точно да се определи границата на силно ориентирания повърхностен слой на кордните нишки.

## ОСНОВИ НА ПОЛЯРИЗАЦИОННАТА ОПТИКА. ДВОЙНО ПРЕЧУП- ВАНЕ НА СВЕТЛИНАТА ОТ ТЕКСТИЛНИТЕ ВЛАКНА

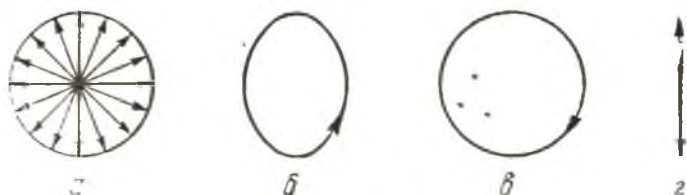
При многократното изследване на текстилните материали оптичните характеристики на влакната и по-точно коефициентът на двойното пречупване на светлината е особено важен. Силата на двойното пречупване на светлината най-много зависи от ориентацията на структурните им елементи.

Способността на влакната да пречупват двойно светлината, когато тя пада под някакъв ъгъл към повърхнината им, е различна. Стойността на пречупването се определя от скоростта на разпространение на светлината в дадена среда. Всички видове изотропни вещества имат постоянни стойности на пречупване на светлината в различните посоки. Анизотропните вещества обаче имат два коефициента на пречупване на светлината. Когато преминава през такива материали, светлинният лъч се разделя на два лъча и се разпространява във влакната с различна скорост. Ето защо стойността на показателя за пречупване на светлината по посока на оптичната ос се различава от стойността на показателя за пречупване на светлината по посока, перпендикулярна на оста. Способността на веществото да има два различни показателя за пречупване се нарича двойно пречупване на светлината.

Изследването и определянето на този показател се извършва най-удобно с поляризационен микроскоп.

Преди да разгледаме начините за определяне на двойното пречупване на светлината, ние ще се запознаем с някои от основните положения на поляризационната оптика, което ще улесни разбирането на поляризационните явления.

*Въведение в основата на поляризационната оптика.* Поляризационна светлина е светлината на определен вид трептения. В про-



Фиг. 139. Разпространение на светлината:

*a* — обикновена светлина; *b* — наляво елиптично поляризирана светлина;  
*в* — надясно кръгово поляризирана светлина;  
*г* — лявеедно поляризирана светлина

тивоположност на нея нормалната светлина се колебае във всевъзможни направления, които са перпендикулярни на направлението на разпространение на светлината. Поляризираната светлина се колебае по елиптична траектория. В зависимост от направлението

на въртене при елиптичната или кръгово-поляризираната светлина се наблюдава лява и дясна посока на поляризация (фиг. 139).

Съвременните поляризационни микроскопи използват преди всичко линейната поляризирана светлина, тъй като при нея се получават оптимални резултати при наблюдение и при измерване.

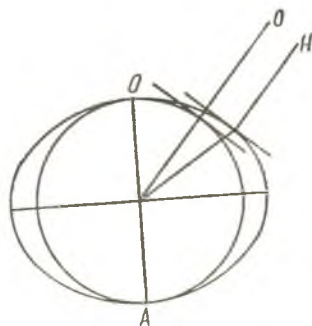
### Линейно поляризираната светлина и нейното измерване при преминаване през двойнопречупваща среда

Под двойнопречупваща среда се разбира способността на веществата да изменят преминаващата през тях светлина по особен начин. Това се дължи на тяхната структура и на специалните им свойства, предизвикани от напрежения с различен знак и форма. При това разпространението на светлината не е равномерно по всички направления; тя преминава и в други плоскости. Тъй като тези ефекти са били открити най-напред при изследване на кристалите, цялата теория на поляризационната оптика изхожда от тях.

Ако си представим, че в центъра на един кристал, който има свойството да пречупва два пъти светлината, пламне искра, то светлината ще се разпространи мигновено във вид на сферични вълни с еднаква скорост по всички възможни направления (фиг. 140). Втората вълна образува елипсоид, по осите на който тя се разпространява със същата скорост, както и сферичната вълна. Перпендикулярно на схемата обаче тя изпреварва в своето разпространение сферичната вълна. Посоката, в която двете вълни имат еднаква скорост, се нарича оптична ос на кристала  $OA$ . Лъчите на светлината, образуващи сферичната повърхнина, се наричат обикновени лъчи  $O$ , а лъчите, образуващи елипсоида — необикновени лъчи  $H$ . Двата вида лъчи се отличават не само по скорост на разпространение и показатели на пречупване, но и по посока на колебанията, намиращи се винаги перпендикулярно едно спрямо друго.

При това необикновените лъчи изпреварват в своето разпространение обикновените лъчи, така че при излизане във въздуха имат определена разлика в хода на двата лъча.

На фиг. 141 е дадена схема на участък от прозрачен кристал, осветен перпендикулярно на оптичната ос  $OA$ . Светлината, паднала на кристала, преминава само в две взаимно перпендикулярни посоки, в които и трепти. При това необикновеният лъч  $A$  изпреварва малко обикновения

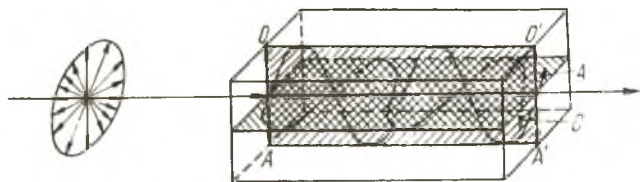


Фиг. 140. Схема за разпространение на светлината на оптически отрицателен едноосен кристал:

$OA$  — посока на оптичната ос;  
 $O$  — обикновен светлинен лъч;  
 $H$  — необикновен светлинен лъч

лъч, така че при излизане във въздуха те имат определена разлика в ходовете си.

От фиг. 140 се вижда, че разликата в хода, а също и двойното пречупване зависят в значителна степен от направлението, в което



Фиг. 141. Двойнопречупващ светлината кристал:

$OA$  и  $O'A'$  — посока на оптичните оси;  $O$  — обикновен светлинен лъч

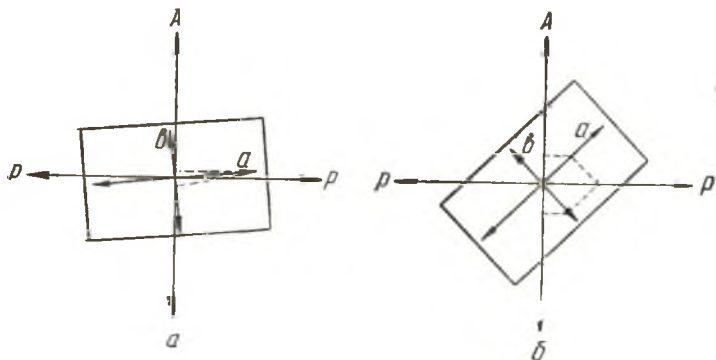
кристалът пропуска светлината. По посока на оптичната ос  $OA$  разликата в ходовете на двата лъча е равна на нула. Тази разлика се увеличава с изменение на ъгъла и достига максимална стойност в перпендикулярна посока спрямо оптичната ос. Посоката на оптичната ос и на перпендикуляра към нея се нарича главна скорост на светлината

Всички кристали, в които обикновените и необикновените лъчи имат еднаква скорост, се наричат оптични едноосни кристали. Има обаче и оптични едноосни кристали, в които повърхнината на необикновения лъч, който описва елипсоида, се приближава до сферичната повърхнина на обикновения лъч, т. е. скоростта на необикновения лъч се намалява до минимална стойност. Такива кристали се наричат оптични положителни едноосни, а кристали, които въртят светлината в посока, обратна на часовниковата стрелка — оптични отрицателни едноосни.

Освен оптични едноосни кристали има и оптични двуосни. Тези кристали имат три различни главни скорости на светлината, които образуват триосен елипсоид. Пред него могат да се поставят две кръгли сечения, нормалите на които ще дадат направлението на двете оптични оси. Подразделението на кристалите на оптични изотропни, оптични едноосни и оптични двуосни е важен спомагателен критерий, който може да се използва и в случай на двойнопречупващи тела, каквито са природните и химичните влакна.

Изследването на обектите с поляризационен микроскоп се извършва главно с поляризатори и анализатори в кръстосано положение, т. е. посоките на колебанията са перпендикулярни една на друга. Ако между тях няма обект, светлината не може да премине през анализатора, тъй като излизащата от поляризатора линейно поляризирана светлина не се изменя от обекта. Двойнопречупващата среда изменя общо линейно поляризираната светлина, така че в крайна сметка част от светлината преминава през анализатора.

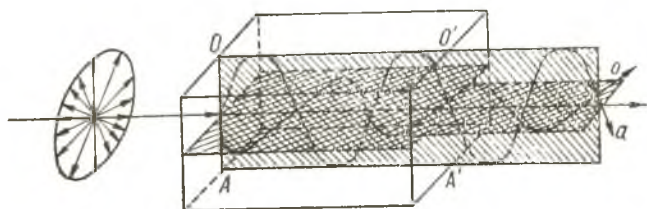
Светлината, която пада от поляризатора към кристала, може да премине през него само в двете направления на трептенията ( $a$  и  $b$ ), разположени перпендикулярно едно на друго (фиг. 142 *a*). При това падащият вектор се разделя на две линейно поляризи-



Фиг. 142. Схема на слабо „ $a$ “ и силно „ $b$ “ светене на двойно-пречупващ светлината обект над поляризатора

рани части съгласно паралелограма на силите. Тези части попадат след преминаване през кристала на анализатора в посока на колебанията по паралелограма на силите. От двете изобразени положения на сечението на кристала и посоката на трептенията на поляризатора произлиза и максималната интензивност на светлината в положение  $45^\circ$  спрямо посоката на трептенията на кристала и посоката на трептенията на поляризатора (фиг. 142 *b*).

В случай че посоките на трептенията на кристала и поляризатора лежат успоредни една на друга, светлина през анализатора няма да премине. Получава се т. нар. спиране на гасенето. При пълно хоризонтално завъртане на обекта се получават четири спирания на гасенето, които постепенно се сменят с максимална яркост.



Фиг. 143. Дихроизъм — двуцветност при Турмалинов кристал

*Дихроизъм (двуцветност)*. Получава се при двойнопречупващи оцветени кристали или други двойнопречупващи обекти, ако през тях се пропусне линейно поляризирана светлина без използване на анализатор (фиг. 143).

Ако линейно поляризираната светлина пада успоредно на посоката на оптичната ос  $OA$  на оцветения кристал, тя ще премине през кристала като необикновен лъч, в резултат на което цветът му ще стане по-светъл. Ако линейно поляризираната светлина пада перпендикулярно на оптичната ос  $OA$ , тя ще премине през кристала като обикновен лъч, при което ще бъде повече или по-малко погълната от кристала. В резултат на това цветът му ще стане по-тъмен. В нормална светлина кристалът има смесен цвят, който се състои от тези два компонента. Силата и видът на двуцветността са важни признаци.

### Двойно пречупване на светлината от текстилните влакна

От поляризационната оптика могат да се използват не малко методи за измерване на силата на двойното пречупване на влакната.

Известно е, че почти всички видове текстилни влакна, в това число и химичните, имат ярко изразена оптична анизотропия. Върху общата им анизотропия влияе цялостната ориентация на кристалитните и аморфните участъци. В зависимост от оптичната анизотропия и пространственото разпределение на структурните елементи на влакната и нишките могат да бъдат получени количествени характеристики за общата структура на влакната.

В оптичната микроскопия е прието, че общата ориентация и структурата на влакната се определят със задоволителна точност от основните показатели на оптичната анизотропия, или по-точно, от двойното пречупване на светлината:

$$n_{\parallel} - n_{\perp} = \frac{\Delta}{d}.$$

където  $n_{\parallel}$  е силата на двойното пречупване на светлината, успоредна на оптичната ос на влакната;

$n_{\perp}$  — силата на двойното пречупване на светлината, перпендикулярна на оптичната ос на влакната;

$\Delta$  — разликата в дължините на лъчите;

$d$  — дебелината на влакната.

### ЯВЛЕНИЯ НА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯТА И ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СИЛАТА НА ДВОЙНОТО ПРЕЧУПВАНЕ НА СВЕТЛИНАТА ОТ ВЛАКНА

От фиг. 142 се вижда, че при двете проектирания на посоките на трептенията на лъчите и анализатора съставлящите взаимно се унищожават. Това обаче е неправилно дори при използване на монохроматичната светлина, защото двата лъча при излизане от двойнопречупващата среда (кристал или влакно) имат определена разлика в ходовете. Тази разлика в хода, разбира се, се увеличава

с дебелината на пропускащия слой, тъй като обикновеният лъч все повече изостава от необикновения.

При преминаване във въздуха разликата в хода повече не се изменя, тъй като скоростта на разпространение на двата лъча във въздуха е еднаква.

Ако се замени скоростта на разпространение с показателите на пречупване на двата лъча, ще се получи известната ни вече формула.

Този метод на измерване на силата на двойното пречупване на светлината от влакната се използва най-много за изследване на влакна с кръгло или почти кръгло сечение и с различни дебелини, както и на необагени влакна.

В зависимост от вида на използваната светлина на осветяване на влакната интерференцията може да се получи с поли- или монохроматична светлина. От направеното досега изложение се разбира, че силата на двойното пречупване на светлината най-много зависи от оптичната анизотропия във вътрешността на влакната. За някои силно изтеглени химични влакна трябва да се има пред вид и повърхностната ориентация.

#### **Определяне силата на двойното пречупване на светлината от влакна с кръгло сечение**

Този метод дава достоверни резултати за влакна с кръгло сечение, на които коефициентът на двойното пречупване на светлината, ненадминаващ 0,1, се определя чрез компенсационния метод. С такава сила на двойно пречупване на светлината са полиамидните, полинозните и редица други химични влакна. Изключения правят само полиестерните влакна.

За определяне на този показател се използва поляризационен микроскоп, в който има кварцов клин или въртящ се калцитов компенсатор. Дебелината на влакната се измерва с обикновен окулярен микрометър.

При наблюдаване на влакната в поляризирана светлина в резултат на различните скорости на двата светлинни лъча, единият от които е успореден, а другият — перпендикулярен на влакната, се поражда интерференционни цветове:

$$n_{\parallel} - n_{\perp} = \frac{\Delta}{d}$$

Изменението в скоростта на преминаване на лъчите през влакната се нарича разлика в хода на лъчите  $\Delta$ . Тя се измерва по следния начин. Влакната се нареждат на предметното стъкло почти успоредно едно до друго, след което се капва глицерин и се покриват с покривното стъкло. Препаратът се поставя на  $45^{\circ}$  спрямо плоскостта на поляризация. След това в специален канал на тубуса на микроскопа се вкарва постепенно кварцов клин до пълна компенсация на интерференционните цветове, т. е. дотогава, докато влакната в

средата на зрителното поле не станат тъмносиви. След получаването на пълната компенсация кварцовият клин бавно се изважда, като се следи сменяването на цветовете в зрителното поле. По броя на появяващите се в зрителното поле червени ленти се определя броят на реда преди този, към който може да се причисли цветът на изследваното влакно.

След като се определят редът на оцветяването на влакното и неговият цвят по табл. 40, от лявата колонка се отчита разликата в хода на лъчите.

Таблица 40

Ред на цветовете	Разлика в хода	Интерференционни цветове между	
		кръстосан поляризатор и анализатор	паралелен поляризатор и анализатор
1	2	3	3
I	0	черен	бял и чист
I	40	стоманеносив	бял
I	97	лавандовосив	жълтеникавобял
I	158	сивогълбов	светлокафяв — безлезна
I	218	сив	кафявожълтеникав
I	234	зеленикавобял	кафяв — кестеняв
I	259	почти чисто бял	светлочервен
I	267	жълтеникавобял	карминовочервен
I	275	слабо стоманеножълт	тъмночервен
I	281	сламеножълтеникав	тъмновиолетов
I	306	светложълт	индиго
I	332	яркожълт	син
I	430	кафявожълтеникав	сивогълбов
I	505	червенооранжев	гълбовозелен
I	536	червен	бледозелен
I	551	тъмночервен	жълтеникавозелен
II	565	пурпурен	светлозелен
II	575	виолетов	зеленикавожълт
II	589	индиго	златистожълт
II	664	небесногълбов	оранжев
II	728	зеленикавогълбов	кафявооранжев
II	747	зелен	светло карминовочервен
II	826	светлозелен	пурпурночервен
II	843	жълтеникавозелен	виолетовопурпурен
II	866	зеленикавожълт	виолетов
II	910	чисто жълт	индиго
II	948	оранжев	тъмногълбов
II	998	ярко оранжевочервен	зеленикавогълбов
II	1101	тъмно виолетовочервен	зелен
III	1128	светло гълбововиолетов	жълтозеленикав
III	1151	индиго	нечисто жълт
III	1258	зеленикавожълт	тъмночервен
III	1334	моркосин	кафявочервен
III	1376	яркозелен	виолетов
III	1426	зеленикавожълт	сивогълбов
III	1495	тъмночервен	моркосин

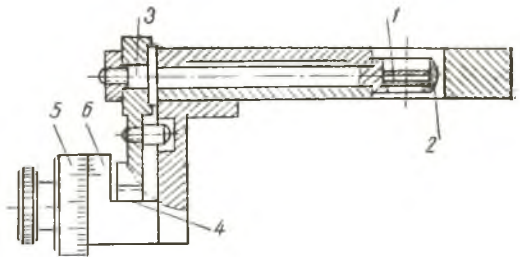
1	2	3	4
III	1534	карминовочервен	зелен
III	1621	матово пурпурен	бледозелен
III	1652	сивовиолетов	жълтозеленикав
IV	1682	сивогълбов	зеленикавожълт
IV	1711	морскосин	жълтеникавочерен
IV	1744	гълбовозелен	светловиолетов — лилав
IV	1811	светлозелен	кафяв — кестеняв
IV	1927	светло сивозелен	сивочервен
IV	2007		
IV	2048	белезникаво сив тъмночервен	гълбовосив зелен

Получената разлика за хода на лъчите се контролира, като оцветяването наново се проверява при успоредно положение на поляризатора и анализатора.

### Определяне разликата в ходовете на лъчите с въртящ се компенсатор

Двойното пречупване на светлината от текстилни влакна и нишки с кръгло или близко до кръглото сечение се определя бързо и точно с въртящия се калцитов компенсатор (фиг. 144).

Най-важната част в това допълнително приспособление към поляризационния микроскоп е пластинката 1, изработена от исландски шпат. Тя се изрязва перпендикулярно на оптичната ос на кристала. За да се предпази от повреди, пластинката се поставя между две стъкла. Слени с канадски балсам, те се поставят в кръглото гнездо 2, което се намира в края на хоризонталната ос 3. Левият ѝ край има зъбен сектор 4 и зъбно колело 5, оста на което има кръгъл награфен нониус 6 с 60 деления.



Фиг. 144. Схема на въртящ се калцитов компенсатор

Нулевото положение на нониуса посочва  $30^\circ$ . Наклоняването на пластинката надясно или наляво постепенно увеличава разликата в хода на лъчите и в зрителното поле на микроскопа последователно се виждат различни интерференционни цветове. Наклонът на пластинката-компенсатор и нейният ъгъл се определят направо от нониуса 6.

При изходно положение на компенсатора  $30^\circ$  готовият препарат с влакната се поставя в зрителното поле на обектива, докато се получи пълна компенсация на интерференционните цветове. След това предметната маса на микроскопа заедно с препарата се завърта на  $45^\circ$ .

Чрез превъртане на кръглия нониус на компенсатора се избира онова положение, при което в средата на влакното се очертава тъмна ивица, отговаряща на пълната компенсация на разликата в ходовете на лъчите в масата на влакното.

При първия опит може и да не се открие черната ивица. В такива случаи предметната маса на микроскопа заедно с препарата се превърта на  $90^\circ$  и наново се извършва компенсация.

Чрез превъртане на окуляра една от централните му линии се поставя в средата на тъмната ивица и от нониуса на компенсатора се отчита ъгълът на превъртането му  $\alpha_1$ . След това се превърта нониусът в обратна посока до пълна компенсация, при което се отчита ъгълът  $\alpha_2$ . Половината от тази разлика на ъглите е равна на ъгъла на наклона на калцитовата пластинка:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$$

Разликата в хода на лъчите в компенсатора се определя по формулата

$$\Delta = C \cdot f(\alpha),$$

където  $C$  е константа на компенсатора.

За изчисляване на функцията  $f(\alpha)$  в паспорта на компенсатора са дадени във вид на таблици и графики различните стойности на  $\alpha$ .

Стойността на константата  $C$  се определя, като наново нониусът се превърта надясно и наляво, докато в точката на прекръстосване на двете централни линии в окуляра не се появи ивица с виолетовия оттенък от първи ред, който отговаря на разлика в хода на лъчите  $551 \mu\text{m}$ . След като са определени ъглите  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , константата  $C$  се пресмята по формулата

$$C = \frac{551}{f(\alpha)}$$

Дебелината на влакната и разликата в хода на лъчите се определят по описаните вече начини. Тогава силата на двойното пречупване на светлината ще бъде равна на

$$n_{\parallel} - n_{\perp} = \frac{\Delta}{d}$$

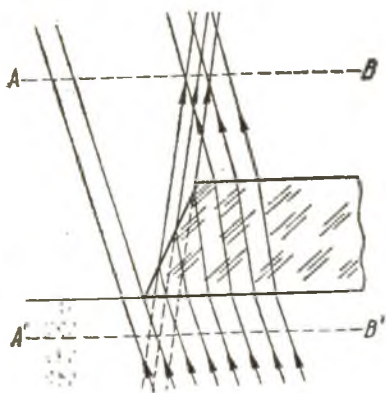
## Имерсионни методи за определяне силата на двойното пречупване

Голяма част от текстилните влакна и нишки имат сечения, различни от окръжността. Поради това при тях силата на двойното пречупване на светлината не може да се определи по описаните вече начини. Двойното пречупване на светлината от влакна с некръгли сечения се определя чрез имерсионния начин.

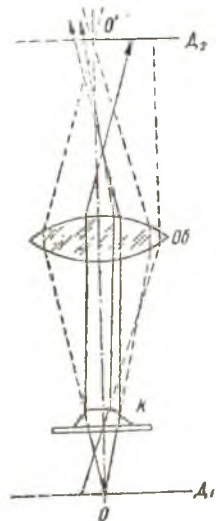
При него влакната се напояват в течност, на която се знае силата на двойното пречупване на светлината. Тази течност се подбира с такова пречупване, което е най-близо до това на изследваното влакно.

Известни са няколко варианта на имерсионния метод. Най-широко приложение намират методът на Бекке и методът на двете диафрагми. Трябва да се има пред вид, че направените изводи по метода на Бекке се отнасят предимно за повърхностния слой на влакната, а чрез двойното диафрагмиране — за ориентацията и структурата на цялото влакно.

Получените резултати при имерсионните методи зависят много от повърхностните свойства на влакната. Например те имат силно



Фиг. 145. Схема за появяване на линиите Бекке



Фиг. 146. Схема на двете диафрагми:

ОБ — обектив;  $D_1$  и  $D_2$  — диафрагми;  $k$  — обект

ориентиран външен слой, оптичната плътност на който се различава от по-долните слоеве. Вследствие на тази оптична анизотропия резултатите на силата на двойното пречупване на влакната могат да имат големи неточности.

При метода на Бекке изследваните влакна, поставени в имерсионна среда, имат по дължината си светли ивици, известни под името линии на Бекке.

Когато светлинните лъчи минават през влакното, поставено в имерсионна течност, то става като призма по отношение на тях, т. е. отклонява ги към основата си. Обратно, лъчите, отклонени от края на влакното, ще се пресекат над него с неотклонените, като създават увеличена яркост. Ето защо в самия край на влакното светлината силно отслабва.

Имерсионният метод предвижда поотделно определяне на силата на двойното пречупване на светлината, успоредна и перпендикулярна на влакната:

$$\Delta_{\text{им}} = n_{\parallel} - n_{\perp}$$

И в двата случая определянето на двойното пречупване се извършва без анализатор.

За определяне на силата на двойното пречупване на светлината от текстилни влакна чрез имерсионния метод са необходими 98 флакона от различни течности с коефициенти на пречупване от 1,408 до 1,780. Към приложените таблици има указания за влиянието на температурата на околната среда и дисперсионните поправки.

В табл. 41 са дадени някои от основните видове течности, използвани в оптичната микроскопия, а в табл. 42 — стойностите на коефициента на пречупване на светлината в две взаимно перпендикулярни посоки за различни влакна.

Таблица 41

Вид на имерсионната течност	Коефициент на пречупване на светлината с $\lambda = 589,6$ при $t = 18^{\circ}\text{C}$	Вид на имерсионната течност	Коефициент на пречупване на светлината с $\lambda = 589,6$ при $t = 18^{\circ}\text{C}$
Вода	1,333	Кедрово масло	1,514
Ацетон	1,359	Монохлорбензол	1,527
Етилов спирт	1,362	Брометан	1,537
Параалдеhid	1,404	Бутилов спирт	1,542
Хлороформ	1,443	Канадски балсам	1,545
Глицерин	1,456	Нитробензол	1,552
Тетрахлорметан	1,461	Анилин	1,559
Маслиново масло	1,468	Монобромбензол	1,587
Терпентин	1,471	Бромформ	1,589
Костна мас	1,471	Монодобензол	1,618
Рициново масло	1,476	Серовъглерод	1,625
Ленено масло	1,408	Хлорнафталин	1,633
Парафинено масло	1,483	Бромнафталин	1,657
Ксилол	1,499	Йодметилен	1,740
Бензол	1,501		

Вид на влакната	"II	"I
Полиакрилонитрил (X—51)	1,516	1,520
Полиакрил (акрилан)	1,520	1,524
Виньон NH	1,526	1,526
Виньон SF	1,523	1,527
Полиамид (найлон 6—6)	1,582	1,519
Полиестер (дикрон)	1,700	1,532
Полипропилен	1,521	1,492
От поливинилол спирт	1,547	1,522
Дайнел	1,536	1,531
Стъклени	1,547	1,547
Алгинови	1,534—1,530	1,534—1,530
Протеинови (викара)	1,536—1,532	1,536—1,532
Полиамидни:		
найлон 6	1,568	1,515
найлон 6—10	1,565	1,500
Полиестерни (терилен)	1,725	1,537
Полиетиленови	1,556	1,512
Вискозни	1,548—1,556	1,519—1,526
Медно-амонячни	1,553—1,549	1,525—1,523
Казеинови	1,544	1,543
Поливинилови	1,545	1,543
Ацетатни	1,474	1,479

## ЕЛЕКТРОННА МИКРОСКОПИЯ

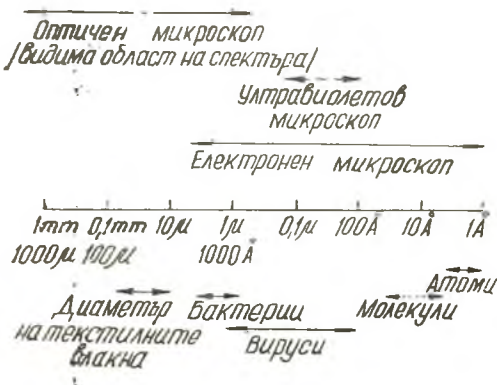
Всестранното развитие на науката и техниката непрекъснато увеличава изискванията към оптичния микроскоп. Обикновеният микроскоп, който използва светлината във видимата област на спектъра, има разделителна способност около 2000 Å (фиг. 147). Чрез използване на ултравиолетова светлина, която има значително по-малка дължина на вълната, може да се увеличи разделителната способност до 100 Å.

Ограничената разделителна способност на светлинния микроскоп се определя от вълновата природа на светлината и произтичащите от нея дифракционни явления.

През 1924 г. френският физик Луи де Бройл предсказал вълновите свойства на електронния сноп, което впоследствие стана и основата за създаване на електронни апарати за изследване на най-малките структурни образувания на веществата.

При електронния микроскоп дължината на вълната  $\lambda$  е свързана с движението на електроните; тя е пропорционална на  $v^{-\frac{1}{2}}$ , където  $v$  е ускоряващата потенциална разлика. Например при напрежение 60 kV дължината на вълната  $\lambda$  е около 0,05 Å.

Като използвал откритието на Бройл, Буш през 1926 г. успял чрез подходящо подреждане на магнитни полета, изпълняващи ролята на лещи, да фокусира електронния сноп. Първият електронен микроскоп бил конструиран през 1930 г. Неговата разделителна



Фиг. 147. Възможности за приложение на оптичестката и електронната микроскопия

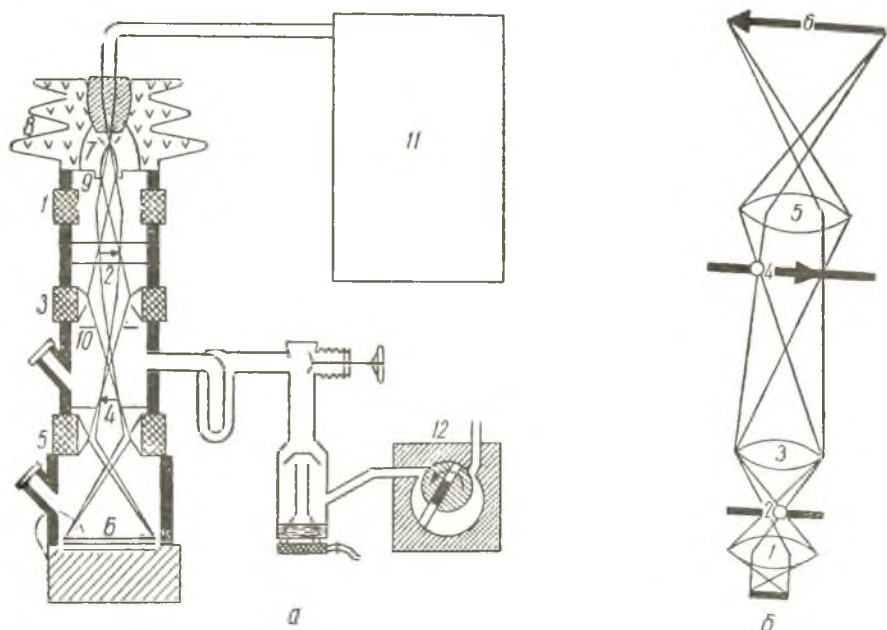
на препарати за изследването им, е невъзможно при разделително разстояние, по-малко от 25 Å. Като се има пред вид, че междуатомните разстояния в кристалната решетка са около 1—5 Å, става ясно, че много подробности от най-фината структура на текстилните влакна остават все още скрити за човешкото око.

### Оптична схема на електронния микроскоп

**Общи сведения.** На фиг. 148 а е дадена схемата на електронен микроскоп с магнитни лещи. Разположението на лещите и тяхното предназначение са същите, както при проекционния светлинен микроскоп (фиг. 148 б), при който увеличеното изображение се наблюдава проектирано върху матово стъкло. Оптичните елементи, от които е изграден електронният микроскоп, са източникът на електрони и трите магнитни или електростатични лещи — кондензорна, обективна и проекционна. Увеличеното изображение се проектира върху флуоресциращ екран.

За източник на електрони служи нагрятата с електрически ток волфрамова жичка, отрицателният потенциал на която се поддържа 50—100 kV. Емитираните електрони се ускоряват в силно електрическо поле, за да получат определена скорост и посока на движение. Отрицателният полюс на генератора за високо напрежение е свързан с емитиращия електрод, който по този начин служи за катод, а положителният полюс — с един кръгъл метален електрод (анод), в центъра на който има отвор за преминаване на ускорените електрони. Кондензорната система в някои електронни мик-

роскопи се състои и от две лещи. При двукондензорните лещи може да се осигури много малко напречно сечение на електронния сноп, който преминава през изследвания образец. Това намалява до минимум нагряването на обекта при въздействие на електроните.



Фиг. 148. Схема на:

*a* — електронен микроскоп:

1 — кондензорна леща; 2 — обект (препарат); 3 — обективна леща; 4 — междинно изображение; 5 — проекционна леща; 6 — флуоресциращ екран и фотоплака; 7 — катод; 8 — изолатор; 9 — авод; 10 — блянда; 11 — източник на електрически ток; 12 — вакуумпumpa

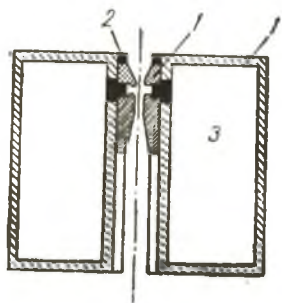
*б* — обикновен светлинен микроскоп:

1 — кондензатор и осветление; 2 — обект; 3 — обектив; 4 — междинно изображение; 5 — окуляр; 6 — изображение на обекта 2

При електронните микроскопи първото увеличение на обекта се получава чрез късофокусни обективни лещи, поставени непосредствено зад изследвания образец. Полученият образ се увеличава от втора проекционна леща и се проектира на екран, покрит с флуоресциращо вещество. Изображението най-често се наблюдава визуално, непосредствено или чрез оптичен микроскоп с малко увеличение. В случаите, когато екранът се замени от фотографска плака, изображението се фотографира.

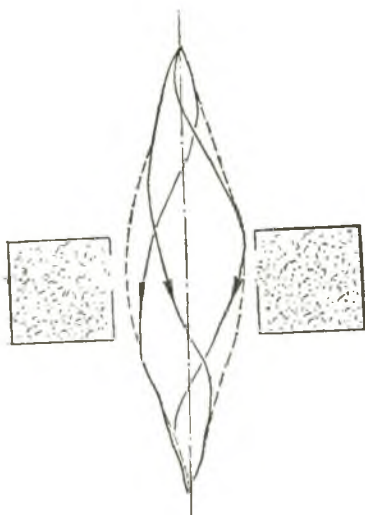
Молекулите на въздуха особено силно разсейват електроните. Това е наложило всички системи в електронния микроскоп да се намират под дълбок вакуум — 0,00133 Pa. Намерени са многобройни конструктивни решения, чрез които образецът може да се постави и изважда, без да се нарушава вакуумът.

**Видове лещи.** Разделителната способност на електронния микроскоп зависи от характеристиката на лещите и най-вече от качествата на обектива. Фокусирането на електронния сноп може да се извърши с два вида лещи: магнитни и електростатични. В



Фиг. 149. Обикновена магнитна леща:

1 — меко желязо; 2 — цветен метал; 3 — кавселовани електропроводими намотки



Фиг. 150. Схематично представяне пътя на електроните в магнитните лещи

различните марки микроскопи най-често се използват магнитни лещи, които имат много добри комплексни характеристики. При тях отпада необходимостта от поставянето в микроскопа на електроди, които се намират под високо напрежение.

Схемата на една магнитна леща е дадена на фиг. 149. Магнитното силово поле в такава леща се получава от електрическият ток, пропуснат през намотките на бобината, обвита от меко желязо, което не позволява разсейването на магнитните силови линии извън соленоида. Магнитопроводът се прекъсва във вътрешността на соленоида чрез заваряване на един немагнитен пръстен от мед, месинг или друг цветен метал.

По-нататъшното усилване на магнитното поле и скъсяването на фокусното разстояние се постигат с прибавянето на полюсни наставки от меко желязо.

Увеличението на магнитните лещи може да се изменя чрез изменение на фокусното им разстояние. За целта през бобината на лещата се пропуска ток с различна сила.

В магнитните лещи електроните се движат по една двойно конусна спирала, оста на която съвпада с главната ос на микроскопа (фиг. 150). При тълкуване на резултатите трябва да се има пред вид, че образът на обекта се завърта на произво-

лен ъгъл, който зависи главно от увеличението на изследвания обект.

**Разделителна способност.** Разделителната способност на електронния микроскоп се ограничава от електронната дифракция и сферичната аберация, определена от вълновите свойства на елект-

роните. По същия начин дифракцията на светлината ограничава разделителната способност на светлинния микроскоп. Грешката, предизвикана от електронната дифракция, зависи от големината на апертурния ъгъл на системата от лещи, които формират изображението на обекта. Тя може да се намали чрез увеличаване на апертурния ъгъл.

Независимо от високото качество на електронните лещи при тях не е отстранена сферичната aberация, т. е. пресичането на непараксиалните и параксиалните лъчи в различни точки. Тя е налице при всички конструкции електронни лещи и се увеличава пропорционално с увеличаване на ъгъла  $\alpha$  (половината от ъгъла на конуса, под който лъчите излизат от обектива). Опитно са установени оптималните стойности на  $\alpha$ , при които съвместното влияние на дифракционната грешка и сферичната aberация е минимално. Така се постига максималната разделителна способност. Диаметърът на апертурната диафрагма на обективната леща при това оптимално съотношение е около 30  $\mu\text{m}$ . При тази постановка разделителната способност на микроскопа е по-малка от 5  $\text{\AA}$ . Както беше казано, на практика такава разделителна способност не може да се достигне поради други причини. Например дори едва измерима несиметрия в полюсните крайници на обективната леща предизвиква астигматизъм, като изображенията на точка се получават във вид на отсечка от права линия. Отстраняването на астигматизма успешно се извършва чрез допълнително магнитно или електростатично поле, което изкуствено създава противоположен астигматизъм, равен по стойност и противоположен по знак на този, който е предизвикал асиметрия в полето на лещата.

Фокусното разстояние на магнитните лещи зависи от ускоряващото напрежение и стойността на тока, протичащ през навивките на бобината на лещата. Поради тази причина особено значение придобива стабилизацията на високото напрежение, като не се допуска по-голямо отклонение от 1/100 000 V.

Изискванията към стабилността на тока, който протича през намотките на обективната леща, през време на наблюдение или фотографиране са също много високи. Следователно успехът на работата с електронен микроскоп зависи от осигуряването на високостабилно електрическо захранване.

При изменение на дължината на вълната на електронния сноп настъпва деформиране на изображението, т. е. хроматична aberация. Изменението в дължината на вълните се предизвиква от загубата на енергия на електронния сноп при преминаването му през образеца. Това налага дебелината на образеца да бъде няколкостотин ангстрьома. Върху крайния резултат оказва влияние неподвижността на образеца през време на наблюдението или фотографирането. Плъзгането се предизвиква от вибриране на микроскопа или загряване на мрежичката, върху която е поставен образецът.

В случаите, когато се извършват наблюдения при големи увеличения, трябва да се държи сметка за различните изпъкналости по повърхнините на флуоресциращия екран и фотографските плаки. При работа с малки апертурни ъгли горното съображение отпада, тъй като те увеличават дълбочината на резките преходи.

Почти всички видове електронни микроскопи имат достатъчна разделителна способност, за да се изследва с тях на различни нива структурата на текстилните влакна. Най-голямата трудност, която се среща при изследване на текстилните влакна чрез електронен микроскоп, е изработването на препаратите за микроскопиране.

Поради голямата им разделителна способност съвременните микроскопи откриват и най-малките недостатъци, допуснати от методите на препариране, които значително изостават от развитието на електронните микроскопи.

### Препарационна техника

Класическите методи на светлинната микроскопия, която имаше зад гърба си повече от двестагодишна история на развитие, в повечето случаи се оказаха неподходящи при работа с електронните микроскопи. Други методи обаче нямаше или много бавно се създаваха.

Голямото разнообразие на обектите за изучаване изискват в много случаи прилагането на методи и средства, неизползвани досега при работата с електронен микроскоп. За електронните микроскопи има огромна литература, но за препарирането на образците такава почти липсва.

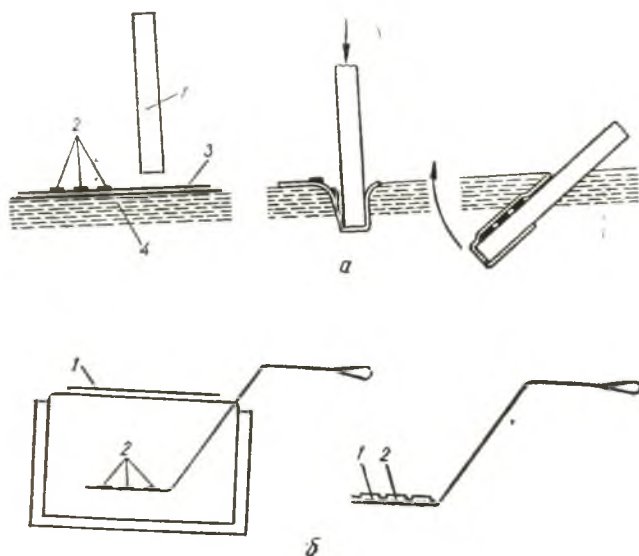
Както беше казано, дебелината на образците, които се подлагат на директно изследване, трябва да бъде  $0,1-0,2 \mu\text{m}$  за плътни обекти и около  $1 \mu\text{m}$  за биологични обекти и хигроскопични текстилни влакна, при които изсушаването води до значително намаление на ефективната им плътност.

*Подложки.* При изследване на образците с електронен микроскоп те трябва да бъдат закрепени върху някаква подложка, която да е прозрачна за електронния сноп. Тази подложка играе ролята на предметното стъкло при светлинния микроскоп.

Подложките, които се използват в електронно-микроскопското препариране, се изработват от лакови, метални и други филми с дебелина от  $0,01$  до  $0,2 \mu\text{m}$ . Лаковите подложки се получават най-често от колодий, разтворен в амилицетат ( $1-2\%$ ). Колодиеви подложки с дебелина около  $100 \text{ \AA}$  се получават по следния начин:

В съд с голяма повърхнина, например петриева паничка, се налива дестилирана вода. Върху успокоената водна повърхнина се капват няколко капки от колодиевия разтвор чрез пипета или стъклена пръчка. Капките трябва да падат във водата от малка височина ( $2-4 \text{ mm}$ ). Те бързо се разливат на повърхнината ѝ, като образуват

тънък слой. След изпаряването на разтворителя, в случая амилацетата, върху повърхнината на водата остава тънка ципа от колодия (нитроцелулозата). Така получените носещи подложки се поставят върху медни мрежички или специални пластинки (диафрагми)



Фиг. 151. Начини за поставяне на подложки (мембрани) от колодий върху мрежички от мед:

*a* — с предметно стъкло:

1 — предметно стъкло; 2 — мрежички от мед; 3 — мембрана от колодий; 4 — дестилирана вода

*b* — с лопатка:

1 — мембрана от колодий; 2 — мрежички от мед

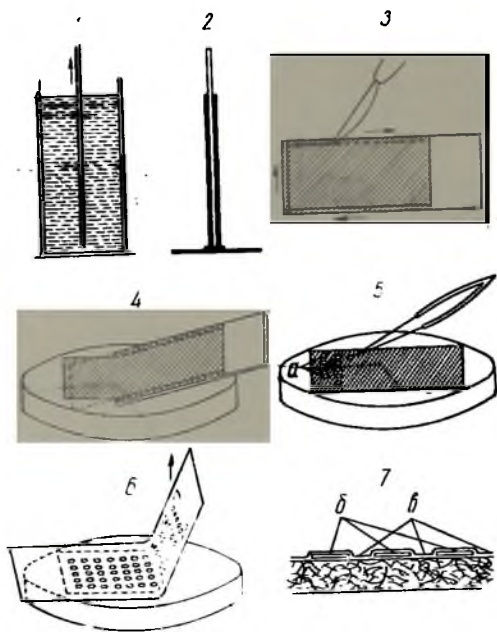
с микроскопични отвори и се сушат при стайна температура (фиг. 151 *a*, *б*).

Широко приложение за получаване на подложки намира поливинилформолът, често наричан с фабричното му име формвар (фиг. 152). Той лесно се разтваря в дихлоретилен, метилов бромид, трихлоретилен, хлороформ и др., като съдържанието му в разтвора е от 0,25 до 0,1%.

Освен чрез разливане върху водна повърхнина на някои от горепосаните разтвори със задоволително качество се получават подложки и по друг начин. За целта се вземат неупотребявани покривни стъкла, които се потапят във формваров разтвор в продължение на 2—3 s и се сушат при стайна температура във вертикално положение. След изсушаването формваровата ципа се повдига откъм долния край с острие. Окончателното ѝ отделяне се извършва във вода. За целта покривното стъкло се потапя бавно във вода

под ъгъл  $45^\circ$ ; водата като клин отделя постепенно формвара от стъклото, който остава на повърхността ѝ.

Най-често използваният начин за поставяне (улавяне) на подложката върху мрежичката е чрез повдигане на мрежичката към



Фиг. 152. Схема за получаване на формварови подложки и поставянето им върху мрежички от мед:

1 — чаша с  $0.5-0.75\%$  ен разтвор на формвар в хлороформ; 2 — предметно стъкло с формварова мембрана; 3 — почистване ръбовете на предметното стъкло от формвар; 4 — отделяне на мембраната от предметното стъкло в съд с вода; 5 — поставяне на медните мрежички върху плаващата мембрана; 6 — изваждане на мембраната и мрежичката чрез филтърна хартия; а — филтърна хартия; б — формварова мембрана; в — медни мрежички

подходящи, тъй като те се размекват и разтопяват при облъчването им със сноп от електрони с голяма интензивност. Със значителна устойчивост и здравина се получават подложки от въглерод, който се изпарява върху някакво вещество. Впоследствие веществото се разтваря и се получава въглеродната подложка. Тя е прозрачна за електроните, има електропроводимост и е най-сполучливата подложка за редица обекти.

Здравината и устойчивостта на колодиевите и формваровите подложки може значително да се подобрят, като преди използването им се облъчват с високоинтензивен сноп от електрони. Дебе-

подложката със специално изкривени пинцети (диаметър на халката  $0,5-1\text{ mm}$ ).

Случаите, когато подложките се задържат върху мрежите, показват, че те са много дебели и не са годни за използване. Материалите, които се използват, трябва да бъдат ч. з. а., инструментите — стерилно чисти, а помещенията — напълно обезпрашени и с температура около  $20^\circ\text{C}$ . Повисоките температури ускоряват изпаряването на амилацетата. Получените подложки имат множество дупки.

Колодиевите подложки след няколко месеца остаряват, т. е. стават твърди, крехки и малко издръжливи при работа.

За много изследвания е необходима голяма разделителна способност. В тези случаи колодиевите и формваровите подложки не са напълно

лината на подложките може да се изчисли по следната формула:

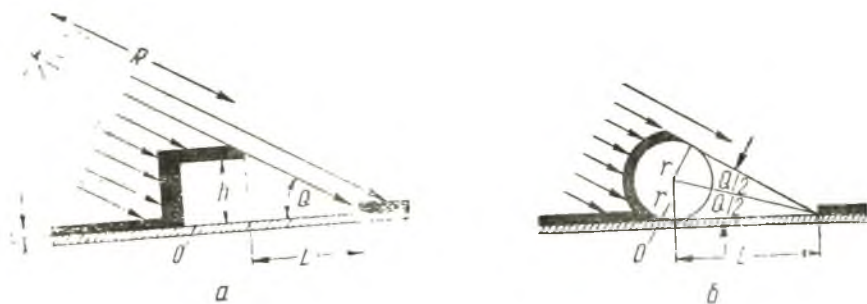
$$T = \frac{V \cdot C}{A \cdot 100 \cdot 0,8}$$

където  $T$  е дебелината на подложката;  
 $A$  — лицето на свободната водна повърхнина;  
 $V$  — обемът на капнатия лаков разтвор;  
 $C$  — масата на лаковото вещество в  $100 \text{ cm}^3$  разтвор.

Плътноста на подложката е  $0,8 \text{ g/cm}^3$ . Желателно е най-напред да се изчисли  $T$  при определено лице на свободната водна повърхнина  $A$  и определен обем на една капка разтвор  $V$ . Правилно е дебелината на подложката да се получи само от една капка разтвор, което осигурява равномерността на дебелина на цялата подложка.

**Носещи мрежички.** Незначителната механична здравина на подложките налага те да се поставят върху носещи мрежички. Те се изработват от медна, никелова или бронзова мрежа. Гъстината на нишките е от 5 до 15 бр/мм. Междунишковото пространство е с размери до  $0,01 \text{ mm}^2$ . При увеличение 10 000 пъти площта от  $1 \text{ mm}^2$  може да се проектира върху екран с размери  $1 \times 1$  метър. Освен тъкани и впоследствие валцовани мрежички се използват такива, получени по галваничен път, които имат изключително гладка повърхнина.

**Метално засенчване.** За да се увеличи контрастността при наблюдението на биологични обекти и текстилни влакна, се използва



Фиг. 153. Схеми за получаване на сенки от:

$a$  — обекти с профилно сечение;  $b$  — сферични обекти;  $O$  — обект;  $t$  — дебелина на засенчването;  $h$  — височина на обекта;  $L$  — дължина на сянката;  $\theta$  — ъгъл на засенчването

металното засенчване. Същността на метода се състои в нанасянето в определена посока на тънък метален слой върху приготвения обект.

При това насочено под определен ъгъл нанасяне зад всички обекти, които се издигат над повърхността на подложката, се оформят сенки с дължина, определена от ъгъла, под който металният слой е бил нанесен върху подложката (фиг. 153 а. б).

Сянката на обекта е в същност областта, в която не са попаднали метални атоми. Поради това тя остава по-прозрачна за електроните от останалата, покрита с метален слой среда. При наблюдение на метално засенчен образец може да се получи задоволи-



Фиг. 154. Схема за определяне височината на обекта:

$L$  — дължина на сянката

телна представа за пространственото разположение на обектите и тяхната форма.

За засенчване се използват метали с голям атомен номер: паладий или сплавта паладий и злато; хром или платина. Металните покрития силно разсейват електроните дори когато дебелината им е няколко ангстрьома. Металите се изпаряват под вакуум чрез нагрятая волфрамова жичка, поставена под малък ъгъл към образеца. Съотношението в размерите на сянката и обекта трябва да бъде 4:1. Когато се знае ъгълът на засенчването и размерите на сянката, може приблизително да се пресметне височината на образеца над подложката.

При количествената интерпретация на микрофотографиите е необходима известна предпазливост. Възможно е най-голямата неравност да не хвърля най-дълга сянка. Освен това неизвестно остава положението и на най-високата плоскост на неравността (фиг. 154).

Грешно могат да бъдат определени също така и хоризонталните размери на засенчените частици. Има случаи, когато засенчващият метал създава сенки откъм страната на изпарителя.

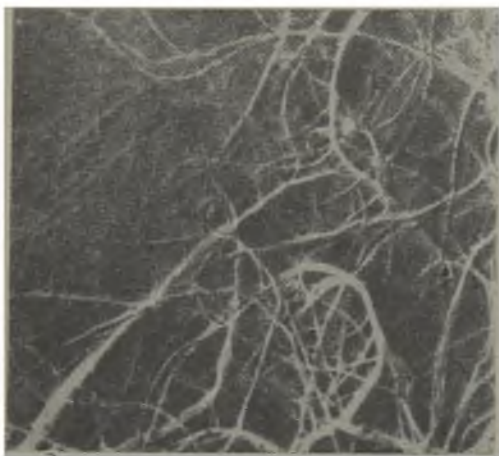
Чрез металното засенчване могат да се наблюдават структурни елементи, чиито размери са над  $50 \text{ \AA}$ . По-малки структурни образувания се припокриват от структурните образувания на нанесения метал. Това се дължи на склонността на металите да агрегират в големи комплекси. Поради това прахообразното метално покритие трябва да бъде дебело от 5 до  $10 \text{ \AA}$ .

### Препарати от текстилни влакна

*Раздробяване.* Главната причина, поради която текстилните влакна не могат да се изследват непосредствено с обикновен електронен микроскоп, е тяхната дебелина. За да се получи информация от вътрешния строеж на текстилните влакна, те трябва да се разделят

на отделни малки части, които да се разглеждат непосредствено под електронния микроскоп.

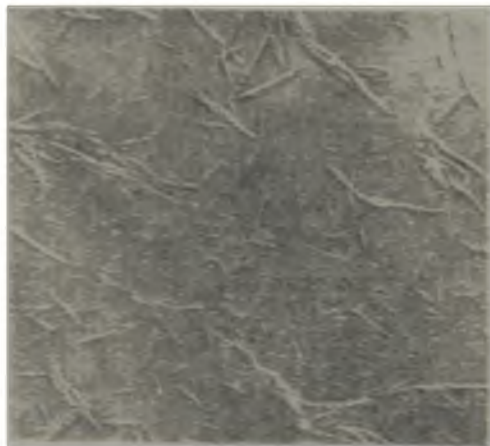
Това диспергиране може да се осъществи по няколко начина: чрез механично раздробяване в ножова или топкова мелница, чрез ултразвуково въздействие, химично или ферментативно разтваряне или чрез едновременно комплексно въздействие с всички гореизброени начини. Раздробеното вещество се поставя в подходяща течност, обикновено вода, за образуване на суспензия. Капка от тази суспензия се поставя върху мрежичка, покрита с подложка, върху която тя се изпарява. Останалите частици от веществото след метално засенчване за усиление на контрастността се наблюдават с електронен микроскоп.



Фиг. 155. Механично раздробени фортизанови влакна

Поради големите трудности при получаване на свръхтънки сечения от текстилни влакна се прилага раздробяването им по някои от горните начини. Те са особено полезни, когато влакната съдържат компоненти, които са устойчиви на различни видове въздействия (механични, химични и др.). Такива са например фибрилите в целулозните влакна. На фиг. 155 е дадена микроснимка на механично раздробени фортизанови влакна, които се получават при високо и многократно изтегляне на регенерирана целулоза. Раздробената маса се поставя върху въглеродна подложка и се засенчва със злато и палатий. В случая много ясно се виждат фибрилната структура и природата на фортизановите влакна. Досега все още няма сведения за успешно отделяне на фибрилите на влакна от природна целулоза, тъй като те са здраво свързани помежду си. Предполага се, че влакната от природна целулоза съдържат някакво вещество, което свързва отделните фибрили. Раздробяването на такива влакна се извършва чрез обработването им с киселина. От въздействието на разрежена сярна киселина памучните и рамиевите влакна дават опалесциращ колоиден разтвор. Колоидните частици могат да се изследват с електронен микроскоп, като капка от разтвора се изсушава върху подложка, поставена върху мрежичка. След обработване на целулозата с киселина остатъкът ѝ представлява вретеновидни частици с дължина от 300 до 3000 Å и напречни

размери около  $30 \text{ \AA}$  (фиг. 156). Тези частици в същност представляват елементите, от които е изградена целулозата. Те образуват в целулозните влакна кристалинните места и могат да бъдат открити чрез рентгеноструктурния анализ. Аморфната фаза представлява вероятно вещество, което свързва фибрилите.



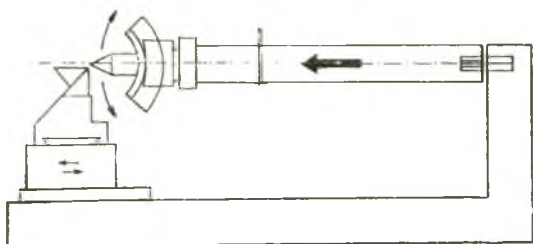
Фиг. 156. Памучни влакна, третираны със сярна киселина и диспергирани

Вълнените влакна за разлика от целулозните почти не се поддават на диспергиране. Това се дължи на силните химични връзки на полипептидните вериги на кератина. Обикновеното ферментативно разлагане, както и механичното и ултразвуковото въздействие не са в състояние да разрушат фибрилите им. Диспергирането на кератина може да се осъществи само чрез такива методи, при които сцеплението между молекулите може да се намали чрез разрушаването на дисулфидните връзки.

*Ультрамикротомна техника.* За получаването на ултрамикротомни срезове има многобройни видове микротомни. В биологията и медицината намира най-широко приложение електронният микротом поради възможността да се получават тънки срезове от тъкани и да се изследва тяхната структура. Този опит не може да се пренесе механично за текстилните влакна поради трудностите, които трябва да се преодолеят при рязането им.

При светлинния микроскоп дебелината на среза трябва да бъде  $1 \mu\text{m}$ , а при електронния микроскоп — не повече от  $0,1 \mu\text{m}$ . За микроскопи, които имат разделителна способност  $20 \text{ \AA}$ , срезовете трябва да бъдат с дебелина не повече от  $100\text{--}300 \text{ \AA}$ . Има микротомни, които дават срезове, по-тънки от  $100 \text{ \AA}$ . За качествено получаване на срезовете решаващо значение има свършенството на микротомата и изработването на препаратите. В движещите се части слабовостта трябва да е минимална, а мазането — еднакво и постоянно. В последните модели микротомни отдръпването на препарата при обратния ход се постига с помощта на магнотриксционно устройство. Оста, на която е поставен обектът, се изработва от чист никел (фиг. 157). Около нея се навиват няколко бобини, които се захравват от специален генератор. През бобините периодично протича ток, който създава магнитно поле около никеловата ос.

Поради магнитострикционни явления в никела дължината на оста също периодично намалява. Работата на микротом е така синхронизирана, че свиването на никеловата ос съвпада с обратния ход на ножа или препаратата. С тези микротомии дебелината на сре-

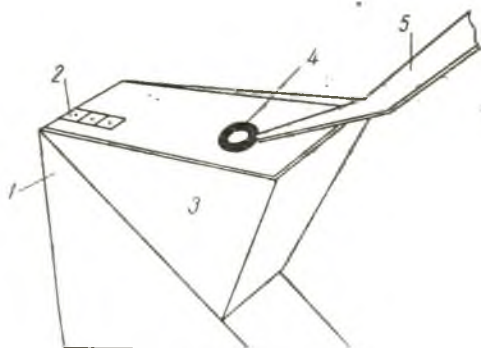


Фиг. 157. Схема на ултрамикротом с никелова ос

зовете е от 0,005 до 0,5  $\mu\text{m}$  при работна площ около 0,09  $\text{mm}^2$ .

За получаване на тънки срезове много често вместо стоманени ножове се използват стъклени с размери 30 × 30 × 5 mm, които впоследствие се разполовяват на два триъгълника. Режещият връх се образува на единия от острите ъгли, които се получават.

Събирането на последователните срезове се улеснява от монтираната върху ножа ваничка (фиг. 158), в която се капват няколко капки разтвор на диоксан във вода или 50 — 60%-ен спирт. Течната повърхнина значително улеснява отделянето на срезовете и не им позволява да се навиват във формата на руло (фиг. 159). Срезове веднага се улавят и поставят върху носещите мрежички.



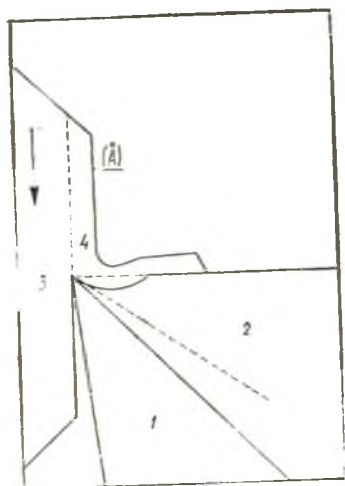
Фиг. 158. Стъклен нож с ваничка за събиране на срезовете:

1 — стъклен нож; 2 — отвори с обект; 3 — воден разтвор; 4 — подложка и медна мрежичка; 5 — пинцети

Подготовката на образци за получаване на ултратънки срезове се състои във фиксиране, пълно импрегниране с някакъв мономер и следваща полимеризация на така полученото блокче (фиг. 160 а, б).

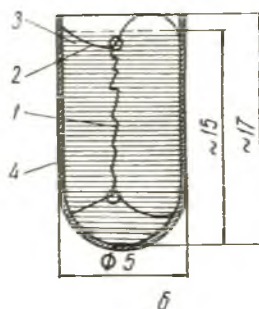
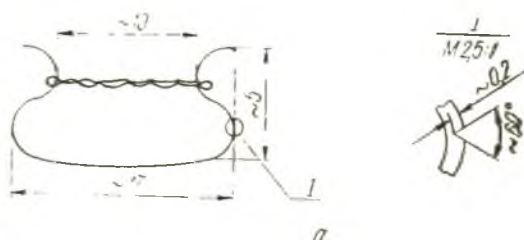
Текстилните образци се държат последователно в чист алкохол и в смес 1:1 от алкохол и метилметакрилат, след което се поставят няколко пъти в чист метакрилат (без хидрохинон), за да се импрег-

нират напълно. Полимеризацията протича в желатинови капсули с мономер, към които се прибавя 1%-ен 2,4-дихлорбензоилпероксид. Тя продължава 8—10 h при 45°C. Получените свръхтънки срезове може да се наблюдават с електронен микроскоп, без да се разтваря полимерът.



Фиг. 159. Схема за получаване на свръхтънки срезове:

1 — диамантен нож; 2 — ваничка с воден разтвор; 3 — държач на обекта; 4 — дебелина на отреза в А°



Фиг. 160. Приготвяване на блокчета за получаване на микросрезове:

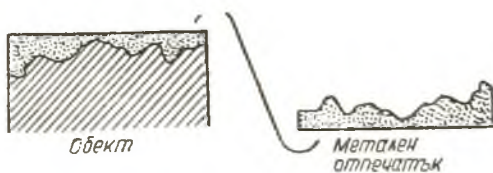
а — медна скоба с текстилни влакна; б — блокче за срязване; 1 — текстилни влакна; 2 — медна скоба; 3 — метакрилат; 4 — желатинов капсул

Добри резултати са постигнати при електронномикроскопското изследване на природните текстилни влакна, с изключение на памучните, които са най-твърди от всички природни и химични влакна. Ето защо получаването на свръхтънки срезове от памучни, изкуствени и синтетични влакна е сложно и трудно. Синтетичните влакна представляват плътна маса, поради което свързващото вещество не може да проникне във влакното. Освен това слабото спеление на метакрилата с повърхнината на влакната не дава възможност да се закрепят влакната достатъчно здраво, поради което отрязаните дискове от влакната частично или напълно изпадат от свързващото вещество в процеса на рязането.

При тълкуването на микрофотографии от текстилни влакна трябва да се проявява предпазливост поради неравномерната дебелина на среза. На по-дебелите места се поглъща по-голямо ко-

личество енергия от електронния сноп, което предизвиква съществени изменения в структурата на изследвания обект.

Използването на епоксидни смоли за свързващо вещество и на диамантни ножове вместо стъклени дават възможност да се получат по-добри резултати при изучаването на химичните влакна. Дори в случаите, когато срезове са тънки, получените сведения за структурата на химичните влакна са съществителни поради слабия контраст и липсата на методи за селективно багрене на препаратите. Също така трябва да се държи сметка, че при рязането на текстилните влакна те променят значително структурата си вследствие на деформацията.



Фиг. 161. Негативна едностъпална реплика

**Отпечатъци.** Непрозрачността на обектите за електронния лъч наложи разработването на поредица от косвени методи за изследване на тяхната повърхнина. При тези методи вместо образеца се изследва неговият отпечатък (реплика). Репликата представлява тънка ципа от прозрачен за електроните материал, която идеално копира релефа на изследваните текстилни влакна. В литературата и практиката са известни много начини за получаване на реплики от плоски повърхнини. Тяхното приложение за текстилните влакна се ограничава от сложната им геометрична форма. Ние ще разгледаме принципите за получаване на реплики и видоизмененията, които дават възможност те да бъдат приложими за изследване на влакната.

**Негативни — едностъпални, реплики.** При тях изпъкналите части на репликата съответствуват на вдлъбнатите на оригинала и обратно. На фиг.161 е показана последователността за получаване на негативна реплика:

1. На повърхнината на обекта се разстила в тънък слой разтвор от колодий или формвар.
2. Тънката пластична ципа след употребяването на разтворителя се отделя от повърхнината на обекта.
3. Полученият отпечатък се засенчва с някакъв метал откъм страната, която е лежала върху обекта.

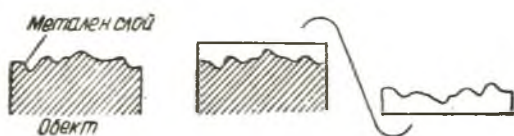
Използват се също така въглеродни покрития вместо пластични. За да се предпази въглеродното покритие от счупване, върху него се нанася бедакрил, който след това се разтваря в ацетон или хлороформ. В случаите, когато обектът не може да се отдели от репликата, той се разтваря (фиг. 161).

**Позитивни — двустъпални, реплики.** При този метод най-напред се получава междинна реплика (фиг. 162), а след това — крайният отпечатък; за целта се използва колодий.

форвар, кварц или въглерод. Голямото предимство на позитивния метод е в това, че репликата може да има значителна дебелина, което особено много улеснява отделянето ѝ от влакната. Едно от изискванията на този метод е разтворителят, който се използва за



Фиг. 162. Позитивна двустъпална реплика



Фиг. 163. Получаване на отпечатъци чрез предварително засенчване на обектите

отстраняването на междинната реплика, да не действа на окончателния отпечатък. И при позитивния метод окончателният отпечатък се засенчва с метал. От схемата се вижда, че повърхнината на последната реплика има еднаква топография с обекта.

*Предварително засенчени отпечатъци.* При този електронномикроскопски метод влакната се изследват чрез сенките, образувани от металния слой, с които обектът предварително се засенчва. Самият обект при наблюдението отсъства. По този начин се изучават малки органични частици или молекули, намиращи се на гладката повърхнина на някакво вещество. Предварителното засенчване успешно може да се прилага към всякаква повърхнина при условия, че металното покритие не се залепва силно към нея. Този метод дава добри резултати, тъй като засенчена се явява повърхнината на самия оригинал (фиг.163). Поради това не се наблюдават никакви допълнителни ефекти, свързани със структурата на веществото, от което е направена репликата.

Понеже в дадения случай колодиевата или формваровата мембрана не е засенчена, нейната собствена структура не се проявява при наблюдението. След предварителното засенчване в металните сенки се проявяват до най-малките подробности детайлите на изучавания обект.

Известен е и друг метод за получаване на двустъпална реплика, при който за междинен отпечатък се използва полистирол, а за краен — кварц. Изследваните влакна се поставят в матрица, насипва се прахообразен полистирол и при нагряване се пресова. Отделянето на полистирола от кварца се извършва обикновено в етилов бромит, който разтваря полистирола. Много от текстилните материали при налягане и повишена температура изменят съществено формата си, а отчасти и структурата, което е недостатък на метода.

Чрез отпечатъците се изследва не само повърхнината на влак-

ната, но и тяхната вътрешна структура. Предназначените за изследване влакна се заливат в блокчета. От срезове им се получават отпечатъци, които впоследствие се изследват по обикновените начини. Такива методи на изследване дават пълна представа за строежа на текстилните влакна, които в повечето случаи имат различна структура на повърхнината и във вътрешността.

*Тълкуване на резултатите.* При изработването на препаратите за електронномикроскопски изследвания текстилните влакна претърпяват в различна степен физични и химични изменения. Тези изменения могат да доведат до съвсем грешни изводи. Към тях трябва да се прибавят и измененията, които настъпват в структурата на влакната от действието на електронния сноп.

За да се добие представа за настъпилите изменения в обекта, от същия трябва да се получат отпечатъци или срезове по няколко различни начина. Много полезно и резултатно е сравняването на микрофотографиите с тези, получени чрез оптичния микроскоп.

Дълбокият вакуум на електронния микроскоп не оказва силно изсушаващо въздействие върху хидрофобните влакна.

Влакна или вещества, които съдържат голямо количество влага, при изследването силно се обезводняват. Това предизвиква общо намаляване на размерите на образца и съществено изменение на вътрешната му структура.

Твърде сериозни проблеми се явяват при изследване на подебели обекти, каквито са текстилните влакна. Те поглъщат част от енергията на електронния сноп и се загреват. Това предизвиква разкъсване на химичните връзки. Повишената температура причинява агрегиране на засенчващото вещество, когато дебелината му е над нормалната. При непосредственото наблюдение на срезове от вискозни влакна се установява, че електронният сноп предизвиква образуването на кухини (вакуоли) поради високата си интензивност.

Много често при големи увеличения полученият образ е силно изкривен. Ако образецът не е фокусиран, могат да се появят дифракционни линии от края на обекта. За да се получи усилен контраст, напрежението на тока в обективната леща се регулира така, че изображението да се намира малко пред фокуса. При тълкуването на микрофотографиите трябва да се има пред вид, че контрастът на изображението при електронния микроскоп възниква в резултат на причини, различни от тези при оптичния микроскоп. Поради това често от един и същи обект не се получава повторемост на контрастността.

Увеличението на електронния микроскоп може да се определи по различни начини: непосредствено — в случаите, когато обектът има някои особености, които могат да се наблюдават както в електронния микроскоп, така и в оптичния; чрез сравняване с някой стандартен образец, например полистиролови сфери.

Като идеални образци за сравняване при големи увеличения се

смятат платиневият фталоцианин и медта, междуплокостното разстояние на които е съответно 12 и 10 Å. Постоянното увеличение на електронния микроскоп за разлика от оптичния се поддържа сложно и трудно. Фокусното разстояние в магнитните лещи зависи от тока, протичащ в бобините, от стабилността на електрическата мрежа и от магнитния хистерезис в полюсните накрайници и обвивката на бобините. Освен това дисторсията на магнитните лещи може да доведе до различно увеличение на различните части на един и същи обект. В резултат на всичко това не е възможно да се определи увеличението с грешка, по-малка от 10%. Грешката може да се сведе до 2% само в случаите, когато изследваният обект и стандартният образец, поставени на една и съща предметна мрежичка, се наблюдават едновременно.

Големите увеличения, постигнати от съвременните микроскопи, дават възможност да се получат данни за структурата на изследваните обекти. Трябва обаче да се има пред вид, че за изследването се взема една несравнимо малка част от обекта, която носи случаен характер и става причина за възникване на нови проблеми. При подготовката на препарати от текстилни влакна последният претърпяват значителни изменения в структурата си. Следователно информацията, която се получава при изследване на препаратите от влакна, може да не е свойствена на влакната от дадена партида.

Поради това е правилно да се изследват голямо количество образци, а също така да се сравняват получените данни с резултатите от други методи на изследване.

## ЕЛЕКТРОННИ МИКРОСКОПИ

Пълната класификация на отделните видове и типове електронни микроскопи, конструирани в последното десетилетие, и описанието на тяхното устройство и действие са дадени в литературата по електронна микроскопия.

Основните типове електронни микроскопи са:

- а) микроскопи за изследване на образците с преминаващи през тях електронни лъчи;
- б) емисионни електронни микроскопи;
- в) отражателни електронни микроскопи;
- г) сканиращи електронни микроскопи;
- д) сянкoви електронни микроскопи;
- е) огледални електронни микроскопи;
- ж) високоволтови електронни микроскопи.

В зависимост от лещите, с които е изградена колоната на микроскопа, апаратите се делят на:

- а) електронни микроскопи с електромагнитни лещи;
- б) електронни микроскопи с електростатични лещи;
- в) електронни микроскопи със смесена електроннооптична система.

## Отражателен електронен микроскоп

Влакната, предназначени за текстилни изделия, имат не само различна по вид повърхнина, но и различна форма. Чрез отпечатъци може да се получи увеличено изображение на повърхнината, но те не дават информация за геометричните форми на изследвания обект. Използването на оптичния микроскоп за тази цел не дава добри резултати поради малката му разделителна способност и недостатъчната дълбочина на контрастите. Значително по-добри резултати се постигат при използване на отражателния електронен микроскоп за изследване на влакната при различните видове деформации и повърхностно износване.

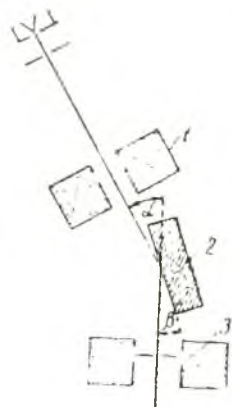
Конструктивните елементи на отражателния електронен микроскоп са почти еднакви с тези на просветляващия микроскоп. В отражателния микроскоп осветителната система е монтирана под малък ъгъл към оста му и към системата, формираща изображението (фиг. 164).

При този микроскоп дебелината на обекта няма значение. С него обаче не могат да се изследват диелектрици, защото те се наелектризират при електронната бомбардировка. Освен това локалните електростатични полета, които се създават, пречат на електронното изображение.

Образът в тези микроскопи се създава от системи от обективни и проекционни лещи и от тези електрони, които се разсейват от повърхнината на обекта и попадат в апретурната диафрагма. От разсейването електронният сноп губи голяма част от енергията си, поради което наклонът  $\alpha$  на осветителната система се избира обикновено  $8-15^\circ$ . Загубата на енергия се увеличаване на наклона и предизвиква нарастване на хроматичната aberация на лещите, формиращи образа на обекта. Това ограничават разделителната способност на микроскопа до  $200 \text{ \AA}$ .

Крайният образ в отражателния електронен микроскоп има две особености. Първата е, че начинът на осветяване на обекта предизвиква образуване на дълги сенки от различните неравномерности по неговата повърхнина. Второ, поради малкия ъгъл на гледане размерите на образа силно се намаляват в посока на гледането (10—15 пъти).

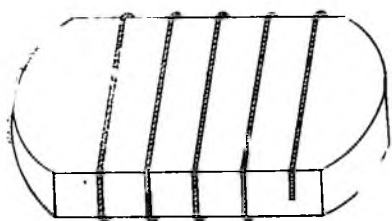
В зависимост от дължината им единичните влакна се намотават по винтова линия или се залепват на метална пластинка (фиг. 165). За да се направи повърхнината на влакната електропроводима и по



Фиг. 164. Оптична схема на отражателен електронен микроскоп:  
1 — кондензорна леща; 2 — обект; 3 — обективна леща и диафрагма

такъв начин да се предотврати натрупването на електрически заряди, върху тях се разпрашва тънък слой от сребро с дебелина няколко стотин ангстрьома.

Опитно е установено, че най-пълна информация може да се получи за формата и структурата на повърхностния слой на влакната, когато оста им е успоредна на плоскостта на падането на електронния сноп.



Фиг. 165. Влакна, навити на метална пластинка за изследване с отражателен електронен микроскоп

На фиг. 166 е показана микроснимка на полиакрилонитрилно влакно. Влакното е изместено от главната ос, вследствие на което част от него е в сянка. Поради това, че по-голяма част от влакното е на фокус, се наблюдава не само структурата на неговата повърхнина, но и формата му.

Особено ценни сведения могат да се получат с отражателния електронен микроскоп при изследване на повърхнината на влакна, подложени на деформация и триене.

Главната причина, поради която се затруднява непосредственото наблюдение на влакната с отражателния електронен микро-



Фиг. 166. Микроснимка на полиакрилонитрилно влакно

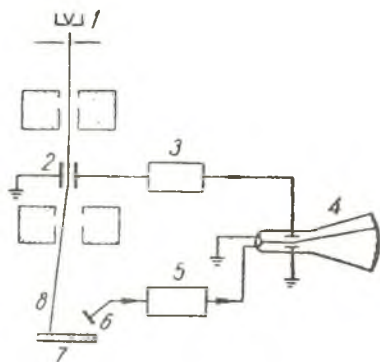
скоп, е силното им повреждане от електронния сноп. Само някои от синтетичните влакна — найлон и полиакрилонитрил, се повреждат по-малко. Тази трудност се преодолява чрез двустепенна метална реплика. Обикновено междинният отпечатък е от полистирол,

а крайният — от сребро, нанесено върху подложка от електролитна мед, която заздравява механически репликата. Металната реплика не се поврежда от електронни сноп.

### Сканиращ електронен микроскоп

Образът на обекта в този вид микроскопи се създава посредством обхождане на обекта (точка по точка) от много тънък електронен лъч, наречен още електронна сонда. Електронният лъч се създава от електронни лещи, които намаляват сечението на електронния сноп, излизащ от волфрамовата нишка. Получената електронна сонда обхваща всички точки на обекта чрез отклоняването ѝ с помощта на специални магнитни или електростатични полета.

Сканиращият електронен микроскоп може да работи както с отразени, така и с преминаващи през обекта електронни лъчи. По-голямо приложение намират микроскопите, работещи с отразени електронни лъчи. С тях могат да се изучават обекти, които са непрозрачни за електроните. При падането си върху обекта електронната сонда на сканиращия микроскоп или преминава през него, или избива вторични електрони. Преминалите или вторично избитите електрони се улавят от приемник — колектор. Полученият в колектора ток се усилва или трансформира в трептения на напрежение, което постъпва в модулиращия електрод на един телевизионен кинескоп. Увеличеното изображение се развива по редове или на екрана на кинескопа, или на фотоматериал. Развитието на електронния лъч в кинескопа трябва да става синхронно с обхождането на обекта от електронната сонда. Контрастността на образа



Фиг. 167. Схема на сканиращ електронен микроскоп:

1 — източник на електрони; 2 — отклоняващи електроди; 3 — отклоняваща система на кинескопа; 4 — катодно лъчева тръба; 5 — усилвател; 6 — колектор; 7 — обект; 8 — електронен лъч

зависи от свойствата на вторичните електрони и от ъгъла на падането на първичния сноп.

На фиг. 167 е дадена схемата на сканиращ електронен микроскоп. Независимо от сложността на електронната апаратура и

малката разделителна способност (300—400 Å) този микроскоп има не малко предимства при изследване на текстилните влакна. Едно от тях е, че средната интензивност на електронния сноп, достигайки до повърхността, е изключително малка, поради което влакната могат непосредствено да се изследват, без да се повреждат. Тъй като текстилните влакна са диелектрици, те трябва да бъдат покрити с тънък слой от метален прах, за да не се образуват заряди на повърхнината им.

При сканиращия микроскоп образът на обекта не се изкривява

Дим  
Кук  
Ч. 1, 2  
Сам  
Кук  
стак  
Мо  
1970  
На  
раз  
Са  
вт  
Са



# СЪДЪРЖАНИЕ

Увод . . . . .	3
----------------	---

## ПЪРВА ЧАСТ

### Глава първа

✓ Текстилни материали. Класификация . . . . .	5
Растителни влакна . . . . .	7
✓ Памучни влакна . . . . .	8
✓ Видове памуци . . . . .	9
Някои класификации на неомоганения памук . . . . .	12
Строеж на памучните влакна . . . . .	16
Зрелост на памука . . . . .	19
Бране и механична обработка на памука . . . . .	24
✓ Лякови влакна . . . . .	31
Лен . . . . .	34
Коноп . . . . .	37
Юта . . . . .	38
Рамия . . . . .	39
Кенаф . . . . .	41
Канатник . . . . .	41
Кендир . . . . .	41
Листни влакна . . . . .	42
Влакна от животински произход. Вълнени влакна . . . . .	44
Хистологичен строеж на вълнените влакна . . . . .	45
Различия на вълнените влакна . . . . .	49
Овча вълна . . . . .	49
Рунна вълна . . . . .	50
Класификация на вълната . . . . .	52
Някои физико-механични свойства на вълната . . . . .	58
Други видове вълна . . . . .	62
✓ Естествена коприна . . . . .	64
Други видове влакна и нишки . . . . .	68

### Глава втора

Особености във физичните и физико-механичните свойства на химичните влакна и нишки. Общи свойства . . . . .	71
Общи свойства на химичните влакна . . . . .	72
Вискозни комплексни нишки и щапелни влакна . . . . .	73
Механична преработка на вискозните влакна и нишки . . . . .	76
Други видове вискозни влакна и нишки . . . . .	78
Полиамидни комплексни нишки и щапелни влакна . . . . .	84
Някои свойства на полиамидните коприни и влакна . . . . .	86
Използуване на полиамидните коприни и влакна в текстилната промишленост . . . . .	88
Полиестерни комплексни нишки и щапелни влакна . . . . .	91

Приложение на полиестерни коприни и влакна в текстилната промишленост . . . . .	95
Полиакрилонитрилни шапелни влакна . . . . .	98
Използване на полиакрилонитрилни влакна в текстилната промишленост . . . . .	100
Използване на химичните влакна за технически и други цели . . . . .	103

### Глава трета

<b>Свойства на влакната и нишките . . . . .</b>	<b>109</b>
Методи за вземане на образци и проби за лабораторен анализ на текстилните материали . . . . .	109
Някои оценки на резултатите от изпитванията . . . . .	110
Съкратени методи за изчисляване на сводните характеристики	114
Определяне на грешките при изпитванията . . . . .	117
Геометрични свойства . . . . .	120
Дебелина (тънкость) на влакната и нишките . . . . .	124
Неравномерност по дебелина на прежди и коприни . . . . .	133
Чистота на прежди и коприни . . . . .	135
Сук и суков коефициент . . . . .	135
Определяне на суковете . . . . .	139
Други механични свойства на влакнестите материали . . . . .	140
Натоварване до разрушаване (полициклено разрушаване) . . . . .	141
Натоварване, по-малко от разрушавашото (едноцикленни характеристики)	146
Условия на изпитване . . . . .	150
Многоцикленни характеристики . . . . .	156

### Глава четвърта

<b>Влажност и физико-механични свойства на текстилните влакнесте материали</b>	<b>159</b>
Сорбционни свойства . . . . .	159
Топлинни свойства . . . . .	169
Устойчивост на светлина . . . . .	171
Изменение на механичните свойства на текстилните материали под действието на радиоактивни излъчвания . . . . .	173

## ВТОРА ЧАСТ

### Глава първа

<b>Основни технологични сведения за производството и използването на високообемни прежди и коприни . . . . .</b>	<b>175</b>
Високообемни коприни . . . . .	177
Изработване на силноразтегливи коприни . . . . .	178
Някои свойства на високообемните нишки . . . . .	190
Високообемни прежди . . . . .	192
Влияние на температурата върху някои свойства на влакната в процеса на обемиране . . . . .	193
Физико-механични свойства на високообемните прежди и коприни . . . . .	194

## ТРЕТА ЧАСТ

<b>Физико-механични и някои други свойства на текстилните изделия . . . . .</b>	<b>196</b>
Конструкция, геометрия и маса на текстилните изделия . . . . .	196
✓ Основни сплитки . . . . .	200
✓ Строеж и маса на платовете . . . . .	206

Устройство и свойства на трикотажа	212
✓ Нетъкани текстилни материали	216
Физикохимични технологии за изработване на нетъкани текстилни материали	221
Механични свойства на текстилните изделия от влакнообразуващи полимери	226
Деформация на опън	226
Релаксация	231
Многократно натоварване на опън	233
Едноциклени деформации	234
Многоциклени деформации	238
Повърхностно и тангенциално триене	239
Косфициент на триене на влакна и текстилни плоскости	239
Устойчивост на натиск	243
Пиллинг	244
Свиваемост на текстилните изделия	245
Немачкаемост на текстилните изделия	248
Устойчивост на износване	254

### Глава втора

Физични свойства на текстилните изделия	255
Пропускливост	258
Топлинни свойства	262
Оптични свойства	265
Блясък на текстилните изделия	266
Методи за измерване на блясъка	267
Гоняфотометрични методи	269
Електрически свойства на изделия от текстилни влакна	269
Измерване на статичното наелектризиране	271
Акустични свойства	272
Звукоизолиращи свойства на текстилните изделия	272

## ЧЕТВЪРТА ЧАСТ

### Глава първа

Някои физични методи за изследване на текстилните материали	275
Оптична микроскопия. Увеличение и разделителна способност на микроскопите	275
Микроскоп	278
Видове микроскопи и начини на приготвяване на препарати от текстилни материали	282
Препарати за микроскопски наблюдения	284
Препарати за напречни сечения от текстилни влакна	286
Основи на поляризационната оптика. Двойно пречупване на светлината от текстилните влакна	288
Линейно поляризираната светлина и нейното измерване при преминаване през двойно пречупваща среда	289
Двойно пречупване на светлината от текстилните влакна	292
Явления на интерференцията и определяне на силата на двойното пречупване на светлината от влакна	292
Определяне разликата в ходовете на лъчите с въртящ се компенсатор	295
Имерсионни методи за определяне силата на двойното пречупване	297

Електронна микроскопия . . . . .	299
Оптична схема на електронния микроскоп . . . . .	300
Препарационна техника . . . . .	304
Препарати от текстилни влакна . . . . .	308
Електронни микроскопи . . . . .	316
Отражателен електронен микроскоп . . . . .	317
Сканиращ електронен микроскоп . . . . .	319
Литература . . . . .	321

Б. И. В. С. П. П.  
 Б-7А - София

## **ТЕКСТИЛНО МАТЕРИАЛОЗНАНИЕ**

автор доц. инж. **Стоян Минков Колев**  
Рецензенти: д-р инж. **Александър Андреев**,  
к.т.в. инж. **Иван Хардалов**

**Първо издание**

**Научен редактор** инж. **Снежина Попова**

**Художник** **Видра Борисова**

**Художник-редактор** **Лазар Коцев**

**Технически редактор** **Желязка Илиева**

**Коректор** **Виктория Керкенецова**

Дадена за набор на 3. VIII. 1974 г.

Подписана за печат на 5. I. 1975 г.

Излязла от печат на 30. I. 1975 г.

Формат 16/60/90

Литературна гр. I-4

Тематичен № 568/1975 год

Издателски № 8380

Печатни коли 20,50

Издателски коли 18,66

Тираж 1500+66

Цена 1,29 лв.

Държавно издателство „Техника“ — София

Държавна печатница „Тодор Димитров“ клон I — София