V. Bērziņa

Tekstilmateriālu apdare

„Avots"

V. Bērziņa

Tekstilmateriālu apdare

V. Bērziņa

Tekstilmateriālu apdare

RĪGA «AVOTS» 1987

Recenzente Z. Dieziņa
Mākslinieks E. Zariņš

B $\frac{3102000000 - 202}{M\ 813(11)-87}$ 76.86.

I. IEVADS

Mūsu republikā ir plaši attīstīta tekstilrūpniecība. Tā ir viena no tautas patēriņa preču ražošanas pamatnozarēm. Tā kā audumu un trikotāžas ražošanas process beidzas apdares cehos un tieši tur šie materiāli iegūst preces izskatu, sevišķa nozīme produkcijas kvalitātes, pievilcības un ekspluatācijas īpašību uzlabošanā ir apdares procesiem un paņēmieniem un mūsdienīgajām apdares iekārtām.

Tekstilizstrādājumu apdares tehnoloģija un ķīmija nemitīgi attīstās, tiek radītas jaunas apdares iekārtas un līnijas, izstrādāti jauni apdares paņēmieni.

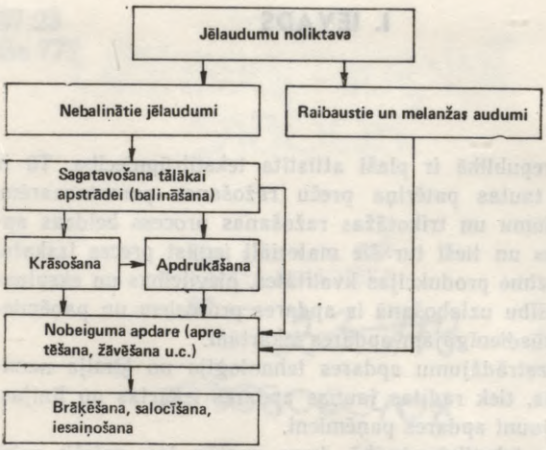
Latvijas tekstilrūpniecībā, kura pastāv jau vairāk nekā simt gadu, pēdējo 40 gadu laikā nācis klāt daudz jauna: sintētiskās un stikla šķiedras un to izstrādājumu apdare, krāsošana ar aktīvajām un katjonu krāsvielām, augsttemperatūras krāsošanas paņēmieni, drukāšana ar cilindrsietu šabloniem un sublimācijas paņēmienu, instrumentālas metodes receptūras sastādīšanai, krāsojot pēc parauga, dažādi augstvērtīgi preparāti un paņēmieni audumu nobeiguma apdarei, ārkārtīgi pilnveidojusies trikotāžas apdare.

* * *

Jēlaudumi — dzeltenpelēcīgi, ar nelīdzenu, pūkainu virsmu, klāti ar smiti un eļļošanas preparātiem, — ir neizskatīgi, cieti un paasi pēc taustes un slikti samitrināmi ūdens šķīdumos.

Apdares rūpniecības uzdevums ir uzlabot audumu un trikotāžas izskatu, kvalitāti un ekspluatācijas īpašības. Apdares cehos pabeidz audumu vai trikotāžas ražošanas procesu. Jēlprodukcija te pārvēršas gatavos balinātos, krāsotos vai apdrukātos materiālos un iegūst preces izskatu. Viss audumu apdares process noris pēc šādas shēmas: (6. lpp.).

Gadsimtiem ilgi audumu apdare bija mājsaimniecības nozare. Tā norisa nelielās darbnīcās, pēc tam manufaktūrās. Audumus balināja saulē nedēļām un mēnešiem ilgi, krāsoja ar augu vai dzīvnieku krāsvielām. Tikai 19. gs. otrajā pusē, kad jau bija noteikts dabisko šķiedru ķīmiskais sastāvs,



iegūtas pirmās sintētiskās krāsvielas un sāka parādīties apdares tekstilmašīnas, kā atsevišķa tehnisko zinātņu nozare sāka attīstīties arī tekstilmateriālu (TM) apdares tehnoloģija.

TM apdares tehnoloģija jeb TM ķīmiskā tehnoloģija ir zinātne par audumu, trikotāžas, dziju un šķiedru apstrādes ķīmiskiem, fizikālķīmiskiem un arī mehāniskiem un siltumtehniskiem procesiem, to būtību, realizēšanas paņēmieniem un aparatūru.

Padomju Savienībā radīta sava izejvielu bāze, sintētisko krāsvielu un tekstilmašīnbūves rūpniecība. PSRS ir viena no galvenajām kokvilnas ražotājām pasaulē (PSRS, ASV, Ķīnas TR, Indija) un galvenā linu ražotāja. Vilnas ieguvē tā ieņem otro vietu (aiz Austrālijas), ķīmisko šķiedru ražošanā — trešo vietu (aiz ASV un Japānas). PSRS ražo 22% dabisko un 9,6% ķīmisko šķiedru pasaules produkcijas. Mūsu valstī iegūst visu svarīgāko klašu sintētiskās krāsvielas, kā arī ražo arvien jaunas dažādas tekstilpalīgvielas (TPV): mazgāšanas līdzekļus, emulgatorus un dispergatorus, antistatiskus preparātus, mīkstinātājus, krāsojuma izlīdzinātājus, arī optiskos balinātājus, dažādus apretējošus sastāvus.

Mūsu tekstilmašīnbūvētāji radījuši dažādas TM apdares līnijas, mašīnas un aparātus, turklāt pēdējos gados arvien vairāk cenšas radīt daudzfunkcionālas iekārtas dažādu teh-

noloģisko procesu veikšanai un dažāda veida produkcijas izlaidei. Izveido iekārtas ar unificētiem (vienveidīgiem) mezgliem, mašīnām un pat agregātiem. Unificētas pamatmašīnas — piesūcināšanas, mazgāšanas, šķīduma nospiešanas, žāvēšanas, termofiksācijas, platināšanas un uztīšanas mašīnas — veidos 70% jauno tehnoloģisko līniju. Tas ievērojami paaugstinās ražošanas efektivitāti un ļaus palielināt iekārtu sērijveida izlaidi.

Modernās iekārtas rada iespēju arvien vairāk mehanizēt un automatizēt TM apdares procesus, ieviest progresīvu tehnoloģiju, uzlabot apdares kvalitāti.

Tekstilrūpniecības produkcijas apjoms visu laiku palielinās. Audumu kopprodukcija no 3,3 mljrd. m² 1950. g. pieaugusi līdz 10,7 mljrd. m² 1980. g., trikotāžas izstrādājumu skaits — no 197 milj. gabalu 1950. g. līdz 1622 milj. gabalu 1980. g. Turklāt sakarā ar izejvielu bāzes ķīmizāciju aizvien palielinās ķīmisko šķiedru zīda un pusvilnas audumu un trikotāžas izlaide. Tā Padomju Savienībā tikai 5% zīda audumu izgatavo no dabiskā zīda un līdz 15% vilnas audumu ir tīrvilnas, pārējie ir pusvilnas kompozīcijā ar lavsānu vai nitronu. Arī daļu kokvilnas (~25%) un linu (48%) audumu ražo ar ķīmisko šķiedru piejaukumu. Tāds dažādšķiedru sastāvs paplašina audumu un trikotāžas sortimentu, uzlabo to ekspluatācijas īpašības: palielina mehā-

1. tabula

Tekstilrūpniecības produkcijas pieaugums Latvijas PSR (1940—1983)

Audumi un triko izstrādājumi	1940	1967	1983
Kokvilnas audumi, milj. m	20,6	59,7*	62,74
Linu audumi, milj. m	3,8	13,8*	20,38
Zīda audumi, milj. m	3,7	9,9	21,76
Vilnas audumi, milj. m	1,8	12,9	11,39
Neaustie materiāli, milj. m²	—	2,6	3,47
Zeķes, milj. pāru	3,3	49	74,34
Triko veļa, milj. gab.	3,2	28	25,82
Triko apģērbi, milj. gab.	0,2	8,3	16,45

* 1965. g.

Pēdējo 15 gadu laikā sevišķi attīstījusies zīda audumu, triko apģērbu un zeķu, arī linu audumu un neausto materiālu ražošana.

nisko izturību, ieloču noturību, samazina burzīšanos un saraušanos.

Jau no 19. gs. vidus tekstilrūpniecība ir viena no Rīgas un Latvijas galvenajām rūpniecības nozarēm. Sevišķi plaši tā attīstījusies pēc Lielā Tēvijas kara. Latvijas PSR tekstilrūpniecības izaugsme padomju varas gados atspoguļota 1. tabulā.

TEKSTILŠĶIEDRU KLASIFIKĀCIJA

Tekstilšķiedras ir smalki, lokani un pietiekami izturīgi veidojumi ar ierobežotu (15—200 mm) vai neierobežotu (1—1000 km un vairāk) garumu un ļoti nelielu šķērsizmēru (10—80 μm). Tās noder dažādu TM — dziju, audumu, trikotāžas, neausto materiālu, tekstilgalantērijas u. c. izgatavošanai.

Tekstilšķiedras klasificē pēc to izcelsmes (vai iegūšanas paņēmiena) un ķīmiskā sastāva (2. tab.).

Dabiskās šķiedras ir organiskās un minerālšķiedras, ko veidojusi daba. Organiskās dabiskās šķiedras pēc izcelsmes ir augu vai dzīvnieku šķiedras. Visu augu šķiedru galvenā sastāvdaļa ir celuloze. Dzīvnieku šķiedras pēc ķīmiskā sastāva pieder pie olbaltumvielu klases, dabiskās minerālšķiedras ir silikātu šķiedras.

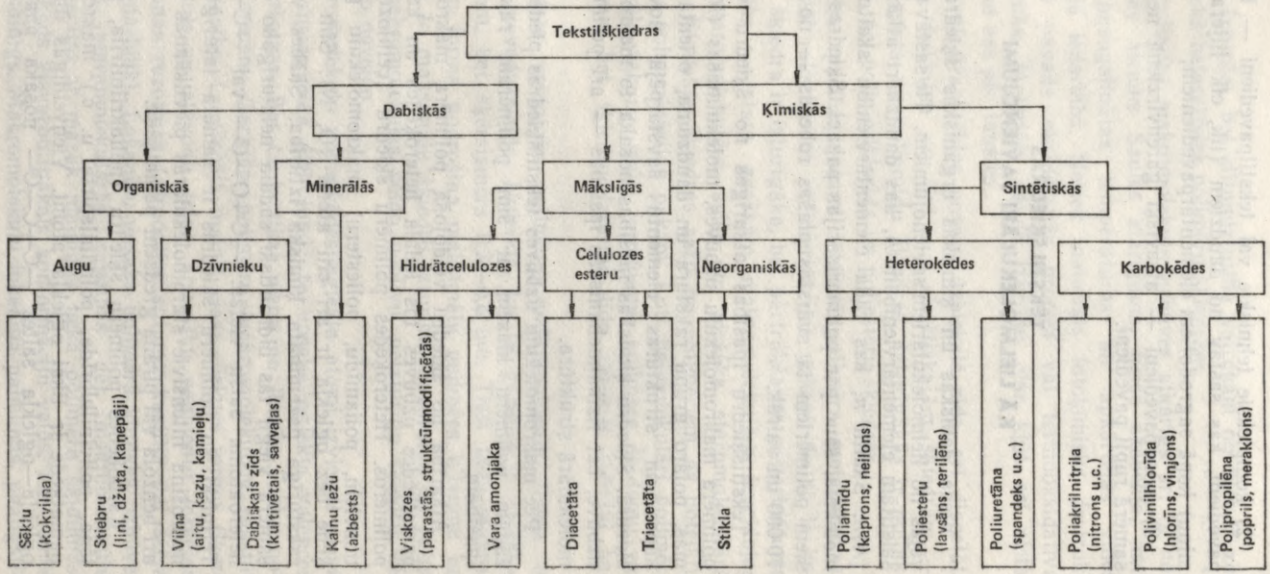
Ķīmiskās šķiedras ir šķiedras, ko iegūst, pārstrādājot organiskus dabiskos vai sintētiskos lielmolekulāros savienojumus jeb polimērus. Atkarībā no izejmateriāla tās savukārt iedala mākslīgajās un sintētiskajās šķiedrās. Pārstrādājot dabas polimērus, galvenokārt celulozi, iegūst mākslīgās šķiedras. No sintētiskajiem polimēriem iegūst sintētiskās šķiedras. Vajadzīgos polimērus sintezē no mazmolekuláriem savienojumiem jeb monomēriem, tos polikondensējot vai polimerizējot noteiktos apstākļos. Reizēm pie ķīmiskajām šķiedrām pieskaita arī šķiedras, ko iegūst no neorganiskiem savienojumiem — stikla, kvarca, metāla. Arvien lielāku nozīmi tehnikā, kā arī dekoratīvo audumu ražošanā iegūst stikla šķiedras.

Ķīmiskās šķiedras ražo dažādos veidos:

1) štāpeļšķiedras — sagriezti 3—8 (15) cm gari negrodoti elementārpavedieni, ko savērpj un pārstrādā atsevišķi vai kopā ar atbilstoša garuma citām šķiedrām — kokvilnu, vilnu, liniem;

2. tabula

Svarīgāko tekstilšķiedru klasifikācija



2) kompleksie tehniskie vai tekstilpavedieni — bezgalīgi pavedieni, kas sastāv no daudziem (tik, cik filjerai caurumiņu) kopā sagrodotiem elementārpavedieniem;

3) monopavedieni — atsevišķi garenvirzienā nesadalāmi samērā rupji pavedieni.

TEKSTILŠĶIEDRAS KĀ LIELMOLEKULĀRI SAVIENOJUMI

Visas dabiskās un ķīmiskās organiskās šķiedras uzbūvētas no lielmolekulāriem savienojumiem. Tie sastāv no virknē saistītām elementārvienībām *A*, kas daudzkārt atkārtojas — $(A)n$. Skaitli *n*, kas rāda elementārvienību skaitu makromolekulā, sauc par polimerizācijas pakāpi. Šķiedras veidojošiem polimēriem tā svārstās plašās robežās — no 100 līdz 10 000 un vairāk.

Tekstilšķiedru īpašības atkarīgas no šķiedru veidojošā polimēra makromolekulu uzbūves, molekulmasas (*M*m), formas, polāro grupu rakstura un daudzuma, orientācijas pakāpes un struktūras elementu savstarpējā novietojuma šķiedrā. Šķiedru ķīmiskās īpašības nosaka to makromolekulu uzbūve, bet fizikālmehāniskās īpašības — arī polimēra virsmolekulārā struktūra.

Pēc **makromolekulu uzbūves** tekstilšķiedras pieder pie dažādām polimēru klasēm ar šim polimēram raksturīgām īpašībām.

Atkarībā no šķiedru veidojošā polimēra makromolekulu pamatķēdes uzbūves tos iedala heteroķēdes un karboķēdes polimēros. Heteroķēdes polimēru šķiedru (celulozes, olbaltumvielu, poliamīdu, poliesteru) makromolekulu galvenajā ķēdē bez oglekļa ir arī citi atomi (O, N). Šīm šķiedrām raksturīga pazemināta ķīmiskā izturība. Skābes vai sārmi samērā viegli tās hidrolītiski sadala neizturīgāko oglekļa—heteroatoma saišu vietās: —C—O—C— vai —C—N—C—. Termiski šo polimēru šķiedras ir samērā izturīgas — to nodrošina intensīvie starpmolekulārās pievilkšanās spēki, kā arī benzola vai pirāna gredzeni pamatķēdē.

Karboķēdes polimēru šķiedru (poliakrilnitrila, polipropilēna, polivinilhlorīda, polivinilspirta u. c.) makromolekulu pamatķēdē ir tikai oglekļa atomi. Vienveidīgās un stabilās oglekļa—oglekļa saites —C—C—C— nosaka paaugstinātu

ķīmisko izturību, bet siltumizturība vairākām no tām ir zemāka nekā heteroķēdes polimēru šķiedrām.

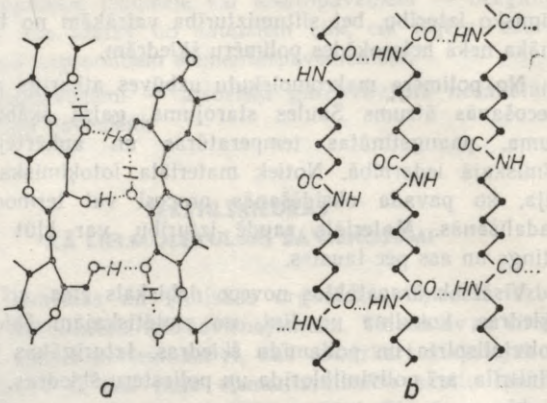
No polimēra makromolekulu uzbūves atkarīgs arī tā novecošanās ātrums Saules starojuma, gaisa skābekļa, mitruma, paaugstinātas temperatūras un apkārtējās vides ķīmiskajā iedarbībā. Notiek materiāla fotoķīmiska destrukcija, ko pavada oksidēšanās procesi vai termooksidatīva sadalīšanās. Materiāls zaudē izturību, var kļūt arī ciets, stings un ass pēc taustes.

Visātrāk ārapstākļos noveco dabiskais zīds, arī diacetātšķiedras, kokvilna un lini, no sintētiskajām šķiedrām — polivinilspirta un poliamīdu šķiedras. Izturīgākās ir poliakrilnitrila, arī polivinilhlorīda un poliesteru šķiedras.

Šķiedru īpašības jūtami ietekmē polimēra **molekulmasa,** kuru bieži raksturo ar polimerizācijas pakāpi. Jo tā ir lielāka, jo šķiedra ir izturīgāka, bet pārtrūkšanas pagarinājums ir mazāks — starp garākām makromolekulām izveidojas vairāk starpmolekulāro saišu un ciešāka starpmolekulārā saistība. Ķīmiskās šķiedras ražo no polimēriem ar noteiktu optimālu polimerizācijas pakāpi. Ļoti lielmolekulāri polimēri dod pārāk viskozu, grūti formējamu polimēra šķīdumu vai kausējumu, bet šķiedru izturība līdz zināmai robežai palielinās.

Šķiedras veidojošo polimēru **makromolekulu forma** ir lineāra, pavedienveida. Noteikts, ka to garums ir (1000—10 000 nm, bet šķērsizmērs 0,3—0,6 nm. Tieši tāda makromolekulu forma nodrošina maksimālu polimēra blīvumu un reizē ar to maksimālu šķiedru izturību. Sazarotas un režģveida makromolekulas veido neblīvu, neizturīgu šķiedru vai vispār to neveido.

Makromolekulu pamatķēdes oglekļa atomi izvietoti vienā plaknē zigzagveidā (28. lpp.); to nosaka oglekļa valences leņķu raksturs. Bet tā ir tikai viena no lineāro makromolekulu formām. Garajām polimēru makromolekulām raksturīga lokanība, t. i., spēja mainīt visas virknes formu (konformāciju) un stāvokli telpā atsevišķu segmentu iekšējas pagriešanās rezultātā (atrodoties siltuma kustībā vai ārējā spēka iedarbībā). Lokanību nosaka polimēra ķīmiskā uzbūve. Šķiedrās starpmolekulārās saistības dēļ makromolekulu konformācijas ir mazāk mainīgas nekā polimēru šķīdumos. Pastāv kāds visvarbūtīgākais konformāciju veids, kas tomēr nav nemainīgs. Makromolekulu lokanība palielinās, paaugsti-



1

Ūdeņraža saišu izveidošanās starp celulozes (*a*) un kaprona (*b*) makromolekulām

not temperatūru, kad to starpmolekulārā saistība pavājinās. Tas nodrošina krāsvielu un citu apdares šķīdumu difūziju blīvās struktūras sintētiskajās šķiedrās augstā temperatūrā.

Galvenokārt ar lokanību saistīta polimēru, arī tekstilšķiedru, spēja ievērojami atgriezeniski deformēties. Viselastīgākās ar lielāko deformāciju atgriezenību (65—90%, ja pagarinājums 5%) ir poliamīdu, vilnas un poliesteru šķiedras, tādēļ to izstrādājumi vismazāk burzās, arī lēnāk dilst. Vismazākā elastība ir celulozes šķiedrām.

Šķiedru īpašības jūtami ietekmē polimēra **polāro grupu daudzums un raksturs** (—OH, —NH_2, —COOH, >CO, —CONH—, —CN). Šīs grupas ar saviem nevienmērīgi sadalītajiem elektriskajiem lādiņiem nosaka samērā lielu starpmolekulāro pievilkšanās spēku rašanos. Šie spēki ir sevišķi lieli tad, ja starp polimēra blakus makromolekulām izveidojas ūdeņraža saites: O—H . . . O, N—H . . . O, C—H . . . O, C—H . . . N (1. att.).

No starpmolekulāro saišu daudzuma un ciešuma atkarīgas polimēru fizikālmehāniskās un fizikālās īpašības — mehāniskā izturība un spēja deformēties, fāžu (amorfs, kristālisks) un agregātstāvokļu (ciets, šķidrs) maiņa, šķīdība u. c.

Paaugstinātā temperatūrā, palielinoties siltuma kustības enerģijai, daļa starpmolekulāro saišu satrūkst. Polimērs no

cieta, stingra, t. s. sastiklotā stāvokļa pāriet superelastīgā stāvoklī, kad, materiālu slogojot, deformējas ne tikai atomu valences leņķi, bet sāk mainīties arī makromolekulu forma, jo palielinās to segmentu kustīgums. Polimērs kļūst elastīgs un viegli deformējams. Ja temperatūru vēl paaugstina, var sākties arī makromolekulu savstarpēja pārvietošanās — tecēšana. Virs šīs tecēšanas temperatūras T_{tec} polimērs izkūst un, ja to deformē, izturas kā viskozs šķidrums. Ja starpmolekulāro saišu summa, kas attiecināta uz vienu makromolekulu, ir lielāka par siltuma kustības enerģiju, šķiedru veidojošais polimērs nepāriet viskozi tekošā stāvoklī un nekūst, bet pietiekami augstā temperatūrā sāk termiski sadalīties (celulozes, olbaltumvielu un dažas sintētiskās šķiedras). Noteikta T_{tec} ir raksturīga poliamīdiem (kaprons, neilons) un poliesteriem (lavsāns), kas kūst bez jūtamas sadalīšanās.

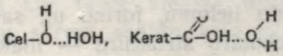
Mēreni paaugstinātā temperatūrā virs stiklošanās temperatūras šķiedru izturība atgriezeniski pazeminās, piemēram, kaprona šķiedrām pie 120 °C par 50%, kokvilnai par 30%, viskozes šķiedrām <10%.

Jo starpmolekulārā saistība ir ciešāka, jo šķiedrām ir lielāka mehāniskā un siltuma izturība, bet makromolekulas mazāk kustīgas un šķiedra stingāka, ar mazāku pārtrūkšanas pagarinājumu.

Intensīva starpmolekulārā saistība palielina arī audumu (sevišķi kokvilnas, linu, viskozes) burzīšanos, jo pēc deformēšanas, resp., burzīšanas, jaunajās vietās izveidojušās dau-

dzās ūdeņraža saites (Cel—OH . . . O—Cel) kavē makromolekulas atgriezties sākotnējā stāvoklī, tā pazeminot deformāciju atgriezenību.

Polārās funkcionālās grupas (—OH, —COOH, arī —NH_2), kas saista ūdens molekulas ar ūdeņraža saitēm, —



palielina šķiedru hidrofilumu un uzbriešanas spēju. Tāpēc celulozes un olbaltumvielu šķiedru izstrādājumi ir vishigiēniskākie, visvairāk uzbriest ūdens vidē un uzbriešanas dēļ mazgājot zaudē iegludinātas ieloces un daļēji izturību. Sevišķi saudzīgi jāapstrādā viskozes un celulozes diacetāta šķiedru TM, kas slapji zaudē 30—50% izturības.

3. tabula

Dažu šķiedru raksturīgās temperatūras

Šķiedras	Temperatūra, °C			
	stiklošanās	izturības pazeminā-šanās sākuma	mīkstēšanas	kušanas
Kaprona	50	90—100	>196	214—215
Lavsāna	87—100	160—170	230—240	255—260
Poliakrilnitrila	85—105	180—200	>200 sāk sadalīties	—
Hlorīna	—	70—80	80—110	—
Triacetāta	—	—	230—250	290, sadalās
Diacetāta	—	93—105	175—190	215—230, sadalās
Viskozes	—	120—130	>150 sāk sadalīties	nekūst
Kokvilnas	—	120		nekūst
Vilnas	—	130—135	>130 sāk sadalīties	—
Dabiskā zīda	—	150	>170 sāk sadalīties	—

Polārajām grupām ir liela nozīme arī TM krāsošanas procesā, jo tās saista krāsvielas ar jonu, kovalentajām, koordinācijas vai ūdeņraža saitēm, tā nodrošinot krāsojuma noturību. Šķiedru uzbriešana ūdens vidē atvieglo krāsvielu iekļūšanu šķiedrās un to nokrāsošanos. Hidrofobus TM, kuri nesatur polāras grupas un neuzbriest ūdenī (lavsānu, hlorīnu, polipropilēna šķiedras), daudz grūtāk nokrāsot.

Galvenais faktors, kas nosaka šķiedru mehāniskās īpašības, ir **šķiedru veidojošā polimēra struktūra — molekulārā un** galvenokārt **virsmolekulārā.** Ar molekulāro struktūru saprot makromolekulu lielumu, formu un savstarpējo izvietojumu; ar virsmolekulāro struktūru — makromolekulu agregātu, mikrofibrillu, fibrillu, sferolītu u. c. struktūras elementu lielumu, formu, sakārtotības pakāpi, savstarpējo saistību, kristāliskās un amorfās fāzes daudzuma attiecību šķiedrā.

Lineāra makromolekulu forma nodrošinās maksimālu polimēra blīvumu un šķiedru izturību tikai tad, ja makromolekulas un to asociāti šķiedrā būs novietoti nevis haotiski, bet savstarpēji paralēli un orientēti šķiedras ass virzienā. Šī

2. att. Pārmaiņas ķīmisko šķiedru struktūrā to iegūšanas procesā:
a — amorfa; *b* — puskristāliska neorientēta; *c* — puskristāliska orientēta

orientācija dabiskajās šķiedrās notiek to augšanas laikā, ķīmiskajās šķiedrās — izstiepjot uzbriedušus vai uzkarsētus jēlpavedienus starp diviem ar dažādu ātrumu rotējošiem veltņiem. Orientācijas procesā, makromolekulām un struktūras elementiem paralelizējoties, palielinās to sakārtotības pakāpe un starpmolekulārā saistība, amorfā struktūra daļēji pāriet kristāliskā vai, ja kristalizācija jau sākusies šķiedras formēšanas procesā, palielinās kristalizācijas pakāpe (2. att.).

Kaut gan makromolekulām un to asociātiem ir ievērojama orientācijas pakāpe, šķiedras veidojošo polimēru struktūra nav viendabīga. Pētot šķiedru rentgenogrammas un elektronogrammas, noskaidrots, ka šķiedrās ir iecirkņi ar blīvāku struktūru un kristāliem raksturīgu augstu sakārtotības pakāpi un iecirkņi ar zemāku orientācijas pakāpi, kāda raksturīga amorfai struktūrai. Turklāt polimēru kristalītu izmēri (5—10 nm) ir daudz mazāki par makromolekulu garumu (1000—10 000 nm), tāpēc viena un tā pati makromolekula iet cauri vairākiem kristāliskiem un amorfiem posmiem.

Dati par fāžu daudzuma attiecībām ir stipri dažādi un pat pretrunīgi. Visumā kristāliskā fāze ir 30—70%. Radušies kristalizācijas centri kavē garo makromolekulu tālāku savstarpēju pārvietošanos un pilnīgu kristalizēšanos. Tāpēc kristāliskie polimēri ir divfāžu, to smalkstruktūru veido sarežģīta kristāliskās un amorfās fāzes kombinācija ar zināmu virsmolekulārās struktūras elementu dažādību.

Apdares šķīdumi iekļūst un sorbējas šķiedru amorfajos iecirkņos, kuros polimērs mazāk blīvs, ar mazāku sakārtotības pakāpi un kur tāpēc vieglāk difundē dažādu ķimikāliju (balinātāju, sārma, skābju, krāsvielu u. c.) molekulas.

Kā liecina rentgenstruktūranalīzes dati, elektronmikroskopiskie u. c. pētījumi, šķiedras veidojošajiem polimēriem ir fibrillāra, šķiedraina struktūra (3. att.). Par kristāliskās struktūras vienkāršākajiem elementiem uzskata fibrillāros kristālus jeb mikrofibrillas — samērā garus lineāro makromolekulu kūļa kristāliskus posmus, kuru biezums sintētis-

Kokvilnas fibrillārā struktūra

3

kajos polimēros ir 10—15 nm, bet celulozē — 20—40 nm. Fibrillārie kristāli veido lielākus struktūrelementus — sarežģītas uzbūves fibrillas, makrofibrillas, sferolītus, kurus visus savā starpā saista ievērojami vājāk orientētie amorfās fāzes makromolekulu un to asociātu segmenti. Tāpēc abas fāzes nav krasi norobežotas, makromolekulas, pārejot no vienas fāzes otrā, sasaista tās (2. att. *c*).

Palielinoties kristāliskās fāzes daudzumam un struktūras elementu sakārtotībai polimērā, palielinās šķiedru izturība, jo palielinās starpmolekulārā saistība, kā arī vairāk makromolekulu un to asociātu trūkst vienlaikus; palielinās polimēra blīvums, arī ķīmiskā izturība, jo grūtāka kļūst dažādu ķīmikāliju šķīdumu difūzija šķiedrās. Vienlaikus pazeminās šķiedru pārtrūkšanas pagarinājums, elastība, palielinās stingums. Polimēru struktūru un šķiedru fizikālmehāniskās īpašības var mainīt, mainot šķiedru formēšanas, izstiepšanas un termiskās apstrādes apstākļus. Tādējādi no viena un tā paša polimēra var iegūt vairākus šķiedru veidus ar atšķirīgām īpašībām (parastās un struktūrmodificētās viskozes šķiedras vai kaprona kompleksos tehniskos vai tekstilpavedienus, štāpeļšķiedras, monopavedienus u. c.).

Šķiedru īpašības ietekmē arī struktūras viendabība. Audumus, kas izgatavoti no šķiedrām ar neviendabīgu struktūru, grūti vienmērīgi nokrāsot (kaprona «svītrainība»).

Starp atsevišķiem šķiedras veidojošo polimēru struktūrelementiem ir visdažādākās formas un izmēru submikroskopiski dobumi, poras, spraugas ar šķērsizmēru 2—20 nm, kuru summārais tilpums dažādām šķiedrām ir 0,055—0,257 cm^3/g. No šī viedokļa šķiedras var uzskatīt par porainiem sorbentiem. Porainība padara šķiedras pieejamākas dažādiem apdares šķīdumiem, veicina nokrāsošanos, apretēšanos u. c. procesus.

II. TEKSTILŠĶIEDRAS, TO ĪPAŠĪBAS

Vairāk nekā 95% visu tekstilšķiedru veido tikai pieci polimēri: celuloze, olbaltumvielas, sintētiskie poliamīdi, polietilēntereftalāts (poliesteris) un akrilnitrila kopolimēri. Pēdējos gados strauji palielinās arī polipropilēna un stikla šķiedru ražošana. Zināma nozīme kā šķiedras veidojošiem polimēriem ir arī polivinilhlorīdam, polivinilspirtam, dažiem poliuretāniem. Tehniskām vajadzībām nelielos daudzumos ražo šķiedras no citiem mazāk pieejamiem polimēriem ar specifiskām īpašībām; tās šeit neapskatīsim.

DABISKĀS ŠĶIEDRAS

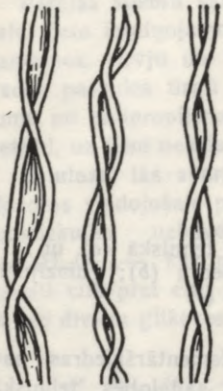
Dabiskās šķiedras ir apmēram puse no visām tekstilšķiedrām. To kopprodukcija (neieskaitot ~4 milj. t stiebru šķiedras) 1983. g. bija 16,186 milj. t, no tās kokvilna — 14,525, vilna — 1,606 un dabiskais zīds — 0,055 milj. t.

Augu jeb celulozes šķiedras

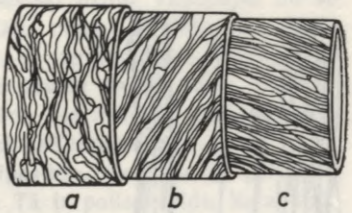
Augu šūnu sienu galvenā sastāvdaļa ir celuloze, tāpēc augu šķiedras — kokvilnu, linus, kaņepājus, džutu, ramiju u. c. nereti sauc arī par celulozes šķiedrām. Tās kopā ar celulozes mākslīgajām šķiedrām — viskozes un vara amonjaka šķiedrām ir svarīgākā tekstilšķiedru grupa higiēnisku apģērbu un veļas audumu un trikotāžas izgatavošanai.

Kokvilnas šķiedras ir kokvilnas krūma sēklu lidpūkas. Katra šķiedra ir vienšūnas veidojums. To vidējais garums 22—50 mm, ∅ 18—25 μm. Šūnām ir saplacinātas caurules forma, tām vidū kanāls ar protoplazmas paliekām. Nogatavojušās šķiedras spirālveidā savijas ap savu asi (4. att.). Tā tās mikroskopā viegli pazīt. Norautajā galā šķiedras kanāls ir atvērts, un tas padara šķiedru pieejamāku apdares šķīdumiem.

Kokvilnas šķiedru galvenā sastāvdaļa (94—96%) ir celuloze. 4—6% ir celulozes pavadītājvielas (20. lpp.). Šķiedru



4



5

4. att. Kokvilnas šķiedras

5. att. Kokvilnas šūnas sienas uzbūves shēma:
a — pirmējā sieniņa; *b* un *c* — otrējā sieniņa

mikrostruktūra fibrillāra; fibrillu novietojums spirālisks, vairākslāņu (5. att.).

Šķiedras ir higroskopiskas un normālos apstākļos saista 7—8% mitruma. Trūkšanas izturība 250—550 N/mm² (25—55 kg/mm²), trūkšanas pagarinājums 6—10%.

Stiebru jeb lūksnes šķiedras iegūst no džutas, linu, kaņepāju, kenafa, ramijas u. c. augu stiebriem. Stiebros šķiedras izvietotas parenhimas kārtā atsevišķu kūlīšu veidā, kas stiepjas no auga saknēm līdz galotnei.

Stiebru šķiedras sastāv no daudzām savā starpā saistītām (ar pektīnvielām, lignīnu) elementāršķiedrām. Katra elementāršķiedra ir atsevišķa šūna. Dažādas stiebru šķiedras atšķiras ar šūnu garumu, kas vidēji ir 2—65 mm (garākās ir ramijas, linu un kaņepāju elementāršķiedras), to šķērsgriezuma laukuma un kanāla formu, fibrillu novietojuma leņķi pret šķiedras asi. Šis leņķis ir tikai 2—10°, tātad šo šķiedru struktūrelementu orientācija ass virzienā ir ļoti liela. Tas kopā ar celulozes lielo polimerizācijas pakāpi nosaka stiebru šķiedru palielinātu izturību — 450—1200 N/mm² un pazeminātu pārtrūkšanas pagarinājumu. Celulozes saturs šķiedrās ir 65—78%.

Linu tehniskās **šķiedras** ir 40—125 cm garas. Tās sastāv no daudzām (15—25) savā starpā salīmētām elementāršķiedrām. Katra elementāršķiedra ir šaura, šķautņaina biezsienu šūna ar smailiem galiem un kanālu vidū (6. att.). Šūnu garums 17—25 mm (maks. līdz 130 mm), šķērsizmērs

6. att. Linu tehniskā (*a*) un elementāršķiedra (*b*); gumzījumi linu šķiedrā (*c*)

12—17 μm. Pektīnvielas, kas saista elementāršķiedras, nav ķīmiski un mehāniski izturīgas. Tām sadaloties, tehniskā šķiedra sairst elementāršķiedrās un zaudē izturību. Tādēļ linu audumi vienmēr jāapstrādā maigākos apstākļos nekā kokvilnas audumi.

Linu šķiedras satur daudz vairāk celulozes pavadītājvielu (arī lignīnu) nekā kokvilna. Šķiedras tumšākas un grūtāk balināmas. Vaski tām piešķir zināmu spožumu un mīkstumu. Šķiedru sastāvs (%) ir šāds:

	kokvilna	linu šķiedras
Celuloze	94,5—96,0	75—78
Vaski	0,5—0,6	2,7
Pektīnvielas	1—1,2	2,9—3,2
Olbaltumvielas	1—1,2	1,9—2,1
Lignīns	—	3,8
Minerālvielas	1,2	1,3
Pārējās	0,3—1,3	9,4—11,9

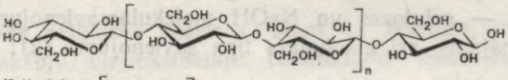
Mikroskopā linu elementāršķiedras viegli pazīt pēc gumzījumiem — tumšām svītrām perpendikulāri šūnas kanālam. Tie rodas, šķiedras atdalot no stiebra. Jo šo gumzījumu vairāk, jo šķiedra mazvērtīgāka.

Linu elementāršķiedru trūkšanas izturība ir ļoti liela — 800—1200 N/mm², tehnisko šķiedru — 500—600 N/mm². Trūkšanas pagarinājums — tikai 2—3%. Tāpēc linu audumi ir neelastīgāki, cietāki pēc taustes, vairāk burzās nekā kokvilnas audumi. Šķiedru higroskopiskums — 11—12%. Šūnu sienu uzbūve fibrillāra, vairākslāņu.

Linu šķiedras izmanto veļas, dvieļu, apģērbu, dekoratīvo audumu, arī buru audekla, brezentu, stīvdrānu izgatavošanai. Komplicētā linu apstrāde un vairākpakāpju balināšana ievērojami sadārdzina to izstrādājumus.

Pārējās stiebru šķiedras, sevišķi džutu, kaņepājus un sizalu, lieto iesaiņojamo materiālu, maisu, linoleja un paklāju pamatnes, virvju un tauvu u. c. izgatavošanai. Pēdējos 15 gados pasaules tirgū parādās arvien vairāk šādu izstrādājumu no polipropilēna šķiedrām. Tie ir lētāki un izturīgāki, netrūd, uz tiem neiedarbojas ķimikālijas un eļļas.

Celuloze, tās svarīgākās īpašības. Celuloze ir galvenais šķiedras veidojošais polimērs. Tā ir polisaharīds, kura makromolekulas uzbūvētas no β-D-glikozes atlikumiem —/$C_6H_{10}O_5$/$_n$—, kas makromolekulā novietoti spirāliski, pagriezti cits pret citu par 180°; identiski elementi atkārtojas ik pēc diviem glikozes atlikumiem.



$(C_6H_{10}O_5) \times$ jeb $[C_6H_7O_2(OH)_3]_x$

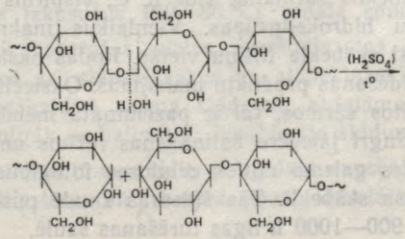
Elementārvienības saistītas savā starpā ar ēteru tipa 1,4-glikozīdsaiti jeb skābekļa tiltiņu.

Polimerizācijas pakāpe linu celulozei ir 5000—8000, kokvilnas — 3000—5000, viskozes un vara amonjaka šķiedru celulozei — 300—500. Celulozes makromolekulu un struktūrelementu orientācijas pakāpe maksimāla ir linu, minimāla — parasto viskozes šķiedru celulozei. Kristāliskās fāzes daudzums celulozē ir 40—80%, mikrostruktūra — fibrillāra.

Celuloze nešķīst organiskos šķīdinātājos. Gandrīz vienīgais celulozes šķīdinātājs ir vara tetramīnhidroksīda $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ šķīdums, ko izmanto vara amonjaka šķiedru ražošanai. Ūdenī celuloze daļēji uzbriest.

Visas svarīgākās celulozes reakcijas ir saistītas ar glikozīdsaiti vai arī ar spirtu hidroksilgrupām.

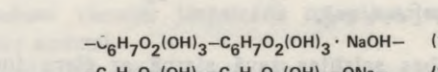
Minerālskābju kā katalizatoru iedarbībā celulozes makromolekulas satrūkst glikozīdsaišu vietās. Pārrāvuma vietās pievienojas ūdens molekulas.



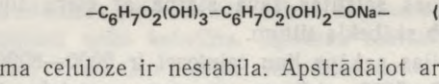
Rodas hidroceluloze (celulozes hidrolīzes produktu maisījums) ar dažādu molekulu garumu. Celuloze zaudē izturību, palielinās tās šķīdība atšķaidītos sārmos. Celulozei pilnīgi hidrolizējoties, rodas ūdenī šķīstošā glikoze. Hidrolīzes reakcija paātrinās, paaugstinot t° un skābes koncentrāciju.

Apdares procesos jau 2 g/l skābes pie 80 °C 1 h laikā pazemina kokvilnas izturību par 25%. Tādēļ sērskābes šķīdumi jālieto ļoti piesardzīgi pat pie istabas t°, jo, TM iežūstot, skābe koncentrējas. Vājās organiskās skābes celulozi nesadala.

Atšķaidīti *sārmu šķīdumi* ar celulozi nereaģē. Koncentrētāki stipro sārmu šķīdumi (>10% NaOH) ievērojami uzbriedina šķiedras un ķīmiski reaģē ar celulozi. Rodas sārma celuloze — celulozes un NaOH molekulārsavienojums (1) un, domājams, arī alkoholāta tipa savienojums (2):



$$-C_6H_7O_2(OH)_3-C_6H_7O_2(OH)_3 \cdot NaOH- \quad (1)$$



$$-C_6H_7O_2(OH)_3-C_6H_7O_2(OH)_2-ONa- \quad (2)$$

Sārma celuloze ir nestabila. Apstrādājot ar ūdeni, tā sadalās, dodot atpakaļ celulozi un NaOH. Reģenerēto celulozi sauc par hidrātcelulozi. Tā ir sākotnējās celulozes struktūrmodifikācija ar mainītu pirāna gredzenu telpisko novietojumu makromolekulā, ar neblīvāku struktūru un tāpēc lielāku sorbcijas, reakcijas un nokrāsošanās spēju. Tā, apstrādājot ar sārmu, uzlabo kokvilnas celulozes īpašības (merserizācija).

Lielā sārmizturība ļauj mazgāt un vārīt kokvilnas izstrādājumus stipri sārmainos šķīdumos. Linu audumi lielā pektīnvielu daudzuma dēļ starpšūnu vielā ir daudz jutīgāki pret sārmu iedarbību. Celulozes mākslīgās šķiedras (viskozes, vara amonjaka) var izšķīst koncentrētā (18—25%) NaOH šķīdumā.

Oksidētāji — ūdeņraža peroksīds, nātrija hipohlorīts, kā arī gaisa skābeklis sārmainā vidē u. c., vispirms oksidē celulozes spirtu hidroksilgrupas. Vienlaikus makromolekulas daļēji satrūkst skābekļa tiltiņu vietās. Rodas oksiceluloze — celulozes oksidēšanās produktu maisījums. Oksiceluloze viegli šķīst atšķaidītos sārmos, tai ir pazemināta mehāniskā izturība, tāpēc stingri jāievēro balināšanas režīms un receptūra.

Tiešā saules gaismā notiek celulozes fotoķīmiska oksidēšanās ar gaisa skābekli. Tās šķiedras zaudē pusi no savas izturības pēc 900—1000 h ilgas turēšanas saulē.

Reducētāji celulozi nesadala un nemaina tās īpašības.

Daudzo spirta hidroksilgrupu dēļ celuloze samērā viegli *esterificējama* (celulozes acetāti, nitrāti, ksantogenāts) un *eterificējama* (karboksimetilceluloze u. c.).

Temperatūras iedarbība. Spēcīgās starpmolekulārās saistības dēļ celuloze, paaugstinot temperatūru, nesamīkstinās un nekūst. Tās stiklošanās t° (T_{st}=220 °C) ir augstāka par sadalīšanās temperatūru. Mitra celuloze atrodas superelastīgā stāvoklī un tās $T_{st} \simeq 25$ °C. Ja t° ilgstoši (>1 h) pārsniedz 150 °C, celuloze sāk termiski sadalīties un brūnēt, zaudējot ~50% izturības. Īslaicīgi tā iztur ~200 °C, piemēram, gludinot. Virs 260 °C sākas ļoti strauja celulozes sadalīšanās ar dažādu gāzveida un šķidru produktu izdalīšanos.

Visas celulozes šķiedras, tāpat kā celuloze, ir jutīgas pret skābju un oksidētāju (balinātāju) iedarbību, daudz mazāk uz tām iedarbojas sārmi. Celulozes šķiedras nešķīst organiskos šķīdinātājos. Tās ir higroskopiskas, labi uzsūc mitrumu, neelektrizējas, tāpēc to izstrādājumi ir higiēniski un labi nokrāsojami. Salīdzinājumā ar sintētiskajām šķiedrām tām ir daži trūkumi: tās sadala mikroorganismi (sevišķi mitrumā); visu celulozes šķiedru audumi stipri burzās; celulozes mākslīgās šķiedras mitrā stāvoklī zaudē daļu savas izturības; blīvums 1,51—1,54 g/cm^3.

Celulozes pavadītājvielas. Augu šķiedrās celuloze nekad nav pilnīgi tīrā veidā. Nogatavojusies kokvilna satur 4—6%, stiebru šķiedras — 22—35% celulozes pavadītājvielu: vaskus, pektīnvielas, slāpekli saturošās vielas, minerālvielas, krāsvielas, lignīnu. Visām šīm vielām ir citādas īpašības nekā celulozei, tās kavē TM apdares procesu normālu norisi. Tāpēc tās atdala, tekstilizstrādājumus vārot sārma vai sodas šķīdumā, kā arī balinot.

Visgrūtāk atdalāmi vaski, kas tikai daļēji pārziepojas, TM vārot sārma šķīdumā (taukskābju esteri, brīvās taukskābes). Augstākie spirti un daži cietie ogļūdeņraži nepārziepojas. Tos izkusušus (60—80 °C) atdala emulģēšanas ceļā.

Slāpekli saturošās vielas (protoplazmas paliekas šūnu kanālos, kā arī slāpekļskābes un slāpekļpaskābes sāļi), vārot TM atšķaidītā sārma šķīdumā, atdalāmas tikai daļēji, daudz pilnīgāk — balinot ar hipohlorīta šķīdumu.

Pektīnvielas ir sarežģīta poligalakturonskābes Ca un Mg sāļu, metilestera un samērā mazmolekulāru polisaharīdu

kombinācija. Tās daļēji šķīst karstā ūdenī, labi — atšķaidītā sārma šķīdumā, tāpēc viegli atdalāmas.

Augu šķiedru krāsvielas, kas tām piešķir iedzeltenu, brūnganu vai pelēkzaļganu krāsu, sadala balinot.

Minerālvielas sastāv no dažādiem Na un K sāļiem.

Lignīns ir aromātisks skābekli saturošs dabisks heteroķēdes polimērs, tā Mm ~11 000. Par tā uzbūves galveno elementu uzskata β-oksikoniferilspirtu. Kokvilnā lignīns var būt vienīgi šķiedru mehāniskajos piemaisījumos: sēklu pogaļu, lapu gabaliņos. Stiebru šķiedras satur 2—18% lignīna. Lai atdalītu no TM, lignīnu pārvērš šķīstošā formā, hlorējot vai oksidējot balināšanas procesā. Lignīna hlorēšanās un oksidēšanās produkti viegli atdalāmi ar atšķaidītu sārmu.

Dzīvnieku jeb olbaltumvielu šķiedras

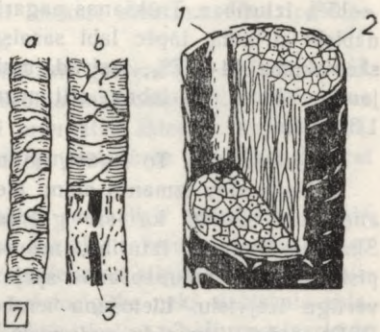
Vilna. Par vilnu sauc dažādu dzīvnieku apmatojumu, kuru pēc nocirpšanas var savērpt dzijās. Vilnai (aitu, arī kazu, kamieļu) tekstilrūpniecībā ir liela nozīme. No tās izgatavo kleitu, uzvalku, mēteļu audumus, trikotāžas izstrādājumus, segas, paklājus, filcu, voiloku u. c. 85—90% drānu ir pusvilnas, t. i., vilna (20—90%) tajās ir kompozīcijā ar lavsānu, nitronu, retāk viskozes un kaprona šķiedrām.

Vilnas šķiedru garums visbiežāk ir 50—200 mm, smalkums 15—130 μm. Izturīgākā, viendabīgākā, mīkstākā un tāpēc vērtīgākā ir smalkvilna un pussmalkvilna ar ∅ 14—30 μm un garumu 50—80 un 60—120 mm. Rupjvilnas ∅>40 μm.

No īsākās vilnas (līdz 60 mm) iegūst rupjākas un pūkainākas dzijas — aparātdzijas, kuru izstrādājumi (mēteļu audumi) ir sevišķi viegli veļami. No garākās vilnas (60—120—190 mm), kas ir lēzenāk cirtota un rupjāka, izgatavo gludākas, smalkākas dzijas — ķemmdzijas. Tās lieto gludu neveltu (kleitu, uzvalku) audumu ražošanai.

Cērpot iegūto vilnu sauc par sviedrvilnu. Tā satur 15—40% taukvielu un sviedru (tauksviedru) un 15—20% citu netīrumu. Mazgātās vilnas iznākums 40—70%.

Reģenerēto jeb lupatu vilnu iegūst, saplucinot līdz elementāršķiedrām audumu vai trikotāžas atgriezumus (no šūšanas fabrikām), dziju galus, kā arī valkātas drānas. Šīs šķiedras ir īsākas, daļēji saplosītas, neizturīgākas. Tās iz-



7. att. Vilnas šķiedras: *1* — epiderma; *2* — kortekss; *3* — serde

manto kā piedevu vilnai, izgatavojot mazvērtīgākus izstrādājumus.

Uzbūve un sastāvs. Vilnas šķiedru uzbūvē izšķirami 2 vai 3 slāņi: epiderma, kortekss un serde (7. att.). Virsējo slāni jeb epidermu veido pārragojušās zvīņveida šūnas, pēc kurām vilna mikroskopā viegli pazīstama. Šis apvalks ir izturīgāks, hidrofobāks un aizsargā šķiedras iekšējos slāņus no mehāniskas un ķīmiskas ārējo apstākļu iedarbības.

Šķiedru galveno masu veido garoza jeb kortekss. Tas sastāv no daudzām garām (līdz 80—90 μm) pārragotām šūnām ar smailiem galiem. Kortekss nav viendabīgs, bet sastāv it kā no diviem spirāliski kopā saliktiem puscilindriem — ortokorteksa un parakorteksa, kas atšķiras pēc sastāva, ķīmiskās aktivitātes un uzbriešanas spējas un, liekas, nosaka šķiedru cirtainību. Korteksa šūnas saistītas ar starpšūnu vielu, kas ir ķīmiski un mehāniski neizturīgāka. Rupjākām šķiedrām ir arī serde. Tā sastāv no izžuvušām maz saistītām šūnām. Serde padara matu trauslāku, neizturīgāku.

Vilnas galvenā sastāvdaļa ir fibrillāra olbaltumviela keratīns (80—85%). Nekeratīna olbaltumvielas, galvenokārt starpmakrofibrillu viela, ir 15—17%. Tā vieglāk uzbriest un enzimātiski sadalās, bet oksidējošā un reducējošā vidē ir izturīgāka nekā keratīns. Vilnas šķiedru pigmenti atrodas šūnu sienās starpfibrillu vielā. Taukvielu daudzums mazgātā vilnā ir 0,5—1,5%, augu piemaisījumi (siena un salmu gruži) — 7—8%.

Īpašības. Vilnas trūkšanas izturība nav liela: 150—250 N/mm². Bet jāņem vērā vilnas lielā elastība (deformāciju atgriezenība), kuras dēļ vilnas izstrādājumi lēnāk novalkājas, arī maz burzās. Ūdenī uzbriestot, vilna zaudē

~15% izturības. Trūkšanas pagarinājums 20—50%. Vilna ir dabiski cirtaina, tāpēc labi sasaistās dzijās. Šķiedru higroskopiskums 14—17%, izstrādājumi higiēniski, labi nokrāsojami. Vilnai ir labas siltumizolācijas spējas. Blīvums 1,32 g/cm³.

Dabiskais zīds. To iegūst, notinot zīdtauriņu kokonus.

Dabisko zīdu izmanto plānu kleitu audumu (sevišķi krepaudumu), samta, kā arī galvas lakatiņu izgatavošanai. Skaistais izskats, izturība, neburzība, mīkstums, higroskopiskums, labā nokrāsošanās spēja padara dabisko zīdu par vērtīgu izejvielu. Lietošanu ierobežo lielā pašizmaksa. No PSRS ražotajiem zīda audumiem tikai 5% ir dabiskā zīda.

Uzbūve un sastāvs. Kokona pavediens sastāv no diviem paralēliem fibroīna pavedieniem, kas pārklāti un savienoti savā starpā ar zīda līmi sericīnu. Fibroīns ir šķiedraina, fibrillāra olbaltumviela, bet sericīns — bezstruktūras, viegli šķīstoša olbaltumvielu masa. Dabiskajam zīdam nav šūnu uzbūves.

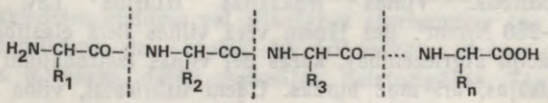
Kokona pavediens sastāv no 70—80% fibroīna un 20—30% sericīna. Sericīna slānī ir arī 1,6—4,0% vasku un parafīnu, kas pasargā kokonu no atmosfēras mitruma, un neliels pigmentu daudzums. Minerālvielu saturs 1,0—1,7%.

Īpašības. Kokonu pavedieni ir līdz 1000—1200 un pat vairāk m gari. To šķērsizmērs 20—30 μm.

Dabiskais zīds ir ievērojami izturīgāks nekā vilna. Tā trūkšanas izturība ir 400—450 N/mm². Trūkšanas pagarinājums 15—20%; šķiedras elastīgas, tāpēc dabiskā zīda audumi maz burzās. Higroskopiskums 10—11%.

Šķiedru olbaltumvielas, to svarīgākās īpašības. Vilnas šķiedru keratīns un zīda fibroīns (tāpat kā ragi, nagi, āda) ir skleroproteīni — olbaltumvielas ar lielāku stabilitāti. Izolētas tās ilgstoši saglabā savu organizēto struktūru.

Ķīmiskais sastāvs un struktūra. Šķiedru olbaltumvielas ir sarežģīti lielmolekulāri savienojumi ar Mm 60 000—1 000 000. Keratīna makromolekulās konstatētas 18, fibroīna — 16 dažādas α-aminoskābes $H_2N—CHR—COOH$, kas saistītas savā starpā ar amīdsaiti (peptīdsaiti) —CO—NH—:



R_1, R_2, $R_3 \ldots R_n$ — dažāda garuma neitrāli, skābi vai bāziski radikāli, kas būtiski ietekmē olbaltumvielas īpašības un starpmolekulāro saistību.

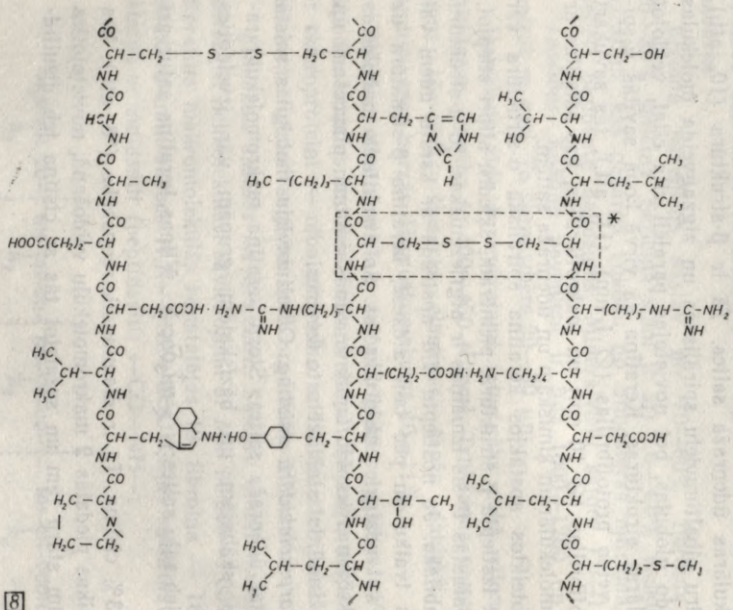
Fibroīna radikāli ir nelieli un galvenokārt neitrāli: —H, —CH_3, —CH_2OH. Tāpēc fibroīna makromolekulas novietotas šķiedrā samērā blīvi, stipri orientētas šķiedras ass virzienā, starp tām pastāv daudzas starpmolekulārās saites un šķiedrai piemīt ievērojama izturība.

Vilnas keratīna aminoskābju radikāli ir ievērojami garāki un daudzi (1/3) ar skābu vai bāzisku raksturu (8. att.). Garo radikālu dēļ keratīna makromolekulas stipri sazarotas, polimērs mazāk blīvs un vilna neizturīgāka nekā dabiskais zīds.

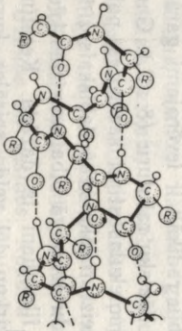
Konformācija (forma), kādu attiecīgā olbaltumvielas ķēde ieņem telpā, keratīnam un fibroīnam ir dažāda. Keratīna makromolekulas garo sānu virkņu dēļ veido spirāles, kuras stabilizē iekšmolekulārās saites CO ... HN. Tā ir α-struktūra (9. att.). Fibroīnam ir izstiepta struktūra. Tā garo molekulu pamatķēdes novietojas plaknē zigzagveidā un veido starpmolekulāras ūdeņraža saites. Tā ir β-struktūra (10. att.). Šķiedru olbaltumvielu spirāliskās un zigzagveida molekulas neveido globulas, bet novietojas paralēli cita citai, veidojot fibrillāras struktūras. Keratīna kā virvē kopā savītās α-spirāles veido protofibrillas (∅ 1 nm) (11. att.), tās savukārt mikrofibrillas (∅ 10 nm) un makrofibrillas, kas saistītas ar starpmolekulārām ķīmiskām un ūdeņraža saitēm.

Noteiktos apstākļos keratīna spirāliskā α-struktūra var pāriet izstieptā β-struktūrā, piemēram, šķiedru stipri stiepjot. Pie parastās t° šīs izmaiņas ir atgriezeniskas, jo α-struktūra ir stabilāka. Ja nostieptu TM apstrādā ar karstu ūdeni vai ūdens tvaiku un pēc tam atdzesē, keratīna β-struktūra uz laiku vai neatgriezeniski fiksējas. Šo struktūras mainīšanas un fiksēšanas iespēju izmanto vilnas audumu plaucēšanā un dekatēšanā, lai stabilizētu to izmērus.

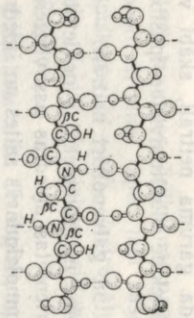
Starpmolekulārā saistība. Olbaltumvielu molekulas saista ne tikai ūdeņraža saites. Starp keratīna makromolekulu radikālu skābajām un bāziskajām grupām var izveidoties jonu jeb sāļu saites: $\langle\!-\overset{+}{N}H_3\overset{-}{O}OC-\rangle$. Vilnas keratīns satur arī 11—13% cistīna. Tā ir diaminodikarbonskābe (*8. att.), kas vienlaikus piedalās 2 makromolekulu veidošanā, novietojoties šķērsām starp tām un sasaistot tās ar cistīna jeb disulfīdsaiti.



8



9

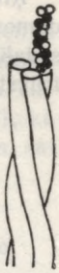


10

8. att. Vilnas makromolekulas ķīmiskās uzbūves shēma

9. att. α-spirāles shematisks attēlojums

10. att. Olbaltumvielu β-struktūra



Protofibrillas uzbūves shēma III

Spirāliskā struktūra un starpmolekulārās saites piešķir vilnai lielu deformāciju atgriezenību un elastību.

Sēra saturs un cistīna saites raksturīgas tikai keratīnam, sāļu saites — keratīnam un arī fibroīnam (nedaudzas).

Amfotērās īpašības. Tā kā šķiedru olbaltumvielu molekulās vienlaikus ir —COOH un $—NH_2$ grupas, noteiktos apstākļos tās var reaģēt kā ar skābēm, tā sārmiem. Ūdens vidē šķiedru —COOH un $—NH_2$ grupas jonizējas:

$$HOOC-Olbv-NH_2 \rightarrow \bar{O}OC-Olbv-\overset{+}{N}H_3$$

Tā kā pārsvarā ir —COOH, keratīnam un fibroīnam ir skābs raksturs. Pievienojot ūdenī iemērktai šķiedrai zināmu daudzumu skābes, karboksilgrupu disociācijas pakāpe līdzsvara pārvietošanās dēļ samazinās un šķiedra pārsvarā iegūst pozitīvu lādiņu:

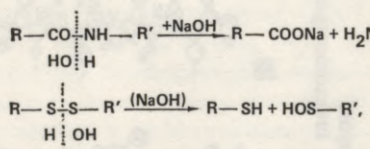
$$\bar{O}OC-Olbv-\overset{+}{N}H_3 \xrightarrow{+H^+} HOOC-Olbv-\overset{+}{N}H_3$$

Sārmainā vidē samazinās amīngrupu disociācijas pakāpe un šķiedra pārsvarā iegūst negatīvu lādiņu:

$$\bar{O}OC-Olbv-\overset{+}{N}H_3 \xrightarrow{+OH^-} \bar{O}OC-Olbv-NH_2+H_2O$$

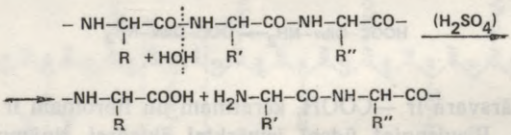
Šķiedru amfotērās īpašības ļauj regulēt krāsošanas procesa ātrumu un vienmērību, mainot vides skābumu.

Ķīmiskās īpašības. Koncentrētākas skābes vai sārma šķīdumos ne vien mainās šķiedras lādiņš, bet sākas arī šķiedru sadalīšanās. Sevišķi tās ir sārmjutīgas. Sārmainā vidē satrūkst amīdu un cistīna saites



samazinās olbaltumvielu Mm un šķiedru izturība. Tā 1% NaOH šķīdumā pie viršanas t° jau 1—2 min laikā vilna un fibroīns hidrolītiski sadalās un izšķīst. Daudz vājāk iedarbojas sodas un amonija hidroksīda šķīdumi, kurus nelielās koncentrācijās lieto, lai radītu vāji sārmainu vidi apdares procesos.

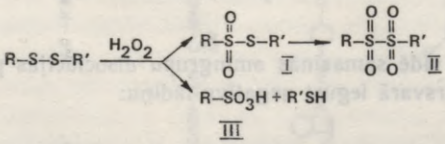
Pret skābju iedarbību olbaltumvielu šķiedras, sevišķi vilna, mazāk jutīgas. Atšķaidītas minerālskābes istabas t° jūtami neietekmē vilnas un dabiskā zīda izturību, kamēr ilgstošā apstrādē paaugstinātā t° (pH<1) šķiedras var ievērojami hidrolītiski sadalīties amīdsaišu vietās:



Ar koncentrētām skābēm šī sadalīšanās sākas jau parastajā temperatūrā. Organisko skābju iedarbība vāja.

Vilnas relatīvo skābjizturību izmanto karbonizācijā.

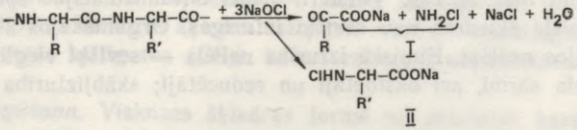
Oksidētāji (balinātāji) vispirms iedarbojas uz keratīna cistīna saitēm. Rodas dažādi skābekļa pievienošanās produkti:



mono-(I) un disulfoksīdi (II) un cisteīnskābe (III). Šie oksidēšanās produkti palielina vilnas šķīdību sārmā; samazinās vilnas izturība. Reakcijas ātrums atkarīgs no ūdeņraža peroksīda koncentrācijas, šķīduma t° un vides pH. Balināšana jāveic piesardzīgi (H_2O_2 līdz 5 g/l, <60°C).

Fibroīna oksidatīvā noārdīšanās ar H_2O_2 maz pētīta. H_2O_2 dod labu balināšanas efektu, tikai jārīkojas piesardzīgi.

Hipohlorīts NaOCl un hlorūdens oksidē un noārda cistīna saites un oksidē un dezaminē daļu aminoskābju (I), kā arī veido hloraminoskābes (II), kuras nav stabilas un sadalās tālāk:

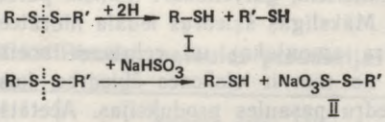


Hloru saturošus aģentus olbaltumvielu šķiedru balināšanai nelieto, jo tie sadala un pat izšķīdina šķiedru.

Uzmanīgi hlorējot vilnu, var noārdīt šķiedru zvīņveida virsmu un tā uzlabot vilnas nokrāsošanos un mazināt savelšanos.

Tiešā saules gaismā olbaltumvielu šķiedras fotoķīmiski oksidējas un noārdās (dabiskais zīds pēc 200 h zaudē 50% sākotnējās izturības, vilna — pēc 1120 h).

Reducētāji — hidrosulfīts un rongalīts, ko nereti lieto TM un reģenerētās vilnas atkrāsošanai, kā arī nātrija hidrogensulfīts $NaHSO_3$, kuru agrāk reizēm lietoja balināšanai, vispirms iedarbojas uz keratīna disulfīdsaitēm:



Rodas sulfhidrils (I) un sulfocisteīna (II) grupas. Sārmainā vidē notiek arī amīdsaišu satrūkšana.

Fibroīns ir izturīgāks pret reducētāju iedarbību.

Temperatūras iedarbība. Karsējot vilnu pie 130 °C, tā dzeltē, sāk izdalīties amonjaks, >140 °C arī sērūdeņradis. Īslaicīgi iztur augstākas temperatūras. Pie 170—180 °C vilna sāk jūtami sadalīties jau 1 minūtē; tas jāievēro, stabilizējot vilnas-lavsāna un vilnas-nitrona audumus un trikotāžu.

Dabiskais zīds ir termiski izturīgāks (līdz 170 °C).

Ūdens un tvaiks virs 100 °C var sašķelt zināmu daļu amīdsaišu un pazemināt šķiedru izturību (3 h ilga vilnas apstrāde ar tvaiku pie 100 °C pazemina šķiedru izturību par

18%). Pie tam ūdens iedarbība ir spēcīgāka nekā tvaika iedarbība.

Sericīns jeb zīda līme pārklāj fibroīna pavedienus cietas, grumbuļainas kārtiņas veidā. Tā ir amorfa olbaltumviela bez šķiedrainas struktūras, kas šķīst ūdenī.

Olbaltumvielu šķiedras ir higroskopiskas un to apģērbi — higiēniski. Šķiedras labi nokrāsojamas, elastīgas, to izstrādājumi maz burzās. Vilnai ir labas siltumizolācijas spējas. Termiski šķiedras nav sevišķi izturīgas. Organiskajos šķīdinātājos nešķīst. Ķīmiskā izturība neliela — sevišķi viegli tās sadala sārmi, arī oksidētāji un reducētāji; skābjizturība lielāka.

Ar vilnu konkurē sintētiskās vilnas šķiedras (lavsāns, nitrons), kuras ražo jau 3 reizes vairāk nekā vilnu. Tomēr tās ir hidrofobas, sliktāk nokrāsojamas, to izstrādājumi mazāk higiēniski, cietāki pēc taustes un stipri elektrizējas. Lai izstrādājumiem būtu abu šķiedru labākās īpašības, tos ražo no sintētiskās vilnas kompozīcijā ar aitu vilnu.

Grūti atrast arī dabiskā zīda aizstājēju, kura audumi būtu tikpat mīksti, neburzīgi, viegli, skaisti, ar labu kritumu, izturīgi un higiēniski.

MĀKSLĪGĀS ŠĶIEDRAS

Mākslīgās šķiedras ir ķīmiskās šķiedras, ko ražo no dabiskiem polimēriem, galvenokārt ķīmiski pārstrādājot koksnes celulozi. Mākslīgās šķiedras iedala hidrātcelulozes (viskozes un vara amonjaka) un celulozes acetātu šķiedrās. Nozīmīgākās no tām ir viskozes šķiedras, kas veido 90% mākslīgo šķiedru pasaules produkcijas. Acetātšķiedras ražo 10 reižu mazāk nekā viskozes šķiedras, bet vara amonjaka šķiedrām drīz būs vairs tikai vēsturiska nozīme.

Pasaules ķīmisko šķiedru kopprodukcijā mākslīgās šķiedras ir $\sim 1/4$, Padomju Savienības — $1/2$ (4. tab.). Galvenās mākslīgo šķiedru ražotājas ir PSRS, ASV, Japāna un Anglija.

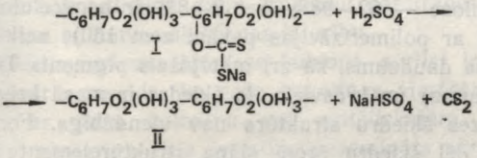
Hidrātcelulozes šķiedras

Viskozes šķiedras ir vecākās (1905. g.) un līdz 1975. g. visvairāk ražotās ķīmiskās šķiedras. No 1960. g. ļoti strauji attīstījās sintētisko šķiedru rūpniecība, tāpēc tagad pirmo

vietu ieņem poliesteru šķiedras, otro — poliamīdu un tikai trešo — viskozes šķiedras.

Viskozes šķiedras tomēr nav zaudējušas savu nozīmi. Atšķirībā no sintētiskajām šķiedrām tās ir hidrofilas, viegli nokrāsojamas, labi uzsūc mitrumu un neelektrizējas. Turklāt viskozes štāpeļšķiedras ir vislētākās tekstilšķiedras un koksnes celulozes krājumi nepārtraukti atjaunojas atšķirībā no sintētisko šķiedru izejvielām — naftas, dabasgāzēm un akmeņoglēm. Viskozes šķiedru ražošana relatīvi samazinājusies šī procesa kaitīguma (CS_2), kā arī celulozes nepietiekamības dēļ.

Iegūšana. Viskozes šķiedras formē no celulozes ksantogenāta šķīduma atšķaidītā sārmā ar slapjo paņēmienu. Šķīdumu izspiež caur filjeru sīku strūkliņu veidā vannā ar skābes un sāļu šķīdumu, kur ksantogenāts (I) koagulē un sadalās par celulozi (II), kura izgulsnējoties veido jēlpavedienus. Tos uztin spolē, stiepj, lai orientētu struktūrelementus,



4. tabula

Pārmaiņas tekstilšķiedru pasaules produkcijas struktūrā

Gadi	Tekstilšķiedru kopprodukcija, tūkst. t	Šķiedru veidi, tūkst. t un % no kopprodukcijas					
		dabiskās		mākslīgās		sintētiskās	
		tūkst. t	%	tūkst. t	%	tūkst. t	%
1913	6 483	6 471	99,8	12	0,2	—	—
1940	9 552	8 422	88,2	1127,5	11,8	2,5	0,02
1960	14 967	11 607	77,7	2656	17,6	704	4,7
1970	21 561	13 425	62,4	3436	15,8	4 700	21,8
1980	29 505	15 774	53,5	3244	11,0	10 487	35,5
1983	30 301	16 186	53,4	3013	10,0	11 102	36,6
PSRS							
1980	4 719	3 560	75,5	609	12,9	550	11,6
1983				645		708	

12

Matētu viskozes šķiedru šķērsgriezuma mikrofoto

mazgā, lai atdalītu blakusproduktus, balina, eļļo un žāvē. Ražo štāpeļšķiedras (72%) un kompleksos pavedienus (28%).

Sastāvs, uzbūve. Viskozes šķiedru galvenā sastāvdaļa ir hidrātceluloze — 92—98%, bet 2—8% ir hemicelulozes (polisaharīdi ar polimerizācijas pakāpi zem 150), neliels sveķu un lignīna daudzums, kā arī matējošais pigments TiO_2 (mazina spīdumu) un krāsviela, ja šķiedra ir masā krāsota.

Viskozes šķiedru struktūra nav viendabīga. Formēšanas apstākļu dēļ šķiedru ārējā slāņa struktūrelementu orientācijas pakāpe un blīvums ir ievērojami lielāks nekā iekšējam slānim un šķiedras šķērsgriezumā ir nevis apaļas, bet izrobotas (12. att.).

Īpašības, lietošana. Viskozes šķiedru hidrātceluloze ir celulozes stuktūrmodifikācija ar neblīvāku, neviendabīgāku, mazāk sakārtotu un orientētu struktūru un mazāku polimerizācijas pakāpi (300—450). Tāpēc tā ir higroskopiskāka (12—13%), vairāk uzbriest ūdenī un mitrā stāvoklī zaudē pusi mehāniskās izturības, tai piemīt lielāka reakcijas un sorbcijas spēja nekā kokvilnas celulozei, tā ātrāk un dziļāk, bet nevienmērīgāk nokrāsojas. Šīs hidrātcelulozes struktūras un īpašību īpatnības jāņem vērā krāsošanā un citos apdares procesos, tie jārealizē maigākos apstākļos nekā kokvilnas gadījumā.

Viskozes šķiedru trūkšanas izturība ir 320—370 N/mm^2, trūkšanas pagarinājums — 15—23%. Šķiedras maz elastīgas, tāpēc to audumi stipri burzās. Mitruma uzsūkšanas spējas un higiēniskuma dēļ viskozes šķiedras no visām ķīmiskajām šķiedrām ir piemērotākās plaša patēriņa tekstil-

izstrādājumu (kleitu, virskreklu, bērnu apģērbu, oderu, korsešu, dekoratīvo audumu, triko veļas u. c.) ražošanai.

Pēdējos 15—20 gados daudzās zemēs izstrādā paņēmienus, pēc kuriem ražot viskozes šķiedras ar uzlabotām īpašībām (polinozās un lielmoduļa šķiedras).

Polinozās šķiedras ir viskozes štāpeļšķiedru paveids, kas atšķiras ar lielāku šķiedras struktūrelementu sakārtotības pakāpi un viendabīgāku struktūru pa visu šķērsgriezuma laukumu. Tāpēc šīs šķiedras ir izturīgākas (500—600 N/mm^2), mazāk zaudē izturību mitrā stāvoklī, mazāks ir to pārtrūkšanas pagarinājums, tās mazāk saraujas ekspluatācijas apstākļos. Pēc īpašībām polinozās šķiedras līdzīgas kokvilnai. Tās ir ievērojami sārmizturīgākas nekā viskozes šķiedras, tāpēc kokvilnas-polinozo šķiedru audumus var merserizēt. Īpašību maiņu panāk, par izejvielu lietojot celulozi ar augstāku polimerizācijas pakāpi un palēninot celulozes ksantogenāta koagulāciju un sadalīšanos šķiedru formēšanas procesā.

Jāpiebilst gan, ka polinozajām šķiedrām piemīt zināms trauslums, kas palielina dziju trūkšanu pārstrādes procesos un pazemina audumu valkāšanas izturību.

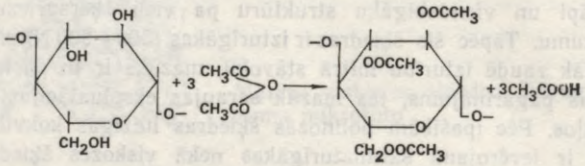
Lielmoduļa viskozes šķiedras (siblons, avrils) ir otrs viskozes šķiedru paveids, ko ražo kokvilnas aizstāšanai kompozīcijās ar pašu kokvilnu vai sintētiskajām šķiedrām. Šķiedrām raksturīga liela izturība, pazeminināts pārtrūkšanas pagarinājums un lielāks elastības modulis, tādēļ tās grūtāk deformējamas nekā parastās viskozes šķiedras, bet tām ir mazāka sārmizturība. Lai samazinātu dziju stingumu, šķiedras pirms vērpšanas gofrē. Cirtainās šķiedras izmanto augstas kvalitātes virskreklu, blūžu, kleitu, galdautu, palagu audumu un trikotāžas ražošanai. Piecgadē Padomju Savienībā paredzēts palielināt viskozes šķiedru, galvenokārt cirtoto lielmoduļa viskozes šķiedru (siblona) produkcijas izlaidi par 25%.

Vara amonjaka šķiedras ražo maz. Tās iegūst no celulozes šķīduma kompleksā vara tetramīnhidroksīda $[Cu(NH_3)_4]$ $(OH)_2$ šķīdumā ar slapjo paņēmienu. Izveidojas hidrātcelulozes šķiedras, kas no viskozes šķiedrām atšķiras ar viendabīgāku struktūru, elementārpavedienu lielāku smalkumu un mazāku izturības samazināšanos mitrā stāvoklī, kā arī mazāk kaitīgu ražošanas procesu. Ražošanu ierobežo nepilnīga vara reģenerēšanas iespēja un šķiedru formēšanas un apdares iekārtu mazais ražīgums.

Celulozes acetātu šķiedras

Acetātšķiedras ir mākslīgās šķiedras, ko iegūst no celulozes etiķskābes esteriem jeb celulozes acetātiem.

Iegūšana. Celulozi esterificē ar etiķskābes anhidrīdu katalizatora klātbūtnē. Rodas triacetāts:



To daļēji pārziepojot, iegūst diacetātu.

Pēc izejvielas izšķir diacetātšķiedras un triacetātšķiedras. Tās izgatavo ar sauso paņēmienu. Celulozes diacetātu šķīdina acetona un spirta, triacetātu — metilēnhlorīda un spirta maisījumā. No iegūtā šķīduma formē šķiedras šahtā ar karstu gaisu. Šķīdinātājam iztvaikojot no šķīduma strūkliņām, veidojas pavedieni. Tos ieeļļo un uztin. Šķīdinātāju reģenerē. Acetātšķiedru virsma ir gludāka un struktūra viendabīgāka nekā viskozes šķiedrām.

Acetātšķiedras ražo komplekso pavedienu un triacetātšķiedras — arī tilpumpavedienu un štāpeļšķiedru veidā.

Īpašības. Atšķirībā no citām celulozes šķiedrām acetātšķiedras to makromolekulā ietilpstošo acetilgrupu —$COCH_3$ dēļ ir mazāk higroskopiskas (3—6,5%), mazāk uzbriest ūdenī, mazāk zaudē izturību slapjā stāvoklī (30—40%) un ātrāk žūst nekā viskozes šķiedras. Šķiedras ir elastīgākas un to izstrādājumi mazāk burzās. Trūkšanas izturība neliela — 130—180 N/mm^2, trūkšanas pagarinājums 16—30%. Acetātšķiedras ķīmiski nav visai izturīgas. Atšķaidīti sārmi un skābes, it īpaši pie paaugstinātas t°, celulozes etiķskābes esterus pārziepo, bet koncentrētākas skābes tos arī hidrolītiski sadala. Šķiedras ir jutīgas pret stipru oksidētāju iedarbību.

Pēc vairākām īpašībām acetātšķiedras ir līdzīgas sintētiskajām šķiedrām. Tās ir termoplastiskas, tāpēc sevišķi triacetātšķiedru audumi un trikotāža labi termofiksējami un plisējami, maz burzās, bet stipri elektrizējas. Acetātšķiedru izstrādājumi netrūd, šķīst vairākos organiskos šķīdinātājos (acetonā, metilēnhlorīdā, tetrahloretānā, ledus etiķskābē), diacetātšķiedras bez tam stipri uzbriest benzolā, trihloreti-

lēnā, metil- un etilspirtā. Traipi jātīra ar benzīnu, var lietot arī tetrahloroglekli, tetrahloretilēnu, benzolu.

Diacetātšķiedru siltumizturība nav augsta. Pie 140—150 °C sākas to deformēšanās, tāpēc gludināt izstrādājumus vēlams pie 115—120 °C; termiska sadalīšanās sākas virs 170 °C. Termofiksētas triacetātšķiedras sāk sadalīties tikai virs 220 °C, salīp pie 240—250 °C; tās iztur gludināšanu pie t° līdz 210 °C. Triacetātšķiedras ir arī samērā gaismizturīgas.

Acetātšķiedru galvenie trūkumi ir neliela trūkšanas un berzes izturība; bez tam diacetātšķiedrām ir neliela gaismizturība, triacetātšķiedrām — zināms cietums un stingums pēc taustes, arī mazs higroskopiskums (2,5—4%). Šie trūkumi ierobežo acetātšķiedru ražošanu, kaut arī to kompleksie pavedieni ir lētāki par viskozes pavedieniem un ražošanas process vienkāršāks un mazāk kaitīgs.

Acetātšķiedru pasaules produkcija nav liela, un tā samazinās celulozes dārdzības un sintētisko šķiedru konkurences dēļ.

Lietošana. Acetātšķiedras atsevišķi un kompozīcijā ar citām šķiedrām izmanto zīda tipa kleitu, blūžu, arī oderu, dekoratīvo u. c. audumu un triko apģērbu un veļas ražošanai.

Stikla šķiedras

Stikla šķiedras iegūst no izkausēta stikla. Ļoti smalki pavedieni (∅ 3—11 μm) ir pietiekami elastīgi un ļoti izturīgi.

Samērā rupjus un trauslus stikla pavedienus prata iegūt jau senie ēģiptieši pirms vairākiem gadu tūkstošiem.

Plašāka stikla šķiedru ražošana sākās tikai šī gadsimta trīsdesmitajos gados, kad izstrādāja piemērotas un pietiekami augstražīgas iekārtas stikla šķiedru formēšanai (PSRS kopš 1943. g.). Šīs rūpniecības nozares strauju attīstību nodrošināja pieejamas un lētas galvenās izejvielas — tīras smiltis un kaļķakmens, dolomīts vai krīts. Nepieciešamas piedevas ir kaolīns (baltie māli) un borskābe. Šķiedru ražošanas tehnoloģiskais process ir īss un samērā vienkāršs: izejvielu sagatavošana, stikla kausējuma iegūšana (stikla vārīšana) un šķiedru formēšana. Šķiedras ražo komplekso pavedienu un īsšķiedru veidā. To iegūšanas paņēmieni,

sastāvs, īpašības un lietojums ir dažādi. Tekstilrūpniecībā izmanto tikai kompleksos pavedienus.

Iegūšana. Kompleksos pavedienus parasti ražo no bezsārma alumoborsilikātu stikla. Sārmu metālu (Na un K) oksīdu saturs šajā stiklā ir <2%, jo tie palielina stikla elektrovadītspēju, kā arī, ar laiku izšķīstot, izraisa šķiedru pakāpenisku sabrukšanu.

Pavedienus formē ar filjeru paņēmienu speciālā iekārtā no izkausētas stikla masas. Elementārpavedienu ∅ 3—11 μm.

Stikla īsšķiedras iegūst no bezbora stikla, kas satur arī līdz 15% nātrija oksīda, jo palielināta šķiedru šķīdība ūdenī un zemāka mehāniskā izturība šajā gadījumā mazāk svarīga.

Īsšķiedras ražo, izstiepjot un saraustot izkausēta stikla strūkliņas ar pārkarsētu tvaiku, karstu saspiestu gaisu vai dūmgāzēm. Izveidotās šķiedras (∅ 3—30 μm, garums 5—40 cm) formēšanas šahtā apsmidzina ar saistvielu, lai tās pēc nosēšanās uz transportlentes salīmētos. Iegūst materiālu ar tilpumsvaru 25—120 kg/m^3 dažāda biezuma plākšņu vai satīta šķiedru paklāja veidā, ko izmanto kā siltum-, skaņas, elektroizolācijas vai filtrēšanas materiālu. Ja vajadzīgas ultrasmalkas šķiedras (∅ <3 μm), formēšanu izdara divās pakāpēs.

Īpašības un lietošana. Izcilākās stikla šķiedru īpašības ir to ārkārtīgā mehāniskā, termiskā un bioloģiskā izturība, nedegamība, hidrofobums, liela siltum-, skaņas un elektroizolācijas spēja; apmierinoša arī to ķīmiskā izturība.

Stikla komplekso pavedienu trūkšanas izturība sasniedz 3000—5000 N/mm^2. Pavedienus kā tādus vai audumu, lenšu, reizēm arī kūļa veidā (rovings) lieto dažādās tehnikas nozarēs, visvairāk stiklplastu ražošanai.

Stikla pavedieni un audumi nedeg un nezaudē mehānisko izturību līdz 300 °C. No tiem gatavo nedegošus aizkarus, skatuvju priekškarus, portjeras, brezentus, ugunsdzēsības segas, abažūrus. No aluminizētiem stikla pavedienu audumiem rūpnīcu krāšņu remontstrādniekiem un ugunsdzēsējiem izgatavo speciālus tērpus, jo tie atstaro lielāko daļu uz tiem krītošo siltumstaru. No kompleksajiem pavedieniem izgatavo siltumizolācijas lentes un audumus, transportlentes darbam augstā temperatūrā un elektroizolācijas materiālus visām atbildīgākajām elektroiekārtām.

Termiski izturīgos stikla šķiedru filtrus lieto daudzu karstu gāzu filtrēšanai metalurģijā, ķīmiskajā un naftas pār-

strādes rūpniecībā, arī gaisa kondicionēšanas iekārtās, bet ultrasmalkās šķiedras — ārkārtīgi sīku daļiņu atfiltrēšanai.

Alumoborsilikātu un bezbora stikla šķiedru skābj- un sārmizturība nav liela. Tā kā stikla šķiedrām raksturīga ārkārtīgi liela virsma, agresīvās vidēs tās sadalās daudz ātrāk nekā masīvs stikls. Pēc 3 h vārīšanas 2n NaOH šķīdumā izšķīst 41,3% alumoborsilikāta un 84,5% bezbora šķiedru, bet 2n sērskābē — 46% alumoborsilikāta un 8,1% bezbora šķiedru. Agresīvi iedarbojas arī 2n sālsskābe un etiķskābe, sevišķi uz alumoborsilikāta šķiedrām. Ortofosforskābe un fluorūdeņražskābe sadala visas stikla šķiedras.

No stikla pavedieniem, kas satur daudz svina, bārija u. c. smago metālu oksīdu, izgatavo tērpus un aizkarus, kuri aizsargā pret rentgena un kodolstarojumiem.

Parastos apģērbu audumus no stikla pavedieniem negatavo. Šie pavedieni tomēr ir relatīvi trausli, salūzuši tie rada diskomforta sajūtu. Audumi arī mazelastīgi, stingi un nehigiēniski.

SINTĒTISKĀS ŠĶIEDRAS

Par sintētiskajām sauc šķiedras, ko iegūst no sintētiskajiem polimēriem. To dažādība dod iespēju iegūt šķiedras ar jaunām specifiskām īpašībām, kādu nav dabiskajām šķiedrām.

Sintētiskās šķiedras ir visjaunākā tekstilšķiedru grupa. To ražošana sākās periodā no 1938. gada līdz 1960. gadam un sevišķi strauji attīstījās pēc 1960. g. (4. tab.). 1983. g. sintētiskās šķiedras jau veidoja 36,6% tekstilšķiedru pasaules produkcijas, ieņemdamas otro vietu tūlīt aiz kokvilnas (48,3%). Tekstilšķiedru kopprodukciju palielina galvenokārt sintētiskās šķiedras, jo dabisko šķiedru ražošanas apjoms jau tuvojas savai robežai un mākslīgo šķiedru ražošana arī nepaplašinās.

PSRS vairāk nekā jebkurā citā valstī iegūst dabiskās (22,5%) un mākslīgās šķiedras (18,7% no pasaules produkcijas), ar ko izskaidrojams mazāks sintētisko šķiedru ražošanas apjoms. Šajā nozarē PSRS ieņem tikai ceturto vietu (aiz ASV, Japānas un VFR). Turpmāk paredzēts sevišķi attīstīt poliesteru komplekso tekstilpavedienu un kaprona tehnisko pavedienu ražošanu.

Sintētisko šķiedru rūpniecības straujo attīstību nosaka ekonomiski apsvērumi (lētās izejvielas — dabasgāzes,

naftas pārstrādes un naftas atradņu gāzes) un šķiedru izcilās un specifiskās īpašības: sevišķa mehāniskā, bioloģiskā un nodilumizturība, elastība, neburzīgums, daudzos gadījumos arī ķīmiskā, termiskā un gaismizturība, mazāks blīvums nekā dabiskajām un mākslīgajām šķiedrām. Tāpēc to izstrādājumi kalpo ilgāk un to izgatavošanai vajag mazāk izejvielas (pēc svara).

Sintētiskās šķiedras savu izcilo īpašību dēļ nomainījušas dabiskās un mākslīgās šķiedras visās galvenajās tehnikas nozarēs: riepu korda, transportlenšu u. c. gumijas tehnisko izstrādājumu, armēto polimēro materiālu, filtraudumu, dažu elektroizolācijas materiālu, zvejas tīklu un piederumu, tauvu u. c. ražošanā. Šiem nolūkiem Padomju Savienībā izmanto apmēram pusi sintētisko šķiedru kopprodukcijas. Pārējo patērē apģērbu, arī dekoratīvo un mēbeļu audumu, paklāju, segu, aizkaru u. c. plaša patēriņa tekstilizstrādājumu ražošanai.

Ir trīs visnozīmīgākās un vairāk ražotās sintētisko šķiedru grupas: poliesteru (50,2%), poliamīdu (28,6%) un poliakrilnitrila (20,1%) šķiedras. 1983. g. tās bija 98,9% sintētisko šķiedru pasaules produkcijas (11,10 milj. t), neieskaitot polioleīnu šķiedras (1,27 milj. t. gadā), kas ieņem 4. vietu. Visstraujāk attīstās poliesteru un polipropilēna šķiedru rūpniecība.

Poliamīdu un poliesteru šķiedru cilindriskā forma, gludā stiklveida virsma un nelielais higroskopiskums ierobežo to izmantošanu plaša patēriņa tekstilizstrādājumu ražošanai. Šie izstrādājumi ir ar pazeminātu segtspēju un sliktu drapējamību, viegli irst. Ekspluatācijas īpašības ievērojami uzlabojas pēc komplekso pavedienu struktūras mainīšanas jeb teksturēšanas. Pavedienus pēc tam sauc par teksturētajiem jeb tilpumpavedieniem. Mainīt struktūru ļauj sintētisko pavedienu termoplastiskums un jaunās struktūras stabilitāte pēc termofiksācijas. Teksturētie pavedieni atšķiras ar elementārpavedienu cirtainību un tādēļ irdenu, porainu struktūru un palielinātu īpatnējo tilpumu (1 g tilpums cm^3), daudzos gadījumos arī ar lielu (>100%) vai palielinātu (10—40%) elastīgo stiepjamību, iztaisnojot fiksēto cirtojumu.

Teksturē galvenokārt poliamīdu un poliesteru kompleksos pavedienus, noderīgi arī citi termoplastiski sintētiskie pavedieni. Teksturēšanas paņēmieni ir dažādi. Pēc īpašībām un iegūšanas paņēmiena teksturētos pavedienus iedala vairākās grupās: elastīgos, cirtainos, cilpainos, kombinētos un div-

5. tabula

Teksturēto komplekso pavedienu galvenie veidi, to īpašību un iegūšanas paņēmienu raksturojums

Teksturēto pavedienu veids	Svarīgākās īpašības	Iegūšanas paņēmiens
1. Stipri izstiepjamie (elastiks, helanka u. c.)	Spirālveida cirtojums, palielināts īpatnējais tilpums, liela atgriezeniskā stiepjamība (>100%)	Stipra sagrodošana, grodojuma termofiksēšana, atgrodošana, divu pretēja virziena grodojuma pavedienu sašķeterēšana
2. Mazizstiepjamie (melāns, merons, belāns, krimplēns u. c.)	Spirālveida cirtojums, palielināts īpatnējais tilpums, neliela atgriezeniskā stiepjamība (10—40%)	Kā pirmajā gadījumā, bet seko daļēji izstiepta pavediena otrreizēja termofiksācija
3. Cirtotie (gofrons, banlons, anilons, adžilons, nožilons u. c.)	Sinusoidāls vai zāģveida cirtojums, palielināts īpatnējais tilpums un stiepjamība	Gofrēšana vai gofrēšana preskamerā; vilkšana pār asu šķautni; termofiksētas trikotāžas izārdīšana
4. Cilpotie (aerons, taslāns u. c.)	Cilpaina struktūra, palielināts īpatnējais tilpums, parastā stiepjamība	Cilpainas struktūras iegūšana saspiesta gaisa strūklā, kurā pavedienu padod ātrāk nekā aizvada
5. Profilētie (šelons, trilobals u. c.)	Irdenāka struktūra, parastā stiepjamība	Pavedienu formēšana caur filjerām ar speciāli profilētiem caurumiņiem
6. Divkomponentu	Cirtojums, palielināts īpatnējais tilpums un stiepjamība	Formēšana ar speciālām filjerām no diviem polimēriem ar dažādām īpašībām (dažādu saraušanās spēju)
7. Kombinētie	Atkarīgas no savienojamo pavedienu īpašībām	Šķeterēšanas-grodošanas mašīnās savieno dažādus teksturētos pavedienus vai teksturētu un parasto pavedienu. Pneimoteksturēšana

Daži filjeru atvēruma veidi (*1*) profilētu šķiedru (*2*) iegūšanai (*I*); divkomponentu šķiedru šķērsgriezumi un filjeras to formēšanai (*II*)

komponentu pavedienos (5. tab.). Nereti pie teksturētajiem pavedieniem pieskaita arī profilētos pavedienus (13. att.).

Teksturētiem pavedieniem līdzīgas īpašības ir tilpumdzijai, kuru iegūst no ķīmisko štāpeļšķiedru maisījuma ar dažādu saraušanās spēju. Termiski apstrādājot (tvaicēšanas kamerā) šādas šķeterēs pārtītas dažādšķiedru dzijas, viena komponenta šķiedras saraujas par 20—30% un izloka un sacirto ar tām saistītās otra komponenta šķiedras, kuras nesaraujas. Izveidojas dzija ar lielu īpatnējo tilpumu, mīkstāka un pūkaināka nekā parastās dzijas.

Teksturēto pavedienu un tilpumdziju izstrādājumi ir poraināki, higiēniskāki (gaisa caurlaidīgāki, labāka mitruma pārnese), vieglāki, mīkstāki, ar labāku siltumizolācijas spēju, drapējamību un segtspēju, mazāk irstoši. Tāpēc teksturē >1/4 no sintētisko šķiedru kopprodukcijas.

Maz izstiepjamos teksturētos pavedienus izmanto triko apģērbu, zeķu, arī mēbeļu, dekoratīvo, kleitu u. c. audumu, paklāju, segu, mākslīgo kažokādu izgatavošanai. No elastika izgatavo dažādas zeķes, peldkostīmus, dažus sporta apģērbus un ķirurģiskas bandāžas, kam labi jāpiegulē augumam.

Heteroķēdes polimēru šķiedras

Poliamīdu (PA) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst no poliamīdiem: 1) poli-ε-kaproamīda

$$H_2N-(CH_2)_5-CO-\left[NH-(CH_2)_5-CO\right]_n-NH-(CH_2)_5-COOH; \quad n = 150-200$$

vai 2) poliheksametilēnadipamīda

$$H\left[NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO\right]_m OH; \quad m = 60-100$$

Pirmajā gadījumā iegūst kaprona, otrajā — anīda jeb neilona šķiedras. To īpašības apmēram vienādas.

Iegūšana. Šķiedras formē no izkausēta PA šahtā ar augstu gaisu, kur caur filjeru izplūstošās polimēra strūkliņas atdziest un sastingst par pavedieniem. Jēlpavedienus eļļo, izstiepj, sagrodo, mazgā, žāvē, pārtin, eļļo, grodo.

Kaprona šķiedras ražo komplekso tekstil- un tehnisko pavedienu, arī štāpeļšķiedru, monopavedienu un saru veidā. Daļu tekstilpavedienu teksturē (elastiks, merons, gofrons) (5. tab.), arī profilē (šelons, trilobals). Padomju Savienībā iegūst arī nedaudz anīda šķiedras. PA šķiedras ir mūsu valstī visvairāk ražotās sintētiskās šķiedras.

Īpašības. Poliamīdos, tāpat kā šķiedru olbaltumvielās, elementārvienības ir saistītas ar amīdsaitēm —CONH—, PA tāpat ir amfotēri HOOC—Kapr—NH_2, tikai —COOH un —NH_2 grupu tajos ir daudz mazāk. Bet PA makromolekulas nav sazarotas, tām raksturīga liela orientācijas un sakārtotības pakāpe un blīva struktūra. Tāpēc PA šķiedras ir mehāniski un ķīmiski izturīgākas nekā vilna.

PA šķiedrām ir izcila berzes un triecienizturība, liela trūkšanas izturība — 410—860 N/mm² un elastība, uz tām neiedarbojas mikroorganismi, tās netrūd. Šķiedras ir termoplastiskas. Kaprons kūst pie 214—215 °C. Izstrādājumi pēc termofiksācijas ir neburzīgi, labi saglabā izmērus un formu. Termiskā, ķīmiskā un fotoķīmiskā izturība viduvēja. Izturības pazemināšanās sākas jau pie 100 °C. Virs 150 °C šķiedras sāk dzeltēt, jo notiek termooksidatīva destrukcija ar gaisa skābekli. Gaismizturība (—NH— grupu dēļ) zemāka nekā citām sintētiskajām šķiedrām. Neizturīgas pret skābju un oksidētāju, arī ķīmisko balinātāju iedarbību. Šķīst minerālskābēs un skudrskābē, pamazām hidrolītiski sadaloties amīdsaišu vietās. Pret sārmu iedarbību samērā izturīgas. Higroskopiskums neliels (4,5%), tomēr lielāks nekā citām sintētiskajām šķiedrām, tāpēc samērā labi nokrāsojamas. Stipri elektrizējas. Šķiedrām mazs elastības modulis.

PA šķiedrām ir vislielākā berzes izturība. Kaprona pavedieni līdz satrūkšanai iztur 1528—2172 berzējošā diska

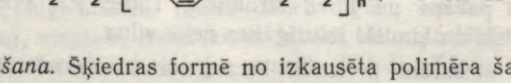
ciklus, bet lavsāna — 1230—1310, nitrona — tikai 152—200, viskozes — 125—450 un celulozes triacetāta — 30—160.

Lietošana. No PA šķiedrām izgatavo ļoti izturīgas zeķes, paklājus, sintētiskās kažokādas, sporta jakas, dažādas lentes, arī mēbeļu audumus. Formas tērpu, spectērpu un citu apģērbu audumu, trikotāžas izstrādājumu, mežģīņu izgatavošanai PA šķiedras lieto kopā ar citām šķiedrām.

PA šķiedras ir arī svarīga izejviela gumijas tehnisko izstrādājumu — riepu, transportlenšu, šļūteņu, ķīļsiksnu u. c., arī zvejas tīklu, tauvu, virvju, drošības jostu, suku ražošanai.

PA šķiedras ražo ar dažādiem nosaukumiem, piemēram, polikaproamīda šķiedras: kaprons (PSRS), neilons 6, kaprolāns (ASV), amilāns, kanebo neilons (Japāna), perlons (VFR), dederons (VDR), lilions, neilons (Itālija), silons (ČSSR), stilons, polana (PTR); poliheksametilēnadipamīda šķiedras — anīds (PSRS), neilons 66 (ASV, Anglija), rodia neilons (VFR) u. c.

Poliesteru (PES) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst galvenokārt no polietilēntereftalāta



Iegūšana. Šķiedras formē no izkausēta polimēra šahtā ar aukstu gaisu. Izformēto jēlpavedienu eļļo un izstiepj. Kompleksos pavedienus visbiežāk teksturē, termofiksē, grodo, sašķeterē, pārtin. Štāpeļšķiedru ražošanai izstiepto elementārpavedienu grīsti gofrē starp zobainām virsmām, cirtojumu termofiksē, pēc tam pavedienus sagriež vajadzīgā garuma šķiedrās.

Īpašības. PES šķiedras ir vislielākajos daudzumos ražotās sintētiskās šķiedras. Tās ir lētas (lētākas nekā vilna un kokvilna) un tām piemīt izcilu īpašību komplekss: liela mehāniskā izturība — 560—930 N/mm^2 un elastība, triecienizturība un termiskā izturība. (PES šķiedru ilgstoša darba t° sasniedz 120—130 °C, īslaicīga — 175 °C), ievērojama gaismizturība, izturība pret mikroorganismu un kožu iedarbību, neburzīgums, izstrādājumu formas un izmēru stabilitāte pēc termofiksācijas. Arī ķīmiski PES šķiedras ievērojami izturīgākas nekā PA šķiedras, sevišķi pret skābju un balinošo aģentu iedarbību. Atšķaidītas skābes, piemēram,

15% sērskābe, tās nesadala pat pie viršanas t°, 60% sērskābe — līdz 60 °C. Šķiedru sārmizturība mazāka, sevišķi pie paaugstinātas t°. Tomēr kokvilnas-lavsāna dažādšķiedru audumi iztur merserizāciju vai krāsošanu ar kublu krāsvielām sārmainā vidē, bet sadalās, audumu vārot sārma šķīdumā spiedienaparātā. PES pakāpeniski hidrolītiski sadala arī ūdens tvaiks, sevišķi spiedienaparātos. Šķiedras nešķīst parastajos organiskajos šķīdinātājos. Zemāka nekā PA šķiedrām ir vienīgi PES šķiedru berzes izturība un izturība pret daudzkārtēju locīšanu.

Šķiedru higroskopiskums ļoti neliels — 0,4%, šķiedru struktūra blīva, kristāliskuma pakāpe 30—70%, mikroporu izmēri nelieli, tāpēc tās grūti nokrāsojamas; stipri elektrizējas.

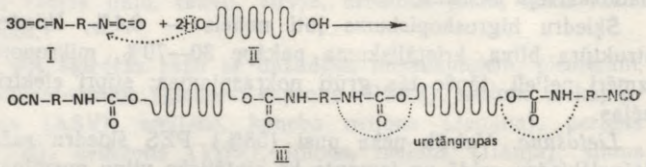
Lietošana. Vairāk nekā pusi (58%) PES šķiedru ražo štāpeļšķiedru veidā un izmanto kā sintētisko vilnu pusvilnas kleitu, kostīmu, mēteļu audumu, triko apģērbu un sintētisko kažokādu izgatavošanai. Zināmu daudzumu šķiedru izmanto arī kokvilnas un linu rūpniecībā, lai palielinātu kleitu, virskreklu, palagu u. c. audumu mehānisko izturību un neburzīgumu. No PES vai PES-viskozes dzijām izgatavo aizkarus un tila izstrādājumus. Ražo arī PES vai dažādšķiedru neaustos materiālus, filtrus, blīves, paklāju pamatnes u. c. PES komplekso pavedienu lielāko daļu teksturē (melāns, belāns, krimplēns), arī profilē un izmanto zīda un vilnas veida kleitu un kostīmu audumu, triko apģērbu, sporta tērpu, arī mežģīņu u. c. izgatavošanai. No rupjiem teksturētiem pavedieniem ražo paklājus, mēbeļu un dekoratīvos audumus. No tehniskajiem pavedieniem izgatavo gumijas tehniskos izstrādājumus, filtrmateriālus, buru audeklus, brezentus, elektroizolācijas lentes, tehnisko vadmalu u. c. PES sarus lieto papīrmašīnu sietu, suku u. c. izgatavošanai.

PES šķiedrām ir dažādi nosaukumi: lavsāns (PSRS), terilēns (Anglija), dakrons (ASV), tetorons (Japāna), grizutens (VDR), trevira (VFR), tesils (ČSSR), elana (PTR) u. c.

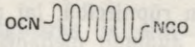
Poliuretāna (PU jeb elastomērās) **šķiedras.** Poliuretāni ir lielmolekulāri savienojumi, kuru makromolekulās ir uretāngrupas —NHCOO—. PU šķiedras (spandeks) ir sintētiskas šķiedras, kuras iegūst no lineāriem blokpolimēriem, kas satur vismaz 85 masas % segmentēta PU elastomēra ar lokaniem amorfiem garķēžu polidiola posmiem. Tie piešķir šķiedrām lielu kaučukveida materiāliem raksturīgu elastību, spēju

pilnīgi atgriezeniski deformēties pie izstiepuma līdz 50% no sākotnējā garuma un trūkšanas pagarinājumu 500—750%.

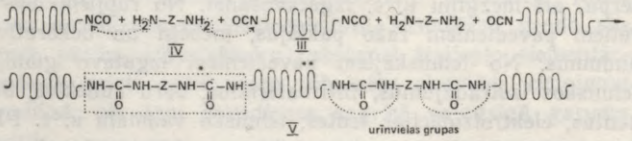
Iegūšana. Šādus PU elastomērus iegūst divpakāpju polikondensācijas procesā. Pirmajā pakāpē no diizocianāta I (difenilmetāna-4,4′-diizocianāta) un polidiola II (poliētera vai poliestera ar hidroksilgrupām galos un Mm ~ 2000 — poliglikola, polietilēnadipināta, polibutilēnadipināta) daudzuma attiecībās 3 : 2 moli rodas oligouretāns — makrodiizocināts III (MDC) ar Mm ~ 5000:



jeb saīsināti



Otrajā pakāpē radušos MDC kondensē ar diamīnu IV (etilēndiamīnu, 1,2-propilēndiamīnu, 1,3-diaminociklohek-sānu), lai pagarinātu virknes. Rodas lineārs segmentēts poliuretānurīnvielas elastomērs V ar Mm 20 000—50 000:



PU blokpolimērā starp stingajiem kristāliskajiem īsķēžu polimēra karkasa mikroblokiem (*) izvietoti lokanie amorfie garķēžu polidiola segmenti (**) ar zemu stiklošanās t° (<50 °C).

Stingie kristāliskie mikrobloki ar augstu stiklošanās t° un stipru starpmolekulāro saistību kavē polimēra tecēšanu, šķiedrmateriālu stiepjot, bet, slodzi noņemot, dod iespēju šķiedrām atgriezties sākotnējā stāvoklī, t. i., sarauties. Lokanie polidiola garķēžu segmenti turpretī piešķir polimēra struktūrai lielu kustīgumu un spēju pārgrupēties mehāniskās un siltuma iedarbības rezultātā, nodrošina lielu mate-

riāla izstiepšanās spēju, jo tie parastajā t° atrodas superelastīgā stāvoklī.

Pavedienu maksimālā izstiepjamība, izstiepšanai nepieciešamais spēks, deformāciju izzušanas ātrums un pilnīgums pēc slodzes noņemšanas u. c. īpašības ir atkarīgas no PU makromolekulu uzbūves: tās segmentu tipa, garuma un sakārtojuma.

PU šķiedras formē galvenokārt (~80%) no polimēra šķīduma ar sauso paņēmienu.

Īpašibas. Savdabīgā struktūra — elastīgie un stingie segmenti polimērā — PU šķiedrām piešķir lielu izturību pret daudzkārtēju izstiepšanu un locīšanu, kā arī ļoti lielu deformāciju atgriezenību. Trūkšanas izturība neliela — 65—135 N/mm². Šķiedras hidrofobas, to kondīcijas mitrums 1,0—1,2%. Termiskā izturība neliela; pie 130 °C sākas šķiedru termiska sadalīšanās — tās sadzeltē, samazinās to elastība un izturība. Ūdens vidē izturība pazeminās pie vēl zemākas t°. Izstrādājumus ieteicams mazgāt un krāsot pie t° līdz 90 °C.

Ķīmiskā izturība viduvēja. Atšķaidītas minerālskābes un sārmi neiedarbojas uz PU šķiedrām tikai pie parastās t°. Hloru saturošie balinātāji pazemina šķiedru mehānisko izturību, izraisa to dzeltēšanu. Sadzeltēšana notiek arī ilgstošā ultravioleto staru iedarbībā.

Parastie organiskie šķīdinātāji uz PU šķiedrām neiedarbojas, karsts cikloheksanons un dimetilformamīds tās šķīdina.

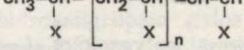
Lietošana. PU šķiedras lieto gumijas pavedienu vietā vairāku priekšrocību dēļ: tās ir 2—4 reizes izturīgākas, ar lielāku deformāciju atgriezenību, 10—20 reižu izturīgākas pret daudzkārtēju locīšanu un izstiepšanu, berzes un ķīmiski izturīgākas, tās lēnāk noveco gaismas un gaisa skābekļa iedarbībā. Turklāt PU šķiedras ir baltas un nokrāsojamas jebkurā krāsā (ar skābajām, arī dispersajām krāsvielām); tām ir mazāks blīvums — 1,0—1,2 g/cm² (gumijai — 1,4).

Izstrādājumu elastīgumu nosaka PU pavedienu daudzums tajos. Piemēram, sporta tērpi, slēpošanas un peldkostīmi satur 10—30% PU pavedienu, ir vidēji elastīgi ar atgriezenisko pagarinājumu līdz 40—50%; elastīgie pārsēji, ortopēdiskās zeķes, korsāžas un tehniskie izstrādājumi satur līdz 50% PU pavedienu, ir ļoti elastīgi ar atgriezenisko pagarinājumu līdz 50—70%.

PU šķiedras ražo ar dažādiem nosaukumiem: likra, spandeks, numa, glospens, vairīns (ASV), poliuretāna pavedieni (PSRS), dorlastāns (VFR), espa, opelons, neolāns (Japāna).

Karboķēdes polimēru šķiedras

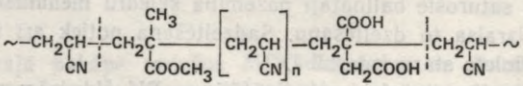
Karboķēdes polimēru šķiedras makromolekulu pamatķēdē satur tikai oglekļa atomus:



No šīs grupas šķiedrām lielākos daudzumos ražo poliakrilnitrila un polipropilēna, nedaudz arī polivinilhlorīda, polivinilspirta u. c. šķiedras, kuru makromolekulās X atbilstoši ir —CN, —CH_3, —Cl, —OH.

Poliakrilnitrila (PAN) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst no akrilnitrila polimēra vai kopolimēriem, kuri satur >85 masas % poliakrilnitrila. Kopolimēru šķiedras ir skāba vai bāziska rakstura, ar mazāk blīvu struktūru, tāpēc mazāk hidrofobas un vieglāk nokrāsojamas.

PSRS ražo akrilnitrila I (92%), metilmetakrilāta II (6,3%) un itakonskābes III (1,7%) kopolimēra šķiedras nitronu ar Mm 40 000—80 000:



I II III

Itakonskābes vietā lieto arī vinilsulfoskābes, jo sulfogrupas ir ķīmiski un termiski izturīgākas nekā karboksilgrupas.

Bāziskā rakstura šķiedras ķīmiski mazāk izturīgas.

Iegūšana. Šķiedras ražo no kopolimēra šķīduma (dimetilformamīdā vai koncentrēta nātrija rodanīda šķīdumā) ar slapjo vai sauso paņēmienu. Izformēto jēlpavedienu grīsti izstiepj, mazgā, eļļo, žāvē, gofrē, termofiksē, sagriež. PAN šķiedras ražo tikai štāpeļšķiedru veidā.

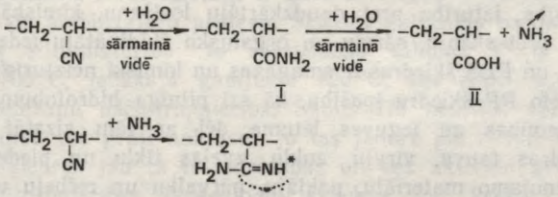
Īpašības. Šķiedras ārēji un pēc vairākām citām īpašībām ir līdzīgas augstvērtīgai aitu vilnai, bet ir lētākas nekā vilna.

PAN šķiedras ir vieglas (1,17 g/cm^3), izturīgas — 304—567 N/mm^2, ar labu siltumizolācijas spēju. Daudzās nitrilgrupas —CN un spēcīgā makromolekulu starpmolekulārā saistība padara šķiedras radiācijas, termiski, gaismas un ārapstākļu izturīgas, pasargā tās no mikroorganismu iedarbības, bet pazemina berzes izturību, kas ir apmēram 10 reižu mazāka nekā PA šķiedrām. PAN šķiedras ir ārapstākļu un

gaismas visizturīgākās šķiedras. Pēc 1 gada ilgas izturēšanas dabiskos apstākļos (Viduseiropas joslā, Štutgartē) tās pilnībā saglabā savu sākotnējo izturību, kamēr citas šķiedras sadalās pilnīgi vai saglabā līdz 50% izturības. PAN šķiedras ir arī termiski izturīgas, sevišķi līdz 150 °C. Īslaicīgi tās var izmantot pie 180 un pat 200 °C. Ilgstoši karsējot virs 200 °C, šķiedras sāk sadalīties un pakāpeniski melnēt, bet to termiskā izturība vienlaikus palielinās līdz 800° un pat 1000 °C; tas saistīts ar PAN iekšmolekulāru ciklizāciju. Šķiedras termoplastiskas, samīkstinās pie ~230 °C; to izstrādājumi pēc termofiksācijas labi saglabā formu, izmērus un ieloces.

Šķiedras nešķīst parastajos organiskajos šķīdinātājos. Šķīst dimetilformamīdā un koncentrētos nātrija rodanīda un cinka hlorīda šķīdumos. Fenols, m-krezols un formalīns šķiedras noārda.

PAN šķiedru skābjizturība laba. Atšķaidītas minerālskābes uz tām neiedarbojas pat pie viršanas t°. Koncentrēta sērskābe šķiedras sadala. Atšķaidīti sārmi, sevišķi pie paaugstinātas t°, pārziepo nitrilgrupas, TM pamazām sadzeltē un pārieť šķīdumā, jo radušies poliakrilamīds (I) un poliakrilskābe (II) ir ūdenī šķīstoši. Sadzeltēšanu izraisa amidīngrupas *.



Šķiedru oksidētāju izturība viduvēja.

Hidrofobuma dēļ PAN šķiedras viegli elektrizējas, to mitruma saistīšanas spēja tikai 1—2,5%.

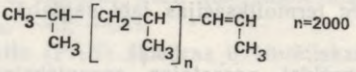
Lietošana. PAN šķiedras izmanto kompozīcijā ar vilnu. Pusvilnas trikotāžas ražošanai (izņemot zeķes un cimdus) tās ir vispiemērotākās sintētiskās šķiedras. Izstrādājumi ir viegli, silti, ar stabiliem izmēriem un formu. Vilnveida trikotāžu ražo arī tikai no PAN šķiedru tilpumdzijas.

PAN šķiedras plaši izmanto arī pusvilnas kleitu, kostīmu, mēteļu, džinsu, apavu u. c. audumu, kā arī segu, guļammaisu, mākslīgo kažokādu, vatelīna ražošanai.

Karbonizējot un grafitējot PAN šķiedras noteiktos apstākļos pie 900—3000 °C, iegūst oglekļa šķiedras, kuru nozīme tehnikā arvien pieaug.

PAN šķiedras ražo ar dažādiem nosaukumiem: nitrons (PSRS), orlons, akrilāns (ASV), kurtels (Anglija), kašmilons, kreslāns (Japāna), volprila (VDR), dralons (VFR) u. c.

Polipropilēna (PP) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst no stereoregulāra izotaktiska polipropilēna



Šķiedrām labus fizikāli mehāniskos rādītājus nodrošina polimēra regulārā struktūra un lielā kristāliskuma pakāpe (60—80%).

Iegūšana. Kompleksos un monopavedienus, kā arī štāpeļšķiedras formē no izkausēta polimēra ar nelielu antioksidanta piedevu. Fibrillētos pavedienus iegūst, orientētas plēves sloksnes fibrillējot ar rotējošu adatainu veltnīti.

Īpašības un lietošana. Pēdējā gadu desmitā PP šķiedru ražošana strauji paplašinās, jo tām piemīt izcilu īpašību komplekss: neliels blīvums (0,91 g/cm^3), liela mehāniskā izturība (līdz 600—800 N/mm^2 tehniskajiem pavedieniem), elastība, izturība pret daudzkārtēju locīšanu, ķīmiskā izturība pret skābju, sārmu un organisko šķīdinātāju iedarbību. (PA un PES šķiedras ir smagākas un ķīmiski neizturīgākas.) Minēto PP šķiedru īpašību, kā arī pilnīga hidrofobuma, netrūdamības un ieguves lētuma dēļ ar tām aizstāj citas šķiedras tauvu, virvju, auklu, zvejas tīklu un piederumu, iesaiņojamo materiālu, paklāju, pārvalku un mēbeļu un dekoratīvo audumu ražošanā. Berzes izturība PP šķiedrām ir zemāka nekā PA šķiedrām.

PP neaustos materiālus izmanto gāzu un šķidrumu filtrēšanai, kā paklāju un mākslīgās ādas pamatni, apģērbu un apavu detaļas (tiem ir laba siltumizolācijas spēja), dublēšanai ar papīru, izgatavojot ūdeni labi uzsūcošus materiālus slimnīcu vajadzībām (sausie palagi un autiņi u. c.).

PP šķiedru galvenie trūkumi ir samērā neliela gaismas un termooksidatīvā izturība, ko gan novērš ar speciālām piedevām (stabilizatoriem, antioksidantiem), zema siltumizturība — pie 100 °C šķiedras atgriezeniski zaudē 40% iztu-

rības un jūtami saraujas, kūst jau pie 160—170 °C, kā arī vāja nokrāsošanās spēja. Ja vajadzīgs, šķiedras krāso masā.

Štāpeļšķiedras kompozīcijā ar dabiskajām vai viskozes šķiedrām izmanto arī apģērbu audumu, triko apģērbu, segu un pat veļas izgatavošanai.

PP šķiedru ražošanas apjoms un lietošanas iespējas arvien paplašinās. Tās ražo ar dažādiem nosaukumiem: polipropilēna šķiedras (PSRS), herkulons (ASV), ulstrens (Anglija), pailens (Japāna), meraklons (Itālija) u. c.

Polivinilhlorīda (PVH) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst no vinilhlorīda $CH_2=CHCl$ polimēra (rovils, movils, tevirons) vai kopolimēriem (vinjons, sarans), vai papildus hlorēta polivinilhlorīda (hlorīns, peveacida šķiedras).

Iegūšana. Šīs grupas šķiedras formē no polimēra šķīduma organiskā šķīdinātājā pēc slapjā vai sausā paņēmiena. Pašreiz ražo šķiedras galvenokārt ar palielinātu siltumizturību (saraušanās sākuma t° 110—120 °C 70—100 °C vietā) no sindiotaktiskā PVH ar palielinātu stereoregularitāti.

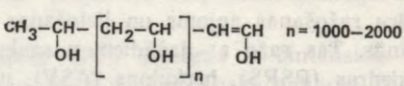
Īpašības un lietošana. PVH grupas šķiedru īpatnība ir to lielā ķīmiskā izturība pret koncentrētu minerālskābju, sārmu, agresīvu gāzu, arī oksidētāju un reducētāju iedarbību un nedegamība. Šķiedrām ir arī laba mehāniskā izturība, laba siltum- un elektroizolācijas spēja. Uz tām neiedarbojas mikroorganismi. PVH šķiedras ir gaismizturīgas — to panāk ar speciālu stabilizatoru piedevu. Šķiedru galvenais trūkums — zema siltumizturība: to saraušanās sākuma t° ir tikai 70—100 °C, labākajā gadījumā 120 °C; tas stipri ierobežo to lietošanu tekstilrūpniecībā. Šādus TM nedrīkst vārīt un gludināt, tos grūti nokrāsot, jo tas jādara pie t° līdz 65 °C, bet šķiedras jau tā ir hidrofobas un bez aktīvām grupām. Tekstilrūpniecības vajadzībām šķiedras var krāsot masā. Šķīst acetona un sēroglekļa vai benzola maisījumā, dimetilformamīdā, hlorīns arī acetonā. Ķīmiskai tīrīšanai jālieto benzīns.

PVH grupas šķiedras izmanto galvenokārt tehniskām vajadzībām: no tām izgatavo ķīmiski sevišķi izturīgus filtraudumus, diafragmas, blīves, aizsargtērpus; grūti degošus mēbeļu audumus, portjeras, aizkarus u. c.; tās lieto kā neaustu siltumizolācijas materiālu zemās temperatūrās, arī vatelīna un guļammaisu ražošanai. No PVH šķiedrām izgatavo arī medicīnisko veļu (uzlādējas negatīvi).

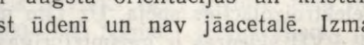
PVH šķiedras ražo ar dažādiem nosaukumiem: SPVH (siltumizturīgās PVH šķiedras) un hlorīns (PSRS), rovils

(Francija), movils (Itālija), sarans, vinjons (ASV), tevirons (Japāna), peveacids (VDR) u. c.

Polivinilspirta (PVS) **šķiedras** ir sintētiskas šķiedras, ko iegūst no polivinilspirta



Iegūšana. Šķiedras formē no polimēra šķīduma ūdenī ar slapjo paņēmienu vannā ar sāļu (Na_2SO_4) šķīdumu, kur polimērs koagulē. Izformētās šķiedras mazgā, žāvē, izstiepj, termofiksē un apstrādā ar skābi saturošu formaldehīda šķīdumu, lai vietvietām sašūtu makromolekulas un novērstu šķiedru šķīšanu ūdenī:



Pēc ķīmiskās apstrādes šķiedras mazgā, sagriež (štāpeļšķiedras), eļļo un žāvē.

Apgūta arī stereoregulāra PVS komplekso pavedienu ražošana. Tiem ir augsta orientācijas un kristalizācijas pakāpe, tie nešķīst ūdenī un nav jāacetalē. Izmanto tehniskiem nolūkiem.

Īpašības un lietošana. PVS šķiedras ir higroskopiskākās (3,5—5%) un higiēniskākās no visām sintētiskajām šķiedrām. Štāpeļšķiedru trūkšanas izturība ir 380—700 N/mm², tehnisko pavedienu — 700—1000 N/mm². Daudzkārtēju deformāciju un berzes izturība ir gandrīz tikpat liela kā poliamīdu šķiedrām. Šķiedras ir samērā siltumizturīgas (īslaicīgi līdz 220 °C). Tām ir teicama gaismizturība, tās nesadala mikroorganismi un sēnītes. Ķīmiskā izturība viduvēja. Istabas t° uz tām neiedarbojas vidējas koncentrācijas skābes un sārmi, daudzi organiski šķīdinātāji, nepolāri ogļūdeņraži un naftas produkti. Koncentrētu minerālskābju klātbūtnē acetālsaites pārziepojas un šķiedras izšķīst; sārmainā peroksīda šķīdumā pie paaugstinātas t° šķiedras dzeltē.

PVS šķiedras izmanto kā apģērbu, tā dažādu tehnisko audumu izgatavošanai.

PVS šķiedras var arī modificēt, izmantojot —OH grupu reaģētspēju vai iegūstot piepotētus kopolimērus. Tā var iegūt baktericīdas, jonapmaiņas, neuzliesmojošas u. c. šķiedras.

PVS šķiedras visvairāk ražo Japānā ar nosaukumu vinilons, kuralons. PSRS tās iegūst izmēģinājumu iekārtā ar nosaukumu vinols. Ražošanas attīstību kavē nenokārtota vinilacetāta ražošana lielos daudzumos (PVS iegūst, pārziepojot polivinilacetātu), ūdenī šķīstošo jēlšķiedru mazgāšanas grūtības, papildu ķīmiskā apstrāde, lai šķiedras pārvērstu nešķīstošā formā (tas gan nav vajadzīgs, ražojot šķiedras no stereoregulāra PVS).

Metāla un metalizētie pavedieni

Metāla pavedienus izmantoja jau sirmā senatnē (ar zeltu izšūti apģērbi, bruņukrekli). Mūsdienās lieto kā metāla, tā metalizētus pavedienus.

Iegūšana un lietošana. *Metāla* (vara, misiņa, niķeļa) *pavedienus* ar apaļu šķērsgriezumu (∅ <0,05—0,08 mm) iegūst, stiepli daudzkārt izvelkot caur koniskām spraugām, kuru diametrs pakāpeniski samazinās. Šādus pavedienus reizēm galvaniski pārklāj ar zeltu, reizēm lako, kodina utt.

Plakanus metāla pavedienus iegūst, sagriežot šaurās (0,2—1,6 mm) lentītēs plānu (0,01 mm) alumīnija foliju, kam abas puses līmējot pārklātas ar caurspīdīgu poliestera plēvi. Alumīnija pamatne piešķir pavedieniem metālisku sudrabainu spīdumu, plēve — lielāku elastību un izturību, kā arī pasargā alumīniju no oksidēšanās un apsūbēšanas. Padomju Savienībā ar plēvi pārklātus alumīnija folijas pavedienus sauc par alunītu, ārzemēs — par lureksu, ferteksu, lamē, metlonu. Lai palielinātu izturību, folijas pavedienu sašķeterē ar kaprona pavedienu. Metāla pavedienus izmanto brokāta, uzpleču, trešu, dekoratīvu aukliņu izgatavošanai, izšūšanai.

Metalizētos pavedienus iegūst, sagriežot šaurās lentītēs metalizētu poliestera plēvi (tā termiski, mehāniski un ķīmiski ir visizturīgākā un ūdenī neuzbriest). Plēvi metalizē, termiski iztvaicējot (1400—1800 °C) sevišķi tīru alumīniju dziļā vakuumā pie paliekošā spiediena 1,33—133 mN/m² (10^{-5}—10^{-3} mm Hg st.). Iztvaicētā alumīnija atomi ar ātrumu >2 km/s aizlido vakuumkamerā, bet, saduroties ar plēves (auduma vai cita pārklājamā materiāla) virsmu, zaudē ātrumu, nosēstas un kondensējas uz tās plānas (0,03—0,09 μm) metāla kārtiņas veidā. Plēves pārtīšanas ātrums vakuumkamerā ir 30—70 m/min.

Lai pasargātu sudrabaino alumīnija pārklājumu no oksidēšanās, saskrāpēšanas, noberšanas un nomazgāšanas, metalizēto plēvi dublē, t. i., tai no aluminizētās puses uzlīmē caurspīdīgu nemetalizētu poliestera plēvi. Iegūto materiālu sagriež lentēs, pēc tam 0,2—0,8 mm platos pavedienos. Izmantojot metalizēšanai un dublēšanai krāsotas plēves, iegūst krāsainus pavedienus. Metalizētie pavedieni ir plānāki, mīkstāki, elastīgāki un izturīgāki nekā folijas pavedieni. PSRS ražotos metalizētos pavedienus sauc par metanītu, ārzemēs — par lureksu MM, plastileksu u. c.

Lieto kompozīcijā ar citām šķiedrām galvenokārt dekoratīviem nolūkiem — greznu kleitu, blūžu, lakatu audumu, dekoratīvo un mēbeļu audumu, triko apģērbu, kaklasaišu u. c. izgatavošanai. Brāķa monopavedienus izmanto eglīšu rotāšanai. Līdzīgi lieto arī ar plēvi pārklātos folijas pavedienus.

TEKSTILŠĶIEDRU IDENTIFICĒŠANA, KVANTITATĪVA ATDALĪŠANA UN NOTEIKŠANA

Identificēšana. TM izskats dod ļoti nepilnīgu priekšstatu par tā sastāvu. Precīzai sastāva noteikšanai izmanto vairākas metodes. Vispirms parasti pārbauda šķiedras izturēšanos augstā t° un liesmā. Jau pēc šiem datiem var noteikt šķiedras piederību pie celulozes, olbaltumvielu vai sintētisko šķiedru grupas. Galīgai identificēšanai nosaka selektīvo šķīšanas spēju dažādos šķīdinātājos; tā ir raksturīga šķiedru īpašība. Dažas šķiedras, kas kūst bez sadalīšanās, var identificēt pēc to $T_{kuš}$ (kapronam 214—215 °C, lavsānam 250—255 °C). Papildus pārbauda, vai šķiedra nedod kādu raksturīgu krāsu reakciju, vai aplūko tās mikroskopā, sevišķi dabiskās šķiedras, kurām mikroskopā ļoti raksturīgs izskats: vilnas šķiedrām ir it kā ar zvīņām pārklāta virsma, kokvilnai — savērptas lentītes forma, linu šķiedrām raksturīgi gumzījumi (25., 19., 20. lpp.).

Analizējot dziju, audumu vai trikotāžas paraugus, jāņem vērā, ka tie bieži sastāv no vairākiem komponentiem. Audumu šķēru un audu dzijas jāanalizē atsevišķi.

Pirms analīzes no TM jāatdala uz tā uznestās vielas — eļļošanas vai antistatiskie preparāti un apretes, sevišķi kvantitatīvās analīzes gadījumā, jo tās traucē noteikšanu.

Apretes cieti atdala, paraugu vārot 2% ziepju šķīdumā, eļļošanas un antistatiskos preparātus — mazgājot ar siltu SML šķīdumu (2 g/l) vai organisku šķīdinātāju. Grūtāk atdalāmas dažādas nenomazgājamās apretes. Piemēram, apretes uz termoreaktīvo sveķu bāzes atdala, hidrolizējot tās ar atšķaidītām skābēm: pavārot paraugu etiķskābes buferšķīdumā pie pH 4,6, 0,1 n slāpekļskābes šķīdumā 10 min pie VM 1 : 200 vai 30 min 0,5% sālsskābes šķīdumā. Pēc tam TM rūpīgi mazgā ar ūdeni līdz pilnīgai skābes atdalīšanai.

Ja šķiedru identificēšanai grib izmantot arī krāsu reakcijas, TM iepriekš jāatkrāso ar vāji sārmainu (vilnu un dabisko zīdu ar vāji skābu) hidrosulfīta $Na_2S_2O_4$ šķīdumu (2—3 g/l) 30 min pie 50—80 °C vai ar atšķaidītu slāpekļskābi. Kvantitatīvās analīzes gadījumā atkrāsošana nav nepieciešama, jo krāsvielu saturs šķiedrās ir neliels.

Identificēšanu sāk, nosakot parauga izturēšanos augstā t°. (Gataviem apģērbiem kreisajā pusē nogriež šauru strēmelīti no vīles malas vai paņem šķēru un audu dziju galus.) Uz karstas (300—350 °C) slēgtas elektriskās plīts uzliek TM gabaliņu (0,3×0,3 cm). Ja tas 5—10 s pilnīgi izkūst, tas izgatavots tikai no sintētiskajām šķiedrām. Ja materiāls pēc noņemšanas no plīts (ar pinceti) un atdzesēšanas nav zaudējis savu sākotnējo mīkstumu, tas izgatavots no celulozes šķiedrām. Ja karsēšanas laikā jūtama degošu ragu un spalvu smaka un materiāls pēc atdzesēšanas kļūst trausls, tā sastāvā ir vilna. Ja TM kļuvis cietāks nekā pirms karsēšanas, tā sastāvā bez citām ir arī sintētiskās šķiedras, kas izkūstot pārklāj termostabilās šķiedras un atdziestot padara materiālu cietāku, stingāku.

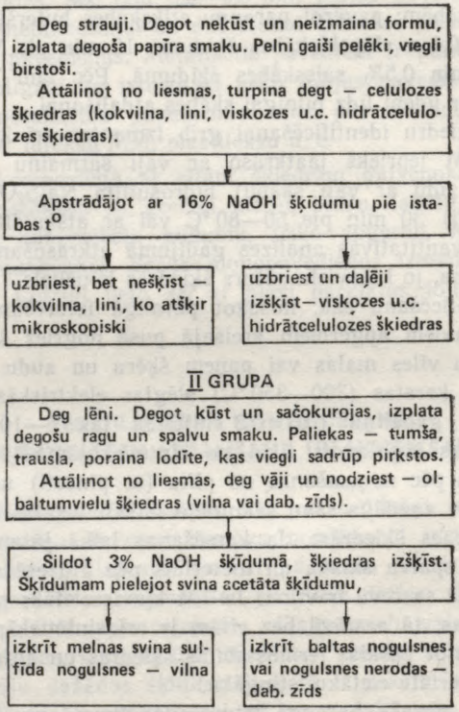
Tālāk nosaka parauga izturēšanos liesmā un dažādu ķimikāliju un selektīvu šķīdinātāju iedarbībā (6. un 7. tab.).

Nitrons, vārot 3% sārma šķīdumā, nokrāsojas sarkanrudā krāsā (6. tab.). Krāsotu TM iepriekš izšķīdina dimetilsulfoksīdā, kur šķīst visas sintētiskās un acetātu šķiedras, tad ielej stobriņā ar karstu (60—70 °C) 20% nātrija hidrosulfīta šķīdumu. Izšķīdinātais šķiedrmateriāls atkrāsots izgulsnējas, krāsviela paliek šķīdumā. Ja nogulsnes ar sārma šķīdumu nenokrāsojas, paraugs nitronu nesatur. Ja verdošā sārma šķīdumā auduma vai adījuma pinums kļuvis retāks, neblīvāks, bet krāsojums neparādās, sārms izšķīdinājis vilnu vai dabisko zīdu.

Šķiedru identificēšanai 7. tabulā uzrādītos šķīdinātājus izmanto norādītajā secībā, apstrādājot nedaudz TM stobriņā

6. tabula

Izplatītāko tekstilšķiedru noteikšanas shēma



5 min ar dažiem ml šķīdinātāja. Ja šķīšana notiek jau pie istabas t°, var uzlikt šķīdinātāja pilienu uz TM.

Acetona piliens izšķīdina celulozes diacetāta šķiedras vai padara auduma pinumu neblīvu, ja acetāta šķiedras ir kompozīcijā ar citām šķiedrām. Triacetāta šķiedras nosaka pēc to šķīdības dihlormetānā vai hloroformā. Tā kā dihlormetānā šķīst arī hlorīna un daļēji polivinilhlorīda šķiedras, hloru saturošās šķiedras pierāda, sadedzinot tās uz iepriekš labi izkarsētas vara stieples. Izdalās hlorūdeņradis, kas, reaģējot ar varu, nokrāso liesmu zaļu. Acetātšķiedras var atdalīt no polivinilhlorīda šķiedrām ar 75% sērskābi vai 85% skudrskābi, diacetātšķiedras — ar 70% acetonu.

III GRUPA

Deg strauji. Degot kūst, neizkususī daļa nesaraujas. Neizplata specifisku smaku. Paliekas – melna cieta lodīte.

Attālinot no liesmas, turpina degt – acetāta, triacetāta,nitrona šķiedras

↓

Apstrādājot ar acetonu pie istabas t^{o}

- izšķīst diacetāta šķiedras
- nešķīst triacetāta un nitrona šķiedras.

  Vārot 3% NaOH šķīdumā

  - nokrāsojas sarkanīgi rudā krāsā – nitrons
  - paliek bez ārējām izmaiņām – triacetāta šķiedras. Šķiedras šķīst metilēnhlorīdā

IV GRUPA

Liesmā kūst bez sadalīšanās, dodot gaiši dzeltenu līdz brūnu sakususu sveķu lodīti, no kuras var izstiept garu pavedienu. Nesakususī daļa liesmas tuvumā saraujas. Augstā t^{o} deg ar kūpošu liesmu un īpatnēju smaku (izņemot poliestera šķiedras).

Attālinot no liesmas, deg vāji vai nodziest – poliamīdu (kaprona, neilona), poliestera (lavsāna), polivinilhlorīda šķiedras

↓

Vārot 40% NaOH vai KOH šķīdumā

- izšķīst poliestera šķiedras (lavsāns)
- nešķīst poliamīdu un polivinilhlorīda šķiedras.

  85% skudrskābē vai 75% sērskābē pie istabas t^{o}

  - izšķīst poliamīdu šķiedras – kaprons, neilons
  - nešķīst polivinilhlorīda šķiedras

7. tabula

Šķiedru noteikšana pēc to šķīdības dažādos šķīdinātājos

Šķīdinātājs	Koncentrācija, masas %	T, °C	Šķiedras											
			acetāta	triacetāta	kaprons, neilons	dab. zīds	vilna	polipropilēna	poliakrilnitrila	polivinilhlorīda, hlorīns	poliuretāna	kokvilna, lini	viskozes	poliestera
Acetons	70	20	++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acetons	100	20	++	0	—	—	—	—	—	0	0	—	—	—
Dihlormetāns		20	0	++	—	—	—	—	—	0	0	—	—	—
Skudrskābe	85	20	+	+	++	—	—	—	—	—	0	—	—	—
Skudrskābe (85%) un cinka hlorīds	80 : 20	70	+	+	+	++	—	—	+	—	+	—	++	—
Nātrija hipohlorīts	3,5	20	0	—	—	++	++	—	—	—	—	—	—	—
m-ksilols		$T_{virš}$	—	—	—	—	—	++	—	+	—	—	—	—
Dimetilformamīds		100°	+	0	—	—	—	—	++	+	+	—	—	—
Cikloheksanons		$T_{virš}$	0	0	—	—	—	—	—	+	++	—	—	—
Sērskābe	75	20	+	+	+	+	—	—	+	—	+	++	++	—
Nitrobenzols		$T_{virš}$	+	+	—	—	—	+	—	+	+	—	—	++

Paskaidrojumi: ++ — šķīst, ieteicams šķiedras selektīvai šķīdināšanai
+ — šķīst
— — nešķīst
0 — šīs šķiedras traucē selektīvu šķīdināšanu, jo ir daļēji šķīstošas

Kapronu nosaka pēc tā šķīdības aukstā skudrskābē. Vilnu un dabisko zīdu selektīvi šķīdina nātrija hipohlorīta šķīdums. Dabisko zīdu no vilnas var atdalīt ar skudrskābes un cinka hlorīda šķīdumu. Ar šo preparātu no kokvilnas var atdalīt arī viskozes u. c. hidrātcelulozes šķiedras.

Polipropilēna šķiedras nosaka pēc šķīdības m-ksilolā. Polivinilhlorīda šķiedras no tām atdala ar dimetilformamīdu, hlorīnu — ar acetonu. Ar m-ksilolu polipropilēna šķiedras var atdalīt no lavsāna.

Nitronu nosaka pēc nokrāsošanās atšķaidītā sārma šķīdumā, kā arī pēc šķīdības dimetilformamīdā, poliuretāna šķiedras — pēc šķīdības cikloheksanonā.

75% sērskābes šķīdina gk. celulozes, bet arī kaprona un nitrona šķiedras un dabisko zīdu.

Lavsānu var noteikt pēc šķīdības verdošā nitrobenzolā, kaut gan tas nav selektīvs lavsāna šķīdinātājs, jo šķīdina arī celulozes acetātu un polivinilhlorīda grupas šķiedras. Šķīdumu izlejot acetonā, lavsāns izgulsnējas, pārējās šķiedras paliek šķīdumā.

Kvantitatīva atdalīšana un noteikšana. 8. tabulā doti rūpīgi atlasīti, vienkārši realizējami paņēmieni dažādu šķiedru selektīvai šķīdināšanai un kvantitatīvai noteikšanai. Tie dod precīzus un labi atkārtojamus rezultātus. Ja izmantojami vairāki paņēmieni, ieteicams lietot to, kas ļauj atdalīt galveno komponentu vai kas mazāk maina un bojā nešķīstošo šķiedru. Ideāls ir šķīdinātājs, kas pilnībā izšķīdina vienu dažādšķiedru TM komponentu, nemaz neiedarbojoties uz otru vai pārējiem. Bet tādu šķīdinātāju ir maz. Ja ir nelielas šķīdināšanas spējas novirzes, lieto labojuma koeficientu. Neizšķīdušās šķiedras daudzumu nosaka tieši pēc izmazgāšanas un izžāvēšanas līdz konstantam svaram, izšķīdušās šķiedras daudzumu — pēc TM svara starpības.

Tā kapronu no nitrona vai polivinilhlorīda šķiedrām labāk atdalīt ar skudrskābi, nevis nitrona vai polivinilhlorīda šķiedras no kaprona ar dimetilformamīdu. Kapronu no poliuretāna šķiedrām precīzi nošķīdina ar 6nHCl (30 min pie istabas t°). Grūtības var rasties pie acetātšķiedru noteikšanas. Ja drānu virsma pārziepota (97. lpp.), acetātšķiedras vairs nešķīst acetonā un metilēnhlorīdā. Tās atdala no otra komponenta (izņemot kapronu) ar 85% skudrskābi vai 72% sērskābi. Diacetāta šķiedras atšķir no triacetāta šķiedrām pēc saistītās etiķskābes daudzuma (attiecīgi 55 un 62,5%).

8. tabula

Divkomponentu šķiedru maisījumu svarīgākie kvantitatīvās atdalīšanas un noteikšanas paņēmieni

Šķiedras	Vilna	Dab. zīds	Kokvilna	Viskozes	Diacetāta	Triacetāta	Kaprons, neilons	Poliestera (lavsāns)	Poliakrilnitrila (nitrons)	Polivinilhlorīda	Polipropilēna	Poliuretāna
Vilna		H_2SO_4 SCH	H_2SO_4 NaOCl KOH	H_2SO_4 SCH NaOCl KOH	Acet. H_2SO_4	CH_2Cl_2 H_2SO_4	HCOOH H_2SO_4 NaOCl KOH	NaOCl KOH	DMF H_2SO_4 NaOCl KOH	DMF NaOCl KOH	NaOCl KOH	H_2SO_4 DMF NaOCl
Dab. zīds	1,3		NaOCl KOH	NaOCl KOH	Acet. HCOOH	CH_2Cl_2 HCOOH NaOCl	HCOOH NaOCl KOH	NaOCl KOH	DMF NaOCl KOH	DMF NaOCl KOH	NaOCl KOH	DMF NaOCl
Kokvilna	5,4 1	5,4		SCH	Acet. HCOOH	CH_2Cl_2 HCOOH	HCOOH	H_2SO_4	DMF	DMF H_2SO_4	H_2SO_4	DMF SCH
Viskozes	5,4 1,3	5,4	3		Acet. HCOOH	CH_2Cl_2 HCOOH	HCOOH	H_2SO_4 SCH	DMF	DMF H_2SO_4	H_2SO_4 SCH	DMF

Diacetāta	7,1	7,2	7,2	7,2		acet. 70	Acet.	Acet. H_2SO_4	Acet. HCOOH	acet. 70 H_2SO_4	Acet. H_2SO_4	acet. 70
Triacetāta	9,1	5 9,2	9,2	9,2	6		CH_2Cl_2	CH_2Cl_2 H_2SO_4	CH_2Cl_2 HCOOH	H_2SO_4 HCOOH	CH_2Cl_2 H_2SO_4	X
Kaprons, neilons	5,4 2,1	5,4 2	2	2	7	9		HCOOH H_2SO_4	DMF HCOOH	DMF HCOOH H_2SO_4	HCOOH H_2SO_4	$C_6H_{10}O$
Poliestera (lavsāns)	5,4	5,4	1	1,3	7,1	9,1	2,1		DMF H_2SO_4	DMF	X	H_2SO_4 DMF
Poliakrilnitrila (nitrons)	5 8,1	5 8	8	8	7,2	9,2	2 8	8,1		H_2SO_4 SCH	DMF H_2SO_4	$C_6H_{10}O$
Polivinil-hlorida	5,4 8	5,4 8	1 8	1 8	6,1	1,2	2,1 8	8	1,3		DMF	H_2SO_4

Šķiedras	Vilna	Dab. zīds	Kokvilna	Viskozes	Diacetāta	Triacetāta	Kaprons, neilons	Poliestera (lavsāns)	Poliakrilnitrila (nitrons)	Polivinilhlorīda	Polipropilēna	Poliuretāna
Polipropilēna	5,4	5,4	1	1,3	7,1	9,1	2,1	X	8,1	8		H_2SO_4 DMF
Poliuretāna	5 1,8	5 8	8,3	8	6	X	10	1,8	10	1	1,8	

Katra kvadrāta augšdaļā uzrādīti tabulas augšmalā ierakstīto šķiedru šķīdinātāji, apakšdaļā — tabulas sānos ierakstīto šķiedru šķīdinātāji. Ar X atzīmētos šķiedru maisījumus ar uzrādītajiem reaģentiem nevar atdalīt.

Reaģenti	Apstrādes apstākļi pie VM 1 : 100 un iesvara 1 g
1. Sērskābe, 75% (H_2SO_4)	1 h pie istabas t°
2. Skudrskābe, 85% (HCOOH)	3 reizes pa 15 min pie istabas t°
3. Skudrskābe, 85% un $ZnCl_2$ 80 : 20 (SCH)	20 min pie 70 °C
4. Kālija hidroksīds, 2% (KOH)	15 min vāra pie VM 1 : 50
5. Nātrija hipohlorīts ar aktīvā hlora konc. 35 g/l (NaOCl)	30 min pie istabas t°
6. Acetons, 70% (acet. 70)	1 h pie istabas t°
7. Acetons, 100% (Acet.)	30 min, tad 2 reizes pa 15 min pie istabas t°
8. Dimetilformamīds (DMF)	1 h uz verdošas ūdens vannas, tad 30 min, ar svaigu DMF porciju
9. Dihlormetāns (CH_2Cl_2)	3 reizes pa 10 min pie istabas t°
10. Cikloheksanons ($C_6H_{10}O$)	$^1/_2$ h pie $T_{virš}$

III. TEKSTILMATERIĀLU SAGATAVOŠANA TĀLĀKAI APSTRĀDEI (BALINĀŠANA)

Tekstilmateriālu (TM) apdare noris pēc noteikta plāna. Apdares tehnoloģiskais plāns galvenokārt atkarīgs no TM šķiedru sastāva un lietošanas uzdevuma. Šķiedru ķīmiskais sastāvs nosaka ķimikāliju un krāsvielu izvēli, apstrādes režīmus un zināmā mērā arī pašas apdares operācijas. Tā, piemēram, merserizē tikai kokvilnas dziju vai audumus, karbonizē vilnu vai vilnas audumus, termostabilizē sintētiskos šķiedrmateriālus. Atkarībā no lietošanas uzdevuma TM ražo balinātus, krāsotus, apdrukātus, gludus, uzkārstus, veltus u. tml.; tas arī nosaka to apdares tehnoloģiskos plānus. No krāsotas vai melanždzijas austos audumus vai trikotāžu tikai izmazgā vai novāra un veic nobeiguma apdari. Tāpēc apdares operāciju skaits un secība dažādiem TM ir dažāda (sk. arī 6. lpp.).

Pirms apdares 10—15% jēlmateriāla pārbauda, vai tajā nav defektu un vai tā kvalitāte atbilst pavadzīmē uzrādītajai. Tālāk komplektē TM partijas, kuru lielums var būt dažāds atkarībā no apdares paņēmiena un aparatūras.

Apdares fabrikās audumus vai citus TM vispirms sagatavo krāsošanai, apdrukāšanai vai nobeiguma apdarei.

Sagatavošanas process ietver svilināšanu, cirpšanu, atsmitēšanu, vārīšanu sārma šķīdumā vai mazgāšanu sintētisko mazgāšanas līdzekļu (SML) šķīdumā, balināšanu, arī merserizāciju u. c. Reizēm šo sagatavošanas procesu kopumā sauc par balināšanu.

Sagatavošanas operāciju uzdevums ir atdalīt no TM piemaisījumus: gan dabiskus — vaskus, pektīnvielas, sericīnu, tauksviedrus, krāsvielas u. c., gan apstrādes procesā uznestus — eļļas, smiti, antistatiskus preparātus un netīrumus, lai attīrītu TM šķiedru virsmu, tādējādi palielinot to kapilaritāti un samitrināšanās spēju, un apstrāde ar apdares šķīdumiem pēc tam notiktu ātrāk un vienmērīgāk. Vienlaikus palielinās TM baltuma pakāpe.

PRASĪBAS TEHNOLOĢISKAJAM ŪDENIM UN TĀ KVALITĀTES NOZĪME

Gandrīz visi TM apdares procesi notiek ūdens vidē, tāpēc ūdens kvalitātei ir sevišķa nozīme. Ūdens noderība apdares procesiem ir atkarīga no tā cietības, krāsas un dzidruma.

Ūdens cietību nosaka tajā esošo kalcija un magnija sāļu daudzums, ko izsaka miligramekvivalentos litrā (mg-ekv./l). Ūdens cietība ir 1 mg-ekv. liela, ja 1 l ūdens satur 20,02 mg kalcija vai 12,14 mg magnija. Ūdens cietības sāļi dod nogulsnes ar vairāku klašu krāsvielām un dažām tekstilpalīgvielām (TPV), radot to zudumus, kā arī nevienmērīgu un mazāk noturīgu krāsojumu ar pazeminātu toņu tīrību.

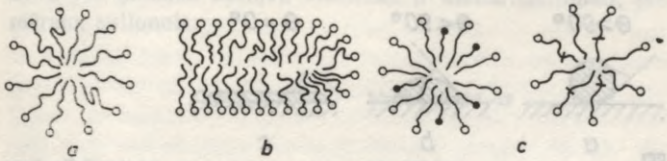
Krāsvielu, skābju, sārmu, ziepju u. c. TPV šķīdumu pagatavošanai jālieto ļoti mīksts ūdens — ar cietību līdz 0,4 mg-ekv./l. Dzelzs sāļu daudzums nedrīkst pārsniegt 0,1 mg/l, mangāna sāļu — 0,05 mg/l, citādi uz auduma var parādīties rūsganbrūni traipi, pazeminās baltuma pakāpe un krāsu toņu tīrība.

Ūdeni attīra un mīkstina ar jonītiem. Ūdenim plūstot caur kolonnu ar jonu apmaiņas sveķiem, tajā esošie kalcija, magnija u. c. katjoni apmainās pret nātrija vai ūdeņraža joniem. Ja tekstilkombinātā nav centralizētas ūdens mīkstināšanas iekārtas, apdares šķīdumiem pievieno heksametafosfātu $Na_2[Na_4(PO_3)_6]$, kas kompleksi saista kalcija un magnija jonus šķīstošā formā — $Na_2[Na_2Ca(PO_3)_6]$ vai $Na_2[Ca_2(PO_3)_6]$, tā novēršot to reakciju ar krāsvielām un TPV.

Duļķains un krāsains (upju, ezeru) ūdens rada traipus uz auduma, pazemina tā baltuma pakāpi vai krāsu toņu tīrību. Šādu ūdeni pirms mīkstināšanas dzidrina, suspendētās daļiņas koagulējot ar $Al_2(SO_4)_3$ u. c., pēc tam ūdeni nostādinot un filtrējot caur grants un smilšu filtriem. Vienlaikus pazeminās ūdens krāsainība. Pilnīgi ūdeni atkrāso ar balinātāja piedevu.

TEKSTILPALĪGVIELAS, TO NOZĪME APDARES PROCESOS

Apdares procesos bez pamatķimikālijām — balinātājiem un krāsvielām lieto arī dažādas TPV — galvenokārt virsmaktīvos savienojumus (VAS) un dažus citus apdares preparātus. TPV lieto kā mazgāšanas līdzekļus, emulgatorus,



14

Micellas:
a — sfēriska; *b* — cilindriska; *c* — ar koloidāli izšķīdinātām vielām

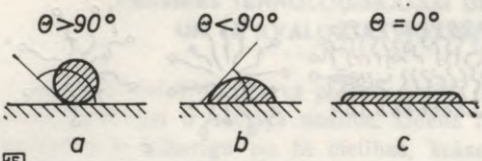
dispergatorus, saslapinātājus, H_2O_2 stabilizatorus, krāsošanas procesa paātrinātājus vai palēninātājus, krāsojuma izlīdzinātājus vai nostiprinātājus, antistatiķus, mīkstinātājus. Tādā veidā TPV atvieglo apdares procesu veikšanu un uzlabo produkcijas kvalitāti.

Lielākā daļa TPV ir virsmaktīvi savienojumi — amfifilas vielas, kuru lineārā molekula veidota no divām daļām: gara nepolāra hidrofoba ogļūdeņraža radikāla (R—) un nelielas polāras hidrofilas grupas (—SO_3Na, —COONa, —OH), kas padara savienojumu ūdenī šķīstošu, piemēram, $CH_3(CH_2)_{15}CH_2$—COONa. Shematiski VAS uzbūvi var attēlot šādi: R—COOH jeb ———o (——=R—, o = hidrofila grupa).

Šādas uzbūves dēļ VAS spējīgi orientēti sorbēties uz dažādām robežvirsmām un pie noteiktas koncentrācijas (ja tā pārsniedz kritisko micellu veidošanās koncentrāciju) veidot sfēriskas vai cilindriskas formas micellas (14. att.).

Spēja adsorbēties dažādās robežvirsmās un veidot micellas piešķir VAS vairākas specifiskas īpašības. Pirmkārt, virsmaktīvas īpašības, t. i., šo vielu izšķīdināšana samazina šķīdinātāja virsmas spriegumu robežvirsmās un krasi palielina to saslapināšanas spēju (15. att.). Otrkārt, mazgāšanas spēja — spēja disperģēt un emulģēt netīrumus, kā arī koloidāli šķīdināt tos VAS micellās (solubilizācija). Šos procesus veicina TM uzbriešana ūdens vidē. Tās rezultātā saistība starp attīrāmo vielu daļiņām un uzbriedušo šķiedru virsmu pavājinās, starp tām iespiežas VAS molekulas, paātrinot attīrāmo vielu atdalīšanos no TM virsmas (16. att.).

Mazgāšanas procesā VAS molekulas orientēti sorbējas fāžu robežvirsmā, hidrofilo daļu vēršot ūdens, bet hidrofobo — neūdens fāzes (TM un uz tā esošo attīrāmo piemai-

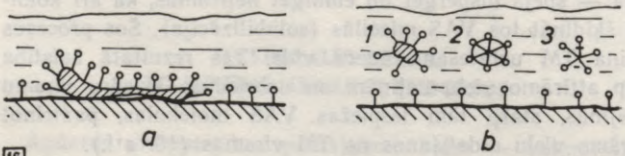


15

Shēma, pēc kuras cieta viela saslapinās ar šķidrumu:
a — nesaslapinās; *b* — saslapinās nepilnīgi; *c* — saslapinās pilnīgi

sījumu un netīrumu) virzienā. TM virsma un attīrāmo vielu daļiņas hidrofilizējas, iegūst vienādu elektrisko lādiņu un, atgrūžot viena otru un disperģējoties vai emulģējoties, pāriet šķīdumā un veido attīrīto vielu koloidālu šķīdumu, emulsiju vai dispersiju (16. att. *b*). Uz netīrumu daļiņu virsmas orientēti adsorbētais VAS piešķir šīm daļiņām agregatīvu stabilitāti un aizkavē to salipšanu vai pielipšanu šķiedru virsmai citā vietā. Maksimāla mazgāšanas spēja VAS piemīt virs kritiskās micellu veidošanās koncentrācijas, jo daļa netīrumu atdalās tikai solubilizējoties — šķīstot VAS micellās (14. att. *c*). Micellas sabrūkot piegādā attīrīšanas procesam arī arvien jaunas VAS molekulas vai jonus. Putas, kas rodas, gaisam disperģējoties VAS šķīdumā, veicina netīrumu mehānisku aiznešanu no šķiedru virsmas.

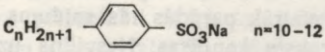
Pēc uzbūves VAS iedala jonogēnos un nejonogēnos. Jonogēnie VAS ūdens vidē disociē jonos un savukārt iedalāmi anjonogēnos un katjonogēnos VAS. Ja molekulas nepolārais hidrofobais radikāls R— pieder anjonam, preparātu sauc par anjonogēnu, ja katjonam — par katjonogēnu. Visvairāk (~70%) lieto anjonogēnos VAS: sintētiskos mazgāšanas līdzekļus (SML) $R—SO_3^-Na^+$, arī ziepes $R—COO^-Na^+$.



16

Virsmaktīvo savienojumu mazgāšanas spēja:
a — saslapināšana; *b* — atdalīšana: *1* — disperģēšana, *2* — emulģēšana, *3* — solubilizēšana

SML pēc ķīmiskā sastāva visbiežāk ir alkilarilsulfonāti, piemēram, sulfonols:



vai alkilsulfāti, piemēram, preparāts TMS:

$$C_nH_{2n+1}OSO_3Na \quad n = 16–18$$

Vairākums SML atšķirībā no ziepēm neizgulsnējas ar ūdens cietības sāļiem. SML ir arī lētāki par ziepēm, tādēļ gandrīz pilnīgi aizstājuši tās.

Katjonogēnie VAS (galvenokārt slāpekli saturošas vielas) ir tikai 4—5% no VAS kopprodukcijas. Tos lieto nevis kā mazgāšanas līdzekļus, bet gan kā mīkstinātājus vai antistatiskus preparātus (alkamoni), piemēram, alkamons OS-2

$$\left[C_nH_{2n+1}O(CH_2CH_2O)_2CH_2\cdot \overset{+}{N}H(C_2H_5)_2\right]\overline{X}$$

Dažus katjonogēnos VAS (izlīdzinātājs A) izmanto vienmērīgāka krāsojuma iegūšanai, citus — krāsojuma nostiprināšanai (preparāti DCU, DCM, U-2).

Samērā plašs lietojums ir arī nejonogēnajiem preparātiem, kuri, šķīstot ūdenī un veidojot koloidālu šķīdumu, nedisociē jonos. Tie ir augstāko taukskābju vai augstāko alifātisko spirtu, arī alkilfenolu oksietilēšanas produkti: $R—O(CH_2CH_2O)_nH$ (preparāts OS-20, sintanols DS-10) vai $R'—COO(CH_2CH_2O)_mH$ (stearoksi). Šos preparātus lieto kā mazgāšanas līdzekļus, emulgatorus, krāsojuma izlīdzinātājus, auduma mīkstinātājus un antistatiķus.

KOKVILNAS AUDUMU SAGATAVOŠANA

Sagatavošanas procesi

Kokvilnas audumu sagatavošanas process ietver svilināšanu vai cirpšanu, atsmitēšanu, vārīšanu sārma šķīdumā, balināšanu un merserizēšanu. Augu šķiedru TM sagatavošana tālākai apstrādei ir vissarežģītākā un darbietilpīgākā.

Svilināšana ir neiestrādātu šķiedru galu un pūku atdalīšana no TM virsmas, sadedzinot tās. Pēc pūku nosvilināšanas auduma virsma kļūst gludāka un izskatīgāka, pēc merserizēšanas vairāk parādās tās spīdums, apdrukājot veidojas asākas raksta kontūras. Nesvilina uzkāršamos audumus (parķi, flaneli, baiku), marli, dvieļu audumus u. c., kuriem raksturīga pūkainība, kas uzlabo to ekspluatācijas īpašības vai izskatu. Pūkas nosvilina ar gāzes degļiem speciālās mašīnās vienā gājienā no auduma vienas puses vai abām pusēm.

Gāzes svilināšanas mašīna (17. att.) sastāv no auduma padevējiekārtas *1*, *2* un *3*, pūku attīrīšanas suku mašīnas *4*, kas nesaistītos netīrumus un pūkas atdala, bet pārējās pūkas paceļ, lai tās pilnīgāk sadegtu, un svilināšanas kameras *5* ar gāzes degļiem. Degļi *6* ir horizontālas caurules ar šauru spraugu virspusē, pa kuru izplūst sadegošā gāze. Auduma kustības ātrums (100—160 m/min) ieregulēts tā, lai audums nesakarstu vairāk par 150 °C, citādi sākas celulozes sadalīšanās un sadzeltēšana. Iespējamās dzirksteles nodzēš ar ūdens tvaiku kamerā *7*.

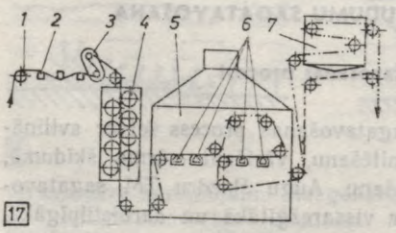
Svilina ne tikai kokvilnas, bet arī vilnas un ķīmisko štāpeļšķiedru audumus.

Tā kā olbaltumvielu šķiedras deg ievērojami lēnāk nekā celulozes, vilnas audumu padod mašīnā lēnāk (40—60 m/min).

Vilnas-lavsāna, vilnas-nitrona vai celulozes-lavsāna štāpeļšķiedru audumi pēc svilināšanas kļūst asāki, raupjāki pēc taustes, jo no apkausētajiem sintētisko šķiedru galiem audumā paliek cietas saķepušas daļiņas. Lai tās būtu pēc iespējas mazākas, pirms svilināšanas šos audumus nocērp.

Trikotāžas rūpniecībā nereti svilina kokvilnas dziju pārtīšanas mašīnā ar gāzes degļiem (pirms merserizēšanas).

No krāsotām dzijām austos, raibaustos un melanžas



17. att. Gāzes svilināšanas mašīna

audumus nevis svilina, bet cērp, lai novērstu krāsvielu sadalīšanos.

Atsmitēšana ir auduma šķēru atbrīvošana no smites — līmvielas, ar kuru piesūcināti šķēri, lai palielinātu to gludumu un berzes un stiepes izturību aušanas procesā. Smite (2,5—5% no auduma svara) padara audumu cietu un apgrūtina tā turpmāko apstrādi ar dažādiem apdares šķīdumiem, tāpēc tā jāatdala.

Ja smite ir ūdenī šķīstoša, sastāv no karboksimetilcelulozes, polivinilspirta, poliakrilamīda vai cita ūdenī šķīstoša polimēra, to vienkārši izmazgā ar siltu ūdeni.

Ūdenī nešķīstošo cietes smiti atdala ar fermentatīviem vai ķīmiskiem paņēmieniem. Ātrāk un pilnīgāk notiek cietes fermentatīva atdalīšana (>80—85%) ar diafarīna, pankreatīna, superbiolāzes vai citu šķīdumu. Fermentatīvie preparāti (1—5 g/l) selektīvi sadala cieti līdz ūdenī šķīstošiem produktiem, neskarot celulozi. Atšķaidīti sērskābes (2—3 g/l) vai oksidētāju šķīdumi (NaOCl vai H_2O_2; 2—3 g/l) var daļēji sadalīt celulozi. Ķīmiskos paņēmienus galvenokārt lieto, lai atsmitētu audumus, kas izgatavoti no zemas kvalitātes kokvilnas, jo tad kopā ar smiti atdalās arī daļa celulozes pavadītājvielu.

Lai audumu atsmitētu, to piesūcina ar atsmitējošo šķīdumu un tur $^1/_2$—8 h pie parastās vai paaugstinātas t° atkarībā no atsmitēšanas paņēmiena, pēc tam izmazgā.

Iepriekšēja atsmitēšana atvieglo un saīsina auduma vārīšanas procesu sārmā, nodrošina auduma vienmērīgāku attīrīšanu, labāku kapilariāti un stabilāku baltuma pakāpi. Tomēr nereti atsmitēšanu apvieno ar auduma vārīšanu sārma šķīdumā.

Vārīšana sārma šķīdumā. Kokvilnas jēlaudumi satur 5—6% celulozes pavadītājvielu, dažus procentus eļļošanas preparāta un smiti vai tās paliekas. Koncentrējoties šķiedru ārējā slānī, šīs vielas kavē jēlauduma samitrināšanos un vienmērīgu piesūkšanos ar apdares šķīdumiem un apdares norisi. Tādēļ šos piemaisījumus atdala, audumus vārot sārma šķīdumā un pēc tam balinot.

Kokvilnas audumus apstrādā ar atšķaidītu nātrija hidroksīda NaOH šķīdumu visbiežāk pie 100 °C 1—2 h, patērējot 3,5—4% sārma no TM svara. Pēc tam audumu vairākkārt mazgā ar karstu un aukstu ūdeni.

Vārīšanas laikā hidrolītiski sadalās un izšķīst kokvilnā esošās pektīnvielas un lielākā daļa slāpekli saturošo vielu,

pārziepojas un izšķīst ~40% vasku. Lai pilnīgāk atdalītu vasku nepārziepojamās sastāvdaļas un eļļas, sārma šķīdumam pievieno VAS, parasti kādu SML (0,3—0,5% no auduma svara). VAS, orientēti sorbējoties uz izkusušā vaska un eļļas daļiņu virsmas, hidrofilizē un emulģē tās. Vārīšanas procesā atdalās arī smite, pelnu elementi un gadījuma rakstura netīrumi.

Celulozes oksidēšanos sārmainā vidē novērš lēta reducētāja — nātrija sulfīta Na_2SO_3 (0,2—0,4% no auduma svara) piedeva.

Koloidālā nātrija silikāta piedeva (0,3—0,4% no auduma svara) adsorbē celulozes pavadītājvielu sadalīšanās produktus, tā aizkavējot to fiksāciju uz šķiedrām un palielinot auduma baltuma pakāpi (daļa šo savienojumu ir tumšā krāsā). Ja ūdens satur dzelzs sāļus, silikāts koagulē dzelzs hidroksīda solu un novērš rūsas traipu izveidošanos uz auduma.

Vārīšanas rezultātā TM zaudē 6—8% no sava svara, krasi palielinās tā saslapināšanās spēja un kapilaritāte. Uz šķiedrām tomēr vēl paliek 35—45% vasku no to sākotnējā daudzuma un 15—40% slāpekli saturošo vielu, kā arī šķiedru dabiskās krāsvielas, tāpēc novārītajam audumam ir dzeltenpelēka krāsa.

Lai palielinātu baltuma pakāpi, kā arī atdalītu celulozes pavadītājvielu paliekas, audumu balina.

Balināšana ir TM krāsaino blakusvielu oksidēšana vai sadalīšana, lai palielinātu tā baltuma pakāpi.

Audumus balina, ja tos izlaiž baltā veidā, kā arī sagatavojot tos krāsošanai gaišos toņos, lai šie toņi būtu tīri, vai apdrukāšanai uz balta vai gaiša fona. Pirms krāsošanas vidēji tumšos un tumšos toņos kokvilnas audumus tikai novāra sārma šķīdumā.

Balināšanai lieto galvenokārt ķīmiskos balinātājus, parasti oksidētājus: ūdeņraža peroksīdu, nātrija hipohlorītu, nātrija hlorītu, peroksietiķskābi.

Atsevišķos gadījumos acetātu un poliamīdu TM balināšanai lieto arī reducētājus — nātrija hidrosulfītu, nātrija hidrogensulfītu. Tos izmanto arī brāķa un reģenerētās vilnas atkrāsošanai.

Ķīmiskā balināšana, t. i., balināšana ar oksidētājiem vai reducētājiem, vienmēr saistīta ar šķiedru veidojošā polimēra zināmu destrukciju. Tāpēc TM balināšanai un pēcbalinā-

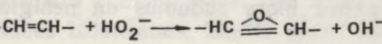
šanai lieto arī optiskos balinātājus, kuru iedarbības pamatā ir tikai optisks efekts, nevis ķīmiski procesi.

Balināšana ar ūdeņraža peroksīdu. Ūdeņraža peroksīds H_2O_2 ir izplatītākais un universālākais balināšanas līdzeklis, kas balina visus dabiskos un mākslīgos, kā arī daļu sintētisko TM. Pēdējā laikā H_2O_2 gandrīz pilnīgi nomainījis klasisko balināšanas līdzekli — nātrija hipohlorītu, jo tam ir vairākas priekšrocības: balināšanas procesā neizdalās kaitīgais hlora oksīds un hlors, par 1—2% palielinās auduma baltuma pakāpe, samazinās celulozes un olbaltumvielu šķiedru destrukcija.

Balinošo šķīdumu gatavo no tehniskā ūdeņraža peroksīda (perhidrola), kas ir 25—30% H_2O_2 šķīdums ūdenī ar nelielu skābes un pirofosfāta piedevu stabilizēšanai. Kā balinātāju peroksīdu lieto tikai vāji sārmainā vidē pie pH 9—11. Balinošas īpašības piemīt perhidroksiljonam HO_2^-, kas rodas, peroksīdam kā vājai skābei disociējot jonos (to vēl veicina sārmainā vide):

$$H-O-O-H + OH^- \longrightarrow H_2O + HOO^-$$

Šie joni oksidē šķiedrmateriāla dabiskās krāsvielas, un tās atkrāsojas, piemēram:



$$-CH{=}CH- + HO_2^- \longrightarrow -HC\overset{O}{\diagup\!\!\diagdown}CH- + OH^-$$

Stipri sārmainā vidē (pH 11—13) paaugstinātā t° vai katalizatoru (dzelzs, vara, mangāna u. c. sāļu) klātbūtnē H_2O_2 sadalās: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$; izdalās atomārs skābeklis, kas galvenokārt oksidē šķiedru veidojošo polimēru.

Lai šo procesu novērstu vai ierobežotu, H_2O_2 stabilizē ar nātrija silikātu (2—8 g/l), kas ar katalizatoriem veido neaktīvus savienojumus. Lai uz auduma un aparatūras nerastos nešķīstošas grūti atdalāmas silīcija dioksīda un kramskābes nogulsnes, stabilizēšanai jālieto nātrija metasilikāts Na_2SiO_3 vai depolimerizēts tehniskais šķidrais stikls, kurā $Na_2O : SiO_2$ ir daudzuma attiecībā nevis 1 : 2,5—3,5, bet gan 1 : 1,6—2; to panāk, tehnisko nātrija silikātu karsējot kopā ar vajadzīgo NaOH daudzumu. Silikāta stabilizējošo iedarbību palielina nelielas magnija un kalcija sāļu piedevas. Stabilizējošas īpašības piemīt arī fosfātiem un borātiem, bet

to buferīpašības vājāk izteiktas nekā nātrija silikātam. Piemērota stabilizatora meklējumi turpinās.

Lai palielinātu peroksīda šķīduma saslapināšanas un piesūcināšanas spēju, tam pievieno VAS (0,5—1 g/l).

Kokvilnas audumu balināšana ar H_2O_2 šķīdumu (1,5—2 g/l) un vajadzīgajām piedevām pie pH 10,5—11 un 100 °C ilgst 1—2 h.

Balināšana ar nātrija hipohlorītu. Kokvilnas TM balināšanai var lietot arī klasisko balināšanas līdzekli — nātrija hipohlorītu NaOCl. Tas ūdens vidē hidrolizējas, dodot hlorapskābi HOCl; vide kļūst sārmaina

$$NaOCl + H_2O \rightleftharpoons NaOH + HOCl$$

Balinošās īpašības piemīt hlorapskābei un hipohlorīta joniem OCl^-, kas hlorē un oksidē krāsainos savienojumus. Balina vāji sārmainā vidē (pH 8,5—10). Ar hipohlorīta šķīdumu (1—2 g/l aktīvā hlora) piesūcināto audumu tur 1—2 h pie istabas t°, jo virs 40 °C hipohlorīts sadalās par nātrija hlorātu $NaClO_3$ un vārāmo sāli, kam nav balinošu īpašību. Pēc balināšanas audums rūpīgi jāizskalo, lai hipohlorīta paliekas neizraisītu jūtamu celulozes destrukciju neitrālā vidē.

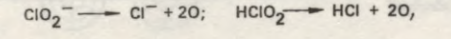
Audumi labi izbalināmi arī skābā vidē (pH 2—4), tomēr to nedara, jo procesā izdalās gāzveida hlora oksīds un hlors, radot aktīvā hlora zudumus un nehigiēniskus darba apstākļus.

Ar hipohlorītu galvenokārt balina linu audumus. Oksidēšanas, pievienošanas un hlorēšanas reakciju rezultātā linu audums ne vien izbalinās, bet no tā arī vieglāk atdalāms lielais celulozes pavadītājvielu daudzums.

Balināšana ar nātrija hlorītu. Hlorīts $NaClO_2$ nav mazāk universāls balinātājs kā ūdeņraža peroksīds. Tas balina visas celulozes un sintētiskās šķiedras; nav lietojams tikai olbaltumvielu šķiedru balināšanai. Hlorīts maz sadala TM, nodrošina augstu to baltuma pakāpi, labi atdala lignīnu un vaskus no celulozes šķiedrām, ir stabilāks uzglabājot nekā H_2O_2. Smago metālu sāļi šķīdumā katalītiski nepaātrina tā sadalīšanos.

Atšķirībā no H_2O_2 un NaOCl ar hlorītu TM balina skābā vidē (pH 3—4,5). Tā iespējams izbalināt celulozes acetātu vai nitrona izstrādājumus, kas sārmainā vidē nav ķīmiski izturīgi.

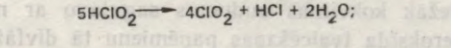
Uzskata, ka balinošās īpašības piemīt hlorīta joniem ClO_2^- un nedisociētai hlorpaskābei $HClO_2$ (rodas, hlorītam hidrolizējoties). Tie reducējoties izdala aktīvu skābekli:



$$ClO_2^- \longrightarrow Cl^- + 2O; \quad HClO_2 \longrightarrow HCl + 2O,$$

kas oksidē krāsainos un citus šķiedru piemaisījumus.

Hlorīta plašu lietošanu kavē divi būtiski tā trūkumi: 1) balināšanas procesā izdalās indīgais gāzveida hlora dioksīds ClO_2 (sevišķi, ja pH<3):



$$5HClO_2 \longrightarrow 4ClO_2 + HCl + 2H_2O;$$

2) skābais hlorīta šķīdums ļoti stipri korodē aparatūru. Hlorīts ir arī samērā dārgs. Kristālisks $NaClO_2$, sajaukts ar organiskām vielām, var uzliesmot vai pat izraisīt sprādzienu.

Lai samazinātu ClO_2 izdalīšanos, ar hlorītu balina aktivatora un stabilizatora klātbūtnē. Kā aktivatoru ieteic nevis skābi, bet potenciāli skābus savienojumus — stipras skābes un vājas bāzes sāļus (monoamonija fosfātu), organisko skābju (skudrskābes, skābeņskābes, vīnskābes) esterus u. c. savienojumus, kas, pievienoti balinošajam šķīdumam, pazemina tā pH pakāpeniski, ja paaugstina šķīduma t° vai arī ja tvaicē piesūcinātu audumu. Tikai tad, aktivatoram hidrolizējoties ar skābes izdalīšanos, hlorīts pāriet aktīvā balinošā stāvoklī. ClO_2 izdalās lēnāk, un hlorīts pilnīgāk tiek izmantots balināšanai.

Stabilizatori ir buferu sistēmas (fosforskābes sāļi, boraks), kas, ierobežojot šķīduma pH pazeminināšanos, samazina tā korodējošās īpašības un ClO_2 izdalīšanos.

Lai aparatūra nekorodētu, tā jāizklāj ar keramikas plāksnēm vai jāizgatavo no dārgiem speciāliem nerūsošiem tēraudiem ar lielu titāna (20%) vai molibdēna saturu. Strādājot parastā nerūsošā tērauda aparatūrā, tā pasivēšanai balinošajam $NaClO_2$ šķīdumam (5 g/l) pievieno slāpekļskābes sāļus, piemēram, $NaNO_3$ (3 g/l) vai monoamonija fosfātu $NH_4H_2PO_4$ (4—5 g/l) un H_2O_2 (0,5 g/l) (H_2O_2 samazina ClO_2 izdalīšanos).

Pēdējos gados izstrādā augsttemperatūras balināšanas paņēmienus ar hlorītu. Ar piesūcināšanas-tvaicēšanas metodi pie 143 °C kokvilnas audumus var balināt neitrālā vidē, kad

notiek tikai minimāla aparatūras korozija un ClO_2 izdalīšanās.

Balināšana ar hlorītu ir visai ierobežota. To ieteic linu priekšdzijas, kokvilnas-lavsāna, kokvilnas-viskozes, kā arī sintētisko šķiedru audumu un trikotāžas balināšanai.

Kokvilnas audumu vārīšanas un balināšanas paņēmieni un iekārtas

Kokvilnas audumus parasti vāra un balina augstražīgās nepārtrauktas darbības iekārtās, kurās iegūst augstas kvalitātes produkciju. Periodiskas darbības katlus lieto reti.

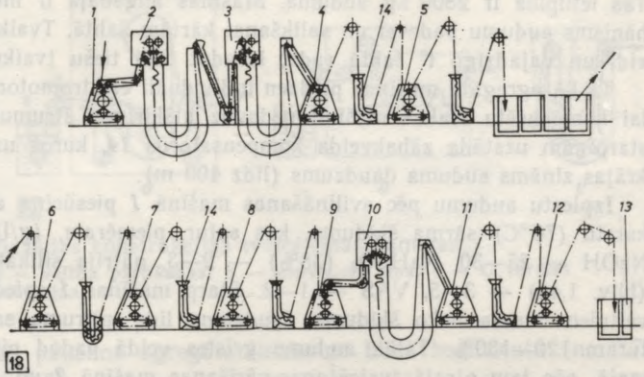
Visbiežāk kokvilnas audumus sagatavo ar nepārtraukto sārma-peroksīda tvaicēšanas paņēmienu tā divfāžu variantā. Reizēm lieto arī vienfāzes jeb oksidējošās vārīšanas paņēmienu un hlorīta paņēmienu.

Katlos audumu vāra ar sārmu un balina ar peroksīdu attiecīgajā šķīdumā pie katla moduļa 1 : 3,5—4 (t. i., uz 1 kg TM ir 3,5—4 l šķīduma). Nepārtrauktas darbības iekārtās audumu tikai piesūcina ar apdares šķīdumu un tvaicē. Tvaicēšanas-vārīšanas un balināšanas paņēmiena priekšrocība ir nelielais modulis M(1 : 1—1,2), kas ļauj uzkarsēt piesūcināto audumu ar tiešu tvaiku līdz vajadzīgajai t° dažās minūtēs, saīsinot apstrādes laiku un samazinot ūdens, tvaika un ķimikāliju patēriņu; vārīšanas process paātrinās arī NaOH palielinātās koncentrācijas dēļ (10—15 g/l vietā 20—30 g/l).

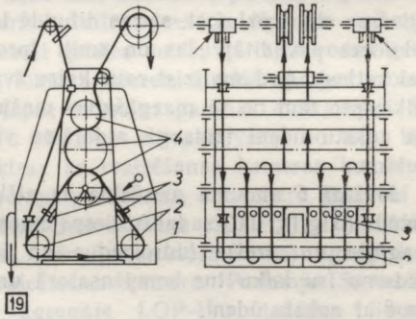
Nepārtrauktais sārma-peroksīda tvaicēšanas paņēmiens. *Divfāžu paņēmiens.* Ar šo paņēmienu kokvilnas audumus apstrādā ar sārma un peroksīda šķīdumiem tvaika vidē grīstes veidā vai izplestā stāvoklī. Procesa galvenās operācijas ir auduma piesūcināšana ar sārma šķīdumu, tvaicēšana, mazgāšana, skābināšana, mazgāšana, piesūcināšana ar H_2O_2 šķīdumu, tvaicēšana, mazgāšana.

Visbiežāk kokvilnas audumus (85—170 g/m^2) vāra un balina grīstes veidā, jo tad procesu iespējams realizēt ar lielāku ātrumu. Šim nolūkam izmanto agregātu LŽO-2, kurā apstrādā divas paralēlas auduma grīstes divās plūsmās ar ātrumu līdz 200 m/min. Apdares process agregātā ilgst 3,5—4 h.

Agregāts (18. att.) sastāv no divu tipu mašīnām: piesūcināšanas-mazgāšanas mašīnām *1*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *11* un *12*



18. att. Agregāta LŽO-2 shēma



19. att. Piesūcināšanas-mazgāšanas mašīnas MM-200 shēma

un tvaicēšanas-vārīšanas vai balināšanas mašīnām *2*, *3* un *10*.

Piesūcināšanas-mazgāšanas mašīnās (19. att.) audumu piesūcina ar apdares šķīdumu vai arī mazgā. Mašīnā *1* divas auduma grīstes ievada katru no savas puses, bet izvada mašīnas centrā. Auduma grīstes, apmetot vairākas cilpas mašīnā ap vadveltņiem *2* un apakšējo spiedveltni *4*, starp grīstu atdalītājiem *3*, pārmaiņus piesūcas ar apdares šķīdumu un tiek atūdeņotas; tas intensificē procesu. Audumu mašīnā samērā stipri nostiepj, jo tad var strādāt ar lielāku padeves ātrumu; bet audumam jābūt ar stabilu struktūru. Sastiepums lielā mērā relaksējas tvaicēšanas mašīnās.

Tvaicēšanas-vārīšanas vai balināšanas mašīnās *2*, *3* un *10* (18. att.) tvaicē ar sārma vai H_2O_2 šķīdumu piesūcinātos audumus. Mašīna ir U formas nerūsoša tērauda šahta, kas ar vertikālu starpsienu sadalīta divās daļās katrai grīstei.

Tās ietilpība ir 2800 kg auduma. Mašīnas augšdaļā ir mehānisms audumu padevei un salikšanai kārtām šahtā. Tvaika vidi un vajadzīgo t° šahtā rada, ievadot tajā tiešu tvaiku.

Tā kā agregāta mašīnas piedzen individuāli elektromotori, lai kompensētu blakus mašīnu nedaudz atšķirīgos ātrumus, starp tām uzstāda zābakveida kompensatorus *14*, kuros uzkrājas zināms auduma daudzums (līdz 400 m).

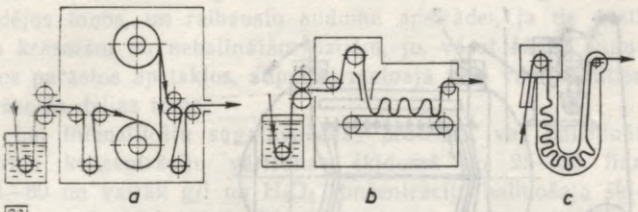
Izplestu audumu pēc svilināšanas mašīnā *1* piesūcina ar karstu (70 °C) sārma šķīdumu, kas satur, piemēram, (g/l): NaOH — 25—30, $NaHSO_3$ (38%) — 2—3, nātrija silikātu (blīv. 1,44) — 3—5, VAS — 1—2. Starp mašīnas *1* spiedveltņiem atdala lieko šķīduma daudzumu līdz mitruma saturam 120—130%. Tālāk audumu grīstes veidā padod pirmajā, pēc tam otrajā tvaicēšanas-vārīšanas mašīnā *2* un *3*. Tvaika atmosfērā pie ~100 °C ar sārmu piesūcinātā auduma šķiedras stipri uzbriest, sārms difundē tajās dziļāk un sadala celulozes pavadītājvielas un smiti (process analogs vārīšanai katlos). Audums iziet caur katru tvaicēšanas mašīnu 1 h laikā, pēc tam no tā mazgāšanas mašīnās *4* un *5* ar karstu un aukstu ūdeni izmazgā atdalāmo vielu sadalīšanās produktus.

Mašīnā *6* audumu piesūcina ar atšķaidītu sērskābes šķīdumu (3 g/l), lai sadalītu iespējamos nešķīstošos kalcija, magnija un dzelzs hidroksīdus un karbonātus. Pēc tam audumu īsu laiku tur kompensatorā un izmazgā mašīnās *7* un *8* ar aukstu ūdeni.

Mašīnā *9* audumu piesūcina ar pasārmotu ūdeņraža peroksīda šķīdumu, piemēram, ar šādu sastāvu (g/l) : H_2O_2 (30%) — 5—10, NaOH — 3—5, nātrija silikāts (tehniskais) — 10—12, VAS — 1—2. Tvaicēšanas-balināšanas mašīnā *10* piesūcināto audumu ar tiešu tvaiku uzkarsē līdz 100 °C un tvaicē 1 h. H_2O_2 strauji difundē uzbriedušajā TM un efektīvi izbalina to. Izbalināto audumu izmazgā ar karstu un aukstu ūdeni mašīnās *11* un *12* un padod uz žāvēšanas iekārtu.

Reizēm balina arī iekārtā LŽO-1, kurā ar līdzīgu paņēmienu apstrādā vienu auduma grīsti vai divas grīstes kopā vienā plūsmā; tas samazina dīkstāves (agregātā LŽO-2, ja samezglojas viena grīste, jāapstādina arī otra).

Padomju Savienībā lieto arī dažādu firmu «Du Pont» sistēmas agregātus, kuriem raksturīgas citas konstrukcijas piesūcināšanas un mazgāšanas mašīnas, kas samazina auduma sastiepumu, un kuros apstrādā vienu auduma grīsti;



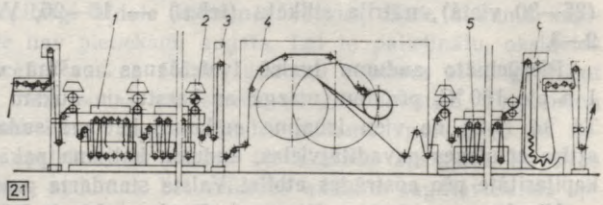
20

Dažādas konstrukcijas tvaicēšanas kameras:
a — veltņu pārtīšanas; *b* — konveijera tipa; *c* — U formas šahtveida

tas palielina agregāta lietderīgā laika koeficientu (no 0,75 uz 0,8).

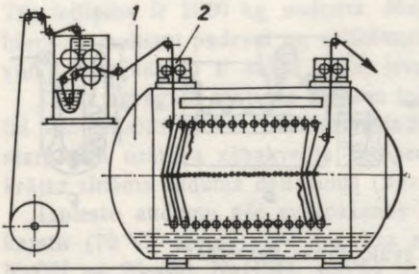
Biezos un blīvos kokvilnas audumus, no stipri grodotām dzijām austos, kā arī kokvilnas-lavsāna šķiedru audumus nedrīkst vārīt un balināt grīstes veidā, jo tajos rodas grūti izlabojami burzījumi, lūzumi, ieloces, turklāt apdares procesi noris nevienmērīgi, tāpēc krāsojot parādās svītrainība. Šie audumi jāapstrādā izplestā stāvoklī vienā no triju tipu agregātiem, kas atšķiras ar tvaicēšanas kameras konstrukciju. Agregātam ir veltņu pārtīšanas, konveijera tipa vai U formas šahtveida tvaicēšanas kamera (20. att.). Izplatītākie ir «Benteler» sistēmas (pēc firmas nosaukuma) agregāti ar veltņu pārtīšanas tvaicēšanas kameru. Padomju Savienībā tāds ir trīssekciju agregāts LOP-140 dažāda blīvuma audumu (65—300 g/m²) vārīšanai, balināšanai un žāvēšanai.

Pēc piesūcināšanas mašīnās *1* ar sārma šķīdumu (21. att.) audumu nospiež starp spiedveltņiem *2* un caur kompensatoru *3* padod uz veltņu pārtīšanas tvaicēšanas kameru *4*, kurā audumu piesātināta tvaika atmosfērā 40—60 min pārtin no viena veltņa uz otru. Tālāk audumu mazgā mašīnās *5*, atūdeņo un caur kompensatoru *6* padod



21

Līnijas LOR-140 vārīšanas sekcijas shēma



22. att. Tvaicēšanas autoklāvs

uz pirmajai sekcijai līdzīgu balināšanas sekciju un pēc tam uz cilindru žāvētavu. Auduma kustības ātrums agregātā līdz 100 m/min. Agregāta otrā sekcija izgatavota no tērauda, kas satur 20% titāna, tajā audumu var balināt arī ar hlorītu.

Matisona sistēmas konveijera tipa tvaicēšanas kameru (20. att. *b*) priekšrocība ir tā, ka tvaicēšanas laikā uz transportiera brīvi gulošo audumu nesastiepj. Līdzīgas iekārtas sāk ražot arī Padomju Savienībā (LOK-140 un LOK-180).

Interesi rada augsttemperatūras balināšanas līnijas audumu apstrādei izplestā stāvoklī; apdares procesi tajās ārkārtīgi paātrinās. Tā, paaugstinot t° no 100 līdz 140—150 °C, vārīšana vai balināšana ilgst tikai 1—2 min. Auduma pārvietošanās ātrums sasniedz 150 m/min. Ievērojami samazinās tvaicēšanas mašīnu izmēri. Tās nereti izveido kā tvaicēšanas autoklāvus (*1*) ar gumijotu veltnīšu noslēgiem (*2*) (22. att.).

Vienfāzes jeb oksidējošās vārīšanas paņēmiens. Šajā gadījumā vārīšanu un balināšanu apvieno vienā operācijā. Apstrādā svilinātu un atsmitētu audumu ar sārmainu peroksīda šķīdumu, kas salīdzinājumā ar divfāžu paņēmienu satur palielinātu peroksīda un samazinātu sārma daudzumu (g/l): H_2O_2 (30%) — 20—25 (5—10 vietā), NaOH — 5—7 (25—30 vietā), nātrija silikātu (tehn.) — 15—20, VAS — 2—3.

Piesūcināto audumu tvaicē tvaicēšanas mašīnā vismaz 1 h pie 100 °C, pēc tam mazgā ar karstu un aukstu ūdeni. Tā kā H_2O_2 ne vien izbalina audumu, bet arī sadala un attīra celulozes pavadītājvielas, auduma baltuma pakāpe un kapilaritāte pēc apstrādes atbilst Valsts standarta prasībām.

Vienfāzes paņēmiens ir augstražīgāks nekā divfāžu, bet lietojams tikai ierobežota sortimenta audumiem: vieglāku

kokvilnas audumu sagatavošanai, lai tos krāsotu gaišos un vidējos toņos, un raibausto audumu apstrādei, ja tie austi no krāsotām un nebalinātām dzijām, jo, vārot šādus audumus parastos apstākļos, stipri sārmainajā vidē var mainīties krāsotās dzijas tonis.

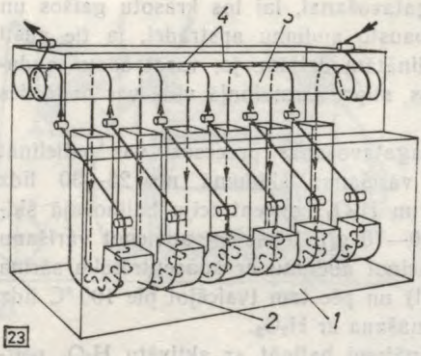
Lai intensificētu sagatavošanas procesus, var palielināt sārma koncentrāciju vārīšanas šķīdumā no 25—30 līdz 50—80 un vairāk g/l un H_2O_2 koncentrāciju balinošajā šķīdumā no 5—10 līdz 40—70 g/l. Ieteic arī apvienot vārīšanu ar merserizāciju, piesūcinot audumu ar koncentrētāku sārma šķīdumu (150—250 g/l) un pēc tam tvaicējot pie 100 °C līdz 1 h. Seko parastā balināšana ar H_2O_2.

Interesanti ir mēģinājumi balināt ar aktivētu H_2O_2 neitrālā vai vāji skābā vidē bez stabilizatora. Noskaidrots, ka dažas organiskās vielas, piemēram, daži organisko skābju amīdi, slāpekli saturoši aromātiskie savienojumi, kā arī smago metālu sāļi šādos apstākļos ir stiprāki aktivatori nekā sārms.

Nepārtrauktais sārma-hlorīta tvaicēšanas paņēmiens. Šo paņēmienu ieteic galvenokārt kokvilnas-lavsāna, arī kokvilnas-viskozes šķiedru audumu balināšanai.

Kokvilnas un it īpaši kokvilnas-lavsāna audumus balina izplestā stāvoklī, lai nerastos ieloces, vislabāk agregātā ar veltņu pārtīšanas tvaicēšanas kameru pēc šādas shēmas: fermentatīva atsmitēšana, piesūcināšana ar sārma šķīdumu un tvaicēšana, skābināšana, balināšana ar hlorītu, t. i., auduma piesūcināšana ar hlorīta šķīdumu, kas satur, piemēram, (g/l): $NaOCl_2$ — 10—15, monoamonija fosfātu — 5—7, VAS — 2, nātrija nitrātu — 2—3, tvaicēšana 2 h pie 98—100 °C, mazgāšana un žāvēšana.

Ja audums austs no augstas kvalitātes tīras kokvilnas, kas nesatur sēklu apvalku daļiņas, atsmitēto audumu var neapstrādāt ar sārmu, bet tūlīt balināt ar hlorītu. Hlorīts labi izbalina audumu un sadala arī lielāko daļu celulozes pavadītājvielu. Process kļūst vienkāršāks un īsāks, bet hlorīts nepilnīgi atdala kokvilnas vaskus, tāpēc auduma kapilaritāte nav pietiekami augsta. Lai to palielinātu, oksidētos modificētos vaskus atdala, audumu papildus īslaicīgi vārot (3—5 min) sodas vai sārma (5 g/l) šķīdumā. Paņēmienu lieto kokvilnas-viskozes šķiedru audumu apdarei, jo tos nedrīkst apstrādāt ar sārmu tik skarbos apstākļos kā tīras kokvilnas audumus, bet viskozes audumu sagatavošanas apstākļos kokvilna izbalinās nepilnīgi.



23. att. Piesūcināšanas-mazgāšanas mašīnas «Multiplekss-2» shēma

Iekārta kokvilnas adīto drānu balināšanai. Tā kā kokvilnas adīto drānu struktūra daudz vieglāk deformējama nekā audumiem, tās vāra un balina grīstes veidā nepārtrauktas darbības agregātos, kuru piesūcināšanas un mazgāšanas mašīnās tās nesastiepj. Drānas iet caur mašīnām brīvi krītošu peldošu cilpu veidā. Piemēram, firmas «Kleinewefer» agregāta mazgāšanas mašīna vai mūsu piesūcināšanas un mazgāšanas mašīnas «Multiplekss-2» (23. att.) sastāv no lielas vannas *1* ar sešiem šahtveida kompensatoriem *2*, caur kuriem pakāpeniski iziet mazgājamā drāna, te piesūcinoties, te atūdeņojoties starp centrālo veltni *3* un spiedveltņiem *4*; tas intensificē procesu.

Viss process kopumā noris šādi: divās piesūcināšanas mašīnās drānu apstrādā ar sārma šķīdumu, šahtveida tvaicēšanas-vārīšanas mašīnā piesūcināto audeklu tvaicē, trijās mazgāšanas mašīnās mazgā. Otrā līdzīgā sekcijā notiek balināšana ar H_2O_2.

Ir arī iekārtas kokvilnas apaļadīto drānu balināšanai, piemēram, firmas «Fleissner» līnija ar platinātāju, mazgāšanas un piesūcināšanas mašīnām ar sietcilindriem (105. lpp.) un konveijera tipa tvaicēšanas mašīnu.

Audumus un adītās drānas, ko izlaiž balinātas, pēc izmazgāšanas pakļauj nobeiguma apdarei.

Kokvilnas audumu vārīšanu un balināšanu periodiskas darbības katlos veic reti, lai apstrādātu audumus ar viegli deformējamu struktūru, piemēram, marli, tillu, aizkaru audumus, kokvilnas mežģīnes, arī adītās drānas.

Parasti lieto Ivanovas ZPTI sistēmas katlus ar ietilpību 3 un 5 t auduma. Tie ir hermētiski noslēdzami vertikāli autoklāvkatli, kuros audumus vāra zem spiediena pie

125—140 °C. Mehanizēts iekrāvējs vienmērīgi saliek audumu katlā ar caurumotu dubultdibenu. Audumu sablīvē, katla apakšdaļā radot vakuumu ar vakuumsūkni. Katlu noslēdz ar vāku un piepilda ar sārma šķīdumu, ko ar sūkni padod uz siltummaini un pēc tam uz katlu (no apakšas). Šķīdums cirkulē sistēmā katls — papildtvertne — sūknis — siltummainis — katls. Lai audumu novārītu vienmērīgi, šķīduma cirkulācijas virzienu periodiski maina. Audumu vāra šķīdumā, kas satur 10—15 g/l NaOH un vajadzīgās piedevas (70. lpp.). Pati vārīšana ilgst 3—4 h, viss cikls, ieskaitot iekraušanu, uzsildīšanu, atdzesēšanu un izkraušanu — līdz 12 h.

Šajā pašā katlā novārīto audumu pēc izskalošanas var arī balināt ar ūdeņraža peroksīda šķīdumu, kurš satur (g/l): H_2O_2 (rēķinot uz 100%) — 2, nātrija silikātu (blīv. 1,44) — 10, NaOH — 2, VAS — 0,5—1. Balina 1 h pie ~100 °C.

Pēdējā laikā radītas nepārtrauktas darbības iekārtas, kurās var balināt arī audumus ar viegli deformējamu struktūru, piemēram, līnija «LSS-15». Tā sastāv no U formas šahtveida mašīnām, kas apvienotas sekcijās auduma grīstu (2 vai 4 vienā plūsmā) apdarei bez sastiepuma ūdens vai tvaika vidē (sk. arī 23. att.).

Merserizācija

Merserizācija ir kokvilnas audumu vai dziju īslaicīga (40—120 s) apstrāde ar koncentrētu nātrija hidroksīda NaOH šķīdumu (225—300 g/l) nostieptā stāvoklī pie parastās t° (16—20 °C) ar sekojošu sārma izmazgāšanu no materiāla. Merserizācija palielina šķiedrmateriāla higroskopiskumu, sorbcijas un nokrāsošanās spēju, dod noturīgu zīdainu spīdumu un palielina auduma blīvumu un izturību. Tāpēc merserizācija ir viens no svarīgākajiem kokvilnas audumu cildošanas paņēmieniem.

Šķiedrmateriāla īpašību maiņa saistīta ar ķīmiskiem un fizikālķīmiskiem procesiem, kas noris, koncentrētajam sārmam iedarbojoties uz celulozi. Celuloze sārma šķīdumā stipri uzbriest NaOH jonu hidratācijas dēļ. Uzbriešana un merserizācijas efekts ir jo lielāki, jo sārma koncentrācija augstāka un t° zemāka. Pie 19 °C optimālā NaOH koncentrācija ir 225—300 g/l.

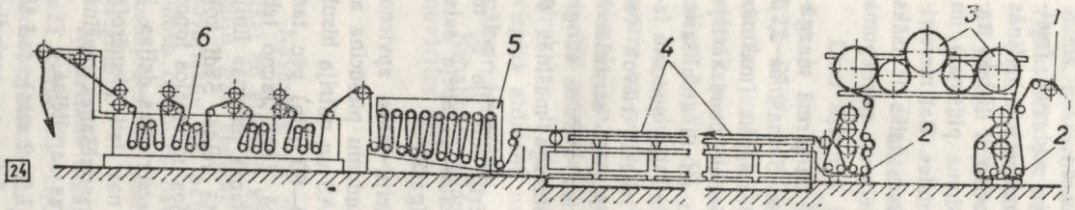
Uzbriestot merserizācijas laikā, TM stipri saraujas. Lai tas nenotiktu, merserizē nostieptus audumus (5—10% no trūkšanas slodzes) un dzijas. Tad plakanās savērptas lentītes veida šķiedras uzbriestot iegūst cilindrisku formu ar gludu virsmu, kas labāk atstaro gaismas starus, un materiāls iegūst nemainīgu zīdainu spīdumu. Tikai atsevišķos gadījumos, piemēram, mākslīgā zamša ražošanai trikotāžas rūpniecībā, kokvilnas pamatadījuma drānas merserizē bez sastiepuma. Adījums saraujas par 25—30%, kļūst maksimāli blīvs, bet bez spīduma.

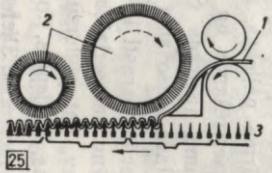
Ķīmiskā reakcijā starp kokvilnas celulozi un NaOH rodas nestabila sārma celuloze (22. lpp.), kas pēc apstrādes ar lielu ūdens daudzumu sadalās atpakaļ par celulozi un sārmu. Reģenerētā celuloze jeb hidrātceluloze ir sākotnējās celulozes struktūrmodifikācija (22. lpp.) ar to pašu ķīmisko sastāvu, bet citu, mazāk blīvu struktūru un lielāku aktīvo virsmu un tādēļ lielāku sorbcijas un nokrāsošanās spēju. Intensīvākas nokrāsošanās efektu rada arī merserizēto šķiedru atšķirīgās optiskās īpašības.

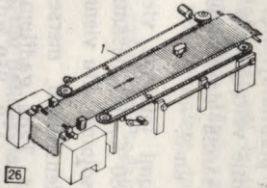
Merserizēšanu vislabāk izdarīt tad, kad audums jau novārīts un daļēji attīrīts. Jēlaudumus merserizē reti, jo tad process noris lēnāk un nevienmērīgāk, bez tam sārma šķīdums kļūst stipri netīrs un grūti reģenerējams. Merserizējot balinātus audumus, pazeminās to baltuma pakāpe. Lai merserizācija notiktu vienmērīgāk, augstākas kvalitātes novārītos audumus iepriekš izžāvē.

Audumu merserizēšanai ir divu tipu mašīnas — ar auduma ķēžu platinātāju un bez tā.

Vairāk pilnveidotas ir mašīnas ar ķēžu platinātāju (24. att.). Audumu *1* tajās piesūcina ar sārma šķīdumu vannās ar spiedveltņiem *2*. Lai procesu paildzinātu, sārmaino audumu laiž pāri cilindriem *3*. Tālāk audums nonāk platināšanas mašīnā *4*. Tur (25. att.) auduma *1* malas ar rotējošām sukām *2* uzdur uz divu paralēlu transportķēžu adatām *3*. Transportķēdēm atvirzoties vienai no otras, audumu izpleš līdz paredzētajam platumam, tālāk tās iet paralēli (26. att.). Platinātāja beigu posmā merserizēšanu beidz un uzsāk sārma izmazgāšanu no auduma, aprasinot to ar ūdeni. Tālāk audums nonāk atsārmotājā *5* (24. att.), kur no tā izmazgā galveno sārma daudzumu, bet sārma paliekas atdala mašīnas *6* sekcijās, mazgājot ar ūdeni, neitralizējot ar atšķaidītu sērskābi un atkal mazgājot ar ūdeni. Mašīnas galvenās priekšrocības ir ilgāks merserizēšanas laiks





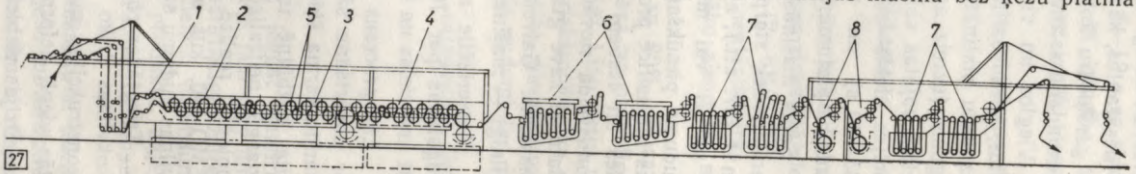


24. att. Merserizācijas mašīna ar ķēžu platinātāju

25. att. Mehānisms auduma malas uzduršanai uz transportķēdes adatām

26, att. Platināšanas lauka shēma:
1 — transportķēdes

27. att. Merserizācijas mašīna bez ķēžu platinātāja



(40—50 s) un regulējama auduma nostiepšana garumā un platumā; tas nodrošina lielāku merserizācijas efektu. Tā merserizē smagos audumus, kas stipri jānostiepj platumā, lai tie nesarautos, kā arī augstas kvalitātes audumus, kuri austi no garšķiedru kokvilnas dzijām un stipri grodotām dzijām (ķemmdziju satīnus, ripsu, taftu, poplīnus u. c.).

Vieglos un vidēji smagos kārsto dziju audumus (metkalus, kardu satīnus, kašmiru u. c.) var merserizēt mašīnās bez ķēžu platinātāja. Šo mašīnu priekšrocība ir lielāks ražīgums (uzreiz apstrādā 2 vai pat 4 auduma plūsmas) un netiek bojātas vai pat atrautas auduma malas. Bet merserizācijas efekts ir mazāks, jo merserizēšanas laiks ir īsāks (35—40 s) un nav vienmērīga, regulējama nostiepuma auduma platumā.

Šajās mašīnās audumu merserizēšana un pirmā mazgāšana notiek starp daudziem veltņu pāriem *5* mašīnās *2*, *3* un *4* (27. att.), apakšējiem veltņiem rotējot sārma (mašīnās *2* un *3*) vai mazgājošos šķīdumos. Notiek daudzkārtēja auduma piesūkšanās ar apdares šķīdumu un tā atdalīšana; tas intensificē procesu. Pirms padošanas mašīnā audumu izpleš un izstiepj visā platumā speciāli izliekti, rievoti vai konusveidā novietoti platinātājveltņi *1*. Mašīnā saraušanos platumā kavē gumijotie veltņi, starp kuriem audums stingri saspiests. Galveno sārma daudzumu izmazgā mašīnās *6*, pilnīgi — mašīnās *7* un *8*.

Merserizētie audumi jāizžāvē vienmērīgi un pie t°, ne augstākas par 70—80 °C, lai nesamazinātos to spēja saistīt krāsvielas un krāsojums būtu vienmērīgāks.

Lai procesus intensificētu, merserizāciju ieteic apvienot ar novārīšanu sārmā. Tādā gadījumā audumu piesūcina ar karstu sārma šķīdumu (150—250 g/l) VAS un nātrija bisulfīta klātbūtnē un tvaicē pie 100 °C 60—90 min, pēc tam mazgā, neitralizē sārma paliekas, mazgā, žāvē. Jauno tehnoloģiju realizē merserizēšanas un vārīšanas plūsmas līnijā LMO-140, kur audumu apstrādā izplestā veidā. Šādi kokvilnas audumu sagatavo krāsošanai tumšos un vidējos toņos.

Trikotāžas rūpniecībā parasti lieto merserizētas dzijas, jo kokvilnas triko drānu merserizēšanai nav īsti piemērotas konstrukcijas mašīnu, bet audumu merserizēšanas mašīnās tās viegli deformējas, izstiepjas, to malas sarullējas.

Dzijas visbiežāk merserizē šķeterēs (1,5—2 min); tad tās var labi nostiept, uzmaucot veltnīšu pārim ar periodiski

maināmu attālumu. Ir gan izstrādāts paņēmiens dziju merserizēšanai nepārtrauktas darbības iekārtā.

Merserizācijai līdzīgu efektu var iegūt, apstrādājot kokvilnas audumus, dzijas un šujamos diegus 5—10 s ar šķidru amonjaku. TM stipri uzbriest, palielinās tā izturība, spīdums, nokrāsošanās spēja, turklāt krāsojums iznāk vienmērīgāks nekā pēc merserizēšanas ar NaOH.

Šķidru amonjaku ieteic ne tikai auduma cildošanai, bet arī kā vidi krāsošanai un nobeiguma apdarei.

LINU TEKSTILMATERIĀLU BALINĀŠANA

Linu šķiedras ievērojami grūtāk attīrāmas nekā kokvilnas, jo tās satur 4—5 reizes vairāk celulozes pavadītājvielu (22—27%), arī grūti atdalāmo lignīnu (2—6%); tās ir daudz tumšākā krāsā un atsevišķas elementāršķiedras ir mazāk pieejamas apdares šķīdumiem biezāko sienu un noslēgtā kanāla dēļ.

Lai audumi balinot nezaudētu uzreiz ap 20% no sava svara un nekļūtu retāki un neblīvāki, tos auž no pusbalinātām dzijām, pēc tam audumu izbalina pilnīgi. Linu dziju un sevišķi priekšdziju balināšanai vēl ir tā priekšrocība, ka to struktūra ir daudz irdenāka, tāpēc dabiskie piemaisījumi vieglāk atdalāmi nekā no audumiem, turklāt audumi tad iznāk arī izturīgāki.

Nebalinātu audumu ražošanai sadzīves vajadzībām lieto novārītas dzijas.

Dziju balināšana

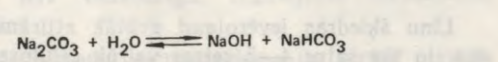
Novārītas un pusbaltas dzijas pašreiz iegūst gandrīz tikai no attiecīgi apstrādātas priekšdzijas. Pie tam gan linu dziju, gan audumu apdares procesos ir mērķtiecīgi izslēgt novārīšanu kā patstāvīgu operāciju, jo lielais daudzums tumšo celulozes pavadītājvielu sadalīšanās produktu, daļēji sorbējoties no šķīduma uz šķiedrām, apgrūtina to izbalināšanu.

Novārīšanu tagad parasti apvieno ar balināšanu ar ūdeņraža peroksīdu H_2O_2, t. i., izdara oksidējošo novārīšanu. Šāds paņēmiens ļauj iegūt baltāku TM ar mazāku tā masas zudumu, vienlaikus saglabājot celulozi vairāk neskartu, jo

peroksīds oksidē pirmām kārtām neatdalītās celulozes pavadītājvielas.

Novārīšanu kā atsevišķu operāciju veic gadījumos, kad dziju un audumu nebalina, bet tikai novāra, lai audums būtu ar lielāku kapilaritāti, mīkstāks, lokanāks. Turklāt linu šķiedrmateriālus vienmēr apstrādā maigākos apstākļos nekā kokvilnas, lietojot mazāk sārmainus šķīdumus, kur NaOH aizstāts ar sodu, bet t° nepārsniedz 100 °C. Ja to neievēro, var sairt un izšķīst pektīnvielas, kas saista linu elementāršķiedras tehniskās šķiedrās, un šķiedras var zaudēt izturību.

Atkarībā no linu šķiedru iegūšanas paņēmiena un tīrības pakāpes sārmu pilnīgi vai daļēji aizstāj ar sodu:



$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaOH + NaHCO_3$$

tā, lai kopējā sārmainība būtu 9—17 g/l, rēķinot uz NaOH, vai 25—45 g/l sodas. Vārīšanas šķīduma sastāvā ir arī VAS (0,25—0,3 g/l), nātrija sulfīts (0,9—1 g/l) un nātrija silikāts (0,9—1 g/l). Vāra 2 h pie 95—100 °C. Novārīto priekšdziju mazgā, skābina ar etiķskābi (1,1—1,2 g/l) 15 min pie 50—55 °C, lai neitralizētu sārma paliekas un samazinātu minerālsāļu daudzumu šķiedrās, pēc tam mazgā ar siltu ūdeni. Priekšdziju masas zudumi vārīšanas laikā ir 11—16%.

Balināšana ar oksidējošās novārīšanas paņēmienu. Balināmos audumus aužno pusbaltām dzijām, ko izgatavo no balinātas priekšdzijas. Balina ar oksidējošās novārīšanas paņēmienu pēc šādas shēmas: priekšdzijas sagatavošana, neitralizēšana vai mazgāšana, oksidējošā novārīšana, mazgāšana, skābināšana, mazgāšana.

Priekšdziju sagatavo, apstrādājot ar atšķaidītu sērskābi (1,4—1,7 g/l) 25 min pie 35—40 °C, lai iznīcinātu un atdalītu uz šķiedrām esošo mikrofloru, kā arī dzelzs sāļus, kas oksidējošās novārīšanas laikā katalītiski sadala H_2O_2 un samazina tā balinošo iedarbību. Pēc apstrādes priekšdziju mazgā, neitralizē skābes paliekas ar atšķaidītu sodas šķīdumu, mazgā. Ja šķiedrmateriāls grūti balināms, tā sagatavošanai skābes vietā lieto nātrija hipohlorītu, kas vienlaikus dziju daļēji izbalina.

Tālāk seko oksidējošā novārīšana stabilizētā sārmaina peroksīda šķīdumā, kas satur (g/l): H_2O_2 (rēķinot uz 100%) — 2,5—3,6, kopējā sārmainība (rēķinot uz NaOH) —

7—10, nātrija silikātu — 12—13, magnija sulfātu — 0,1—0,2, tripolifosfātu $Na[Na_4(P_3O_{10})]$ — 0,3—0,4. Vāra pie 95—98 °C 70 min. Sārmaino vidi rada ar sodu, netīrāku šķiedru gadījumā ar sodas un sārma maisījumu. Pēc vārīšanas priekšdziju vai dziju mazgā, skābina ar etiķskābi, mazgā.

Pakulu dzijas apstrādā ar zemākas koncentrācijas šķīdumiem.

Vidēji tīru sukātu linu priekšdzijas masas zudums procesā ir 10—12%, baltuma pakāpe 58—65%.

Linu-lavsāna priekšdziju un dziju oksidējošo novārīšanu veic ar lavsāna saturam atbilstošu vājākas koncentrācijas šķīdumu, jo lavsāna šķiedras ir samērā jutīgas pret sārmu iedarbību, turklāt tās ir relatīvi tīras un baltas. Lai linu šķiedrās esošie spaļi tomēr pietiekami izbalinātos, priekšdziju sagatavo nevis ar atšķaidītas skābes, bet ar hipohlorīta šķīdumu skābā vai sārmainā vidē, kas iedarbojas uz lignīnu.

Balināšana ar hlorīta un oksidējošās novārīšanas paņēmienu. Balinot linu šķiedras ar lielāku lignīna saturu, sevišķa nozīme ir nātrija hlorītam $NaClO_2$, kas oksidē un hlorē lignīnu u. c. dabiskos piemaisījumus, un tie kļūst viegli šķīstoši vāji sārmainos šķīdumos. Balināšanu ar hlorītu kombinējot ar oksidējošo novārīšanu, var iegūt $^3/_4$ baltu priekšdziju.

Ar skābi sagatavoto priekšdziju balina ar hlorīta šķīdumu, kura koncentrācija 4,9—5,1 g/l (rēķinot uz aktīvo hloru), skābā vidē (2,7—3 g H_2SO_4/l) 30 min pie 45 °C. Pēc tam priekšdziju neitralizē ar sodas šķīdumu un antihlorē ar $NaHSO_3$ šķīdumu. Seko oksidējošā novārīšana ar šķīdumu, kas satur (g/l): sodu — 22,5—23, NaOH — 1,9—2, nātrija silikātu — 14—14,5, H_2O_2 (rēķinot uz 100%) — 2,1—2,4 un nelielas magnija sulfāta un nātrija tripolifosfāta piedevas. Vāra 60 min pie 96—98 °C. Mazgā, skābina ar etiķskābes šķīdumu, mazgā. Priekšdzijas masas zudums visa procesa laikā ap 15%, baltuma pakāpe pēc balināšanas 72%.

Balināšana ar sārma-hipohlorīta paņēmienu. Klasisko sārma-hipohlorīta paņēmienu pēdējā laikā linu priekšdziju un dziju balināšanai lieto reti. Pēc tā dziju novāra sārma un sodas šķīdumā, tad balina nātrija hipohlorīta šķīdumā. Bet pēc novārīšanas šķiedrā palikušās olbaltumvielas, kuru linos ir ievērojami vairāk nekā kokvilnā, ar NaOCl rada nestabilas hloraminoskābes ClHN—RCH—COOH un hloramīnu

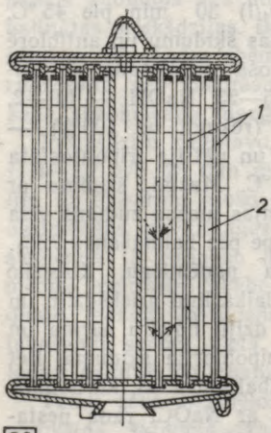
NH_2Cl (31. lpp.), kam piemīt nepatīkama smaka. Turklāt šīs vielas, pamazām sadaloties, izdala sālsskābi, kas var izraisīt šķiedru destrukciju. Lai tas nenotiktu, jāizdara antihlorēšana, t. i., hloru saturošo savienojumu sadalīšana. Tāpēc dzijas apstrādā ar pasārmotu stabilizētu H_2O_2 šķīdumu, kas vienlaikus dziju antihlorē un papildus izbalina.

$$R-\underset{\underset{NHCl}{|}}{CH}-COOH + H_2O_2 \xrightarrow{+\,NaOH} NaCl + O_2 + R-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + H_2O$$

$$NH_2Cl + H_2O_2 \longrightarrow NH_4Cl + O_2$$

Tagad, balināšanas procesu tālāk pilnveidojot, visu šo operāciju vietā izdara tikai oksidējošo novārīšanu; iegūst līdzīgu balināšanas un attīrīšanas efektu, t. i., $^1/_2$ baltu priekšdziju.

Iekārtas linu priekšdzijas un dziju balināšanai. Linu priekšdziju un dziju balina speciālā aparātā OB-500-L vai universālā aparātā AKD-U. Tie ir hermētiski noslēdzami katli ar dubultdibenu, kurā vienā vai divās ligzdās iestiprina spoļu turētājus (28. att.). Katram spoļu turētājam ir 25—32 caurumotas caurules *1*, uz kurām samauc perforētas spoles ar priekšdziju vai dziju *2*. No augšas spoļu turētājus noslēdz un iecel katlā. Katlu noslēdz, piepilda ar balinošo šķīdumu, ieslēdz sūkni. Sūknis padod šķīdumu spoļu turētāju iekšpusē un caur dziju slāni ar 2,5—3 atm. lielu spiedienu. Šķīdums var aizplūst no katla, tikai izspiežoties cauri



28

28. att. Spoļu turētājs un šķīduma cirkulācija tajā

spolēs uztītajam dziju slānim. Lai process būtu vienmērīgāks, šķīduma cirkulācijas virzienu periodiski maina. Katlā OB-500-L var iekraut 500 kg dziju, AKD-U — 580 kg. Katla modulis 1 : 8,5 l/kg. Šķīdumu uzkarsē katlā un t° notur ar netiešu un tiešu tvaiku. Pēc novārīšanas vai balināšanas dzijas turpat katlā mazgā ar ūdeni, skābina, ja vajadzīgs, arī krāso, pēc tam pārceļ uz vakuumatūdeņotāju, kur dziju slānim sūc cauri gaisu, kas aiznes sev līdzi daļu mitruma. Galīgai izžāvēšanai spoļu turētājus pārceļ uz žāvētavu, kur dziju slāni caurpūš un appūš ar karstu gaisu. Žāvēšana pie 85—90 °C ilgst 6 h.

Aparātam AKD-U (64. att.) ir dažas priekšrocības. Apdares šķīdumu tajā uzkarsē tikai ar netiešu tvaiku, tādējādi neatšķaidot šķīdumu un nezaudējot daļu no tā. Šim aparātam ir arī nedaudz lielāks ražīgums dziju blīvāka uztinuma dēļ (jaudīgāks sūknis), ērtāk aizverams vāks, automatizēta dažu parametru kontrole un regulēšana, dzijas tajā arī mehāniski atūdeņo.

Principā līdzīgā aparatūrā novāra un balina (ar H_2O_2) kokvilnas dzijas (šujamos diegus un dzijas raibausto audumu aušanai). Parasti balina nevis dzijas, bet audumus nepārtrauktas darbības iekārtās, jo tas ir izdevīgāk. Ja kokvilnas dzijas krāso, sevišķi tumšos un vidējos toņos, tās tikai novāra, lai palielinātu šķiedru kapilaritāti, bet nebalina.

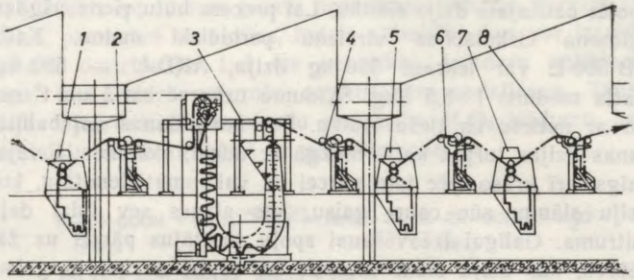
Linu audumu balināšana

Tradicionālos linu un puslinu palagu, dvieļu, galdautu audumus, arī lielāko daļu apģērbu un dekoratīvo audumu balina, lai palielinātu to higroskopiskumu un baltuma pakāpi.

Tehniskos audumus — telšu, brezenta, gleznu, buru audeklus, maisu, saiņošanas u. c. audumus nebalina.

Pēc kontrolbrāķēšanas audumus cērp no abām pusēm, pēc tam svilina, lai vēl pilnīgāk atdalītu šķiedru galus un mezgliņus.

Jēlaudumus, kas austi no novārītām dzijām, parasti apstrādā tikai ar atšķaidītu skābes šķīdumu un mazgā. Ja šādus audumus apdrukā un vajadzīga lielāka kapilaritāte un pelēcīgs smilškrāsas fons, arī audumu novāra sārmainā šķīdumā.



29

Agregāta LŽO-1-L pirmās sekcijas shēma

Balina linu audumus, kas austi no pusbaltām dzijām, un puslinu audumus no pusbaltām linu un nebalinātām kokvilnas dzijām.

Balināšana ar nepārtraukto hipohlorīta-peroksīda paņēmienu. No pusbaltām dzijām austos linu audumus ir sarežģītāk izbalināt nekā kokvilnas jēlaudumus, jo tajos vēl arvien ir daudz celulozes pavadītājvielu, arī lignīna. Lai iegūtu baltus linu audumus, divas reizes jāatkārto cikls — balināšana ar NaOCl un balināšana ar sārmainu H_2O_2 šķīdumu vai oksidējošā novārīšana.

Visbiežāk linu audumus balina grīstes veidā nepārtrauktas darbības agregātā LŽO-1-L (29. att.). Līnijai ir zināma līdzība ar agregātu LŽO-2 kokvilnas audumu balināšanai, tikai tā ir garāka (sastāv no 5 sekcijām ar vienveidīgu aparatūru) un tajā apstrādā vienu auduma grīsti. Lēnākas izbalināšanās dēļ auduma padeves ātrums mašīnā samazināts (40—80 m/min). Agregātā ir citas konstrukcijas piesūcināšanas un mazgāšanas mašīnas (*1*, *5*, *7*), caur kurām audums netiek stiepts, bet iet spirāliski brīvi krītošas grīstes veidā, jo mitrais audums ar uzbriedušajām pektīnvielām starpšūnu slānī ir jutīgs pret mehānisku iedarbību. Bez tam U formas balināšanas mašīnās (*3*) process notiek nevis tvaika, bet gan ūdens vidē; šīs mašīnas ir pildītas ar balinošo šķīdumu labākai blakusvielu atdalīšanai. To ietilpība ir līdz 3000 kg sausa auduma.

Pirmajā sekcijā audumu atsmitē ar hipohlorīta šķīdumu (aktīvā hlora koncentrācija 2,5—2,7 g/l) sārmainā vidē, kuru rada ar nātrija silikātu. Atdalās ne vien lielākā daļa smites, bet oksidējoties un hlorējoties arī daļa lignīna un dabisko krāsvielu; tas palielina auduma baltuma pakāpi. Audumu

piesūcina ar hipohlorīta šķīdumu mašīnā *1*, caur kompensatoru *2* padod mašīnā *3*, kur to balina 1—1,5 h pie 18—23 °C, pēc tam izmazgā mašīnās *5* un *7*.

Otrajā sekcijā audumu balina ar H_2O_2. Audumu piesūcina ar peroksīda šķīdumu (aktīvā skābekļa koncentrācija 1,4—2 g/l), tvaicē balināšanas aparātā 1—1,5 h pie 85—90 °C, mazgā ar karstu un aukstu ūdeni mazgāšanas mašīnās. H_2O_2 vienlaikus iedarbojas arī kā antihlorētājs.

Trešajā sekcijā audumu balina ar hipohlorīta šķīdumu (aktīvā hlora koncentrācija 1,6—1,8 g/l), ceturtajā sekcijā vēlreiz balina ar H_2O_2 šķīdumu, tikai aktīvā skābekļa koncentrācija ir zemāka (1—1,1 g/l). Abās sekcijās balināšana notiek ūdens vidē audumu pilnīgākai attīrīšanai.

Pēdējā sekcijā audumu piesūcina ar atšķaidītu sērskābi (1,3—1,4 g/l), iztur $^1/_2$ h, lai neitralizētu sārma paliekas, mazgā, apstrādā ar atšķaidītu sodas šķīdumu, mazgā ar ūdeni.

Balināta auduma baltuma pakāpe sasniedz 82—85%, kopējais linu masas zudums pēc priekšdzijas un auduma apstrādes ir ~20%.

Balināšana ar sārma-hlorīta peroksīda tvaicēšanas paņēmienu. Daļu linu audumu apstrādā nevis grīstes veidā, bet izplestā stāvoklī, piemēram, linu-lavsāna šķiedru audumus, lai apstrādes laikā paaugstinātā t° tajos nerastos grūti likvidējamas ieloces, kā arī audumus ar viegli deformējamu struktūru.

Procesu realizē galvenokārt importa iekārtās, piemēram, firmas «Textima» līnijā, lietojot sārma-hlorīta-peroksīda tvaicēšanas paņēmienu, jo hlorīts intensīvāk nekā citi balinātāji reaģē ar šķiedrās esošo lignīnu, palielinot auduma baltuma pakāpi. Līnijai ir 3 sekcijas.

Pēc cirpšanas un svilināšanas audumu pirmajā sekcijā piesūcina ar sārma šķīdumu (15—25 g/l), tvaicē veltņu pārtīšanas tvaicēšanas mašīnā (77. lpp.) pie 95—100 °C 1,5—2 h, mazgā, neitralizē sārma paliekas, mazgā. Sārmjutības dēļ linu-lavsāna audumus apstrādā ar mazākas koncentrācijas šķīdumu (15 g/l).

Otrajā sekcijā audumu piesūcina ar aktivētu hlorīta šķīdumu (aktīvā hlora koncentrācija 15—23 g/l) un tvaicē pie 98—100 °C 1,5—2 h, tad mazgā. Pēdējā sekcijā pēcbalina ar pasārmotu H_2O_2 šķīdumu (aktīvā skābekļa koncentrācija 3—4,5 g/l), piesūcināto audumu tvaicē 1—1,5 h pie

85—90 °C, tad mazgā. Auduma apstrādes ātrums agregātā 20—100 m/min.

Reizēm linu audumu balināšanai izmanto arī periodiskas darbības katlus.

ĶĪMISKO ŠĶIEDRU AUDUMU UN TRIKOTĀŽAS SAGATAVOŠANA

Mākslīgās un sintētiskās šķiedras nesatur tādas grūti atdalāmas pavadītājvielas kā vaski, olbaltumvielas, lignīns. Tās ir arī ievērojami baltākas. Ķīmisko šķiedru audumiem un trikotāžai raksturīgās blakusvielas ir eļļošanas un antistatiski preparāti, smite (audumiem) un gadījuma rakstura netīrumi. Tā kā šīs vielas samērā viegli atdalāmas, sagatavošanas process stipri vienkāršojas. Atsmitēšanu un novārīšanu apvieno vienā operācijā, turklāt jēlaudumi nav jāvāra sārma šķīdumā. Tos novāra vai tikai mazgā sintētiskā mazgāšanas līdzekļa (SML) šķīdumā, kam pievienots nedaudz sārmaina aģenta (visbiežāk soda), lai palielinātu mazgāšanas spējas.

SML visi ir virsmaktīvi savienojumi un paātrina auduma saslapināšanos, tie ir arī labi emulgatori un dispergatori. Sorbējoties uz attīrāmā TM virsmas, tie veicina eļļu, smites un netīrumu daļiņu atdalīšanos un pāriešanu šķīdumā. Atkarībā no šķiedrmateriāla ķīmiskās dabas un netīrības pakāpes vārīšanas šķīdums satur 1—2 (4) g/l SML (TMS, sopals, prevocels, OP-10, sulfonols u. c.) un 0,5—2 g/l sodas vai cita sārmaina aģenta (dažus ml 25% NH_4OH, NaOH, trinātrija fosfātu). Novārīšanas vai mazgāšanas process pie 40—60—80—95 °C ilgst 30—60 min.

Ja vajadzīgs, pēc novārīšanas TM balina, nereti apvienojot abus procesus vienā. Tad SML šķīdumam pievieno balinātāju.

Mākslīgo šķiedru tekstilizstrādājumus balina ar H_2O_2, acetātšķiedru audumus un trikotāžu arī ar nātrija hlorītu vai peroksietiķskābi. Pēcbalina ar optiskajiem balinātājiem.

Piemērotākais sintētisko šķiedru, kā arī sintētisko un celulozes dažādšķiedru audumu ķīmiskais balinātājs ir nātrija hlorīts; poliamīdu un poliamīdu-celulozes TM balina arī ar peroksietiķskābi. Ūdeņraža peroksīdu un nātrija hipohlorītu nelieto, jo tie vienlaikus sadala šķiedrmateriālu (kapronu) vai nedod balināšanas efektu, piemēram, nebalina lavsānu,

bet nitrons balināšanas apstākļos vāji sārmainā vidē sadzeltē. Pēcbalināšanai plaši lieto optiskos balinātājus. Tā kā sintētiskās šķiedras ir pietiekami baltas, bieži vien pietiek tās tikai optiski izbalināt.

Ķīmisko šķiedru audumus vai triko drānas, kuras paredzēts krāsot vidējos vai tumšos toņos, nebalina, bet tikai apstrādā ar SML un sodas šķīdumu.

Termoplastiskuma dēļ visus sintētisko šķiedru tekstilizstrādājumus termofiksē jeb stabilizē.

Viskozes šķiedru audumu sagatavošana

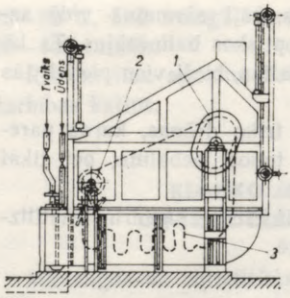
Viskozes šķiedras sastāv no hidrātcelulozes. Atšķirībā no kokvilnas un linu šķiedrām tās ir daudz tīrākas, higroskopiskākas, labāk samirkst ūdens šķīdumos. No tām jāattīra tikai apstrādes procesā uznestie eļļošanas preparāti, smite (2—5% no auduma svara), dažāda grodojuma pavedienu marķēšanai lietotās krāsvielas, netīrumi.

Apdares procesos jāņem vērā, ka viskozes šķiedras ir jutīgākas pret dažādu ķimikāliju iedarbību nekā kokvilna (34. lpp.). Tādēļ viskozes šķiedru audumi apstrādājami ar mazākas koncentrācijas šķīdumiem, zemākā t° un īsāku laiku nekā kokvilnas audumi.

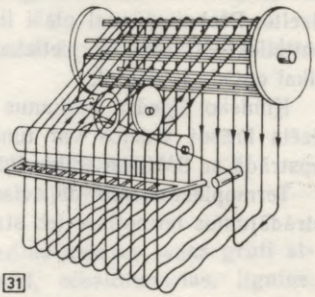
Tā *viskozes komplekso pavedienu audumus* vāra ar SML (1—2 g/l) un sodas (0,5—0,8 g/l) šķīdumu, kura pH 9—10, pie 85—90 °C 45—60 min. Apstrāde maigākos apstākļos iespējama uz šķiedras uznesto vielu vieglās atdalāmības dēļ.

Ja audums jābalina, vārīšanu un balināšanu ar H_2O_2 apvieno, apstrādājot audumu ar šķīdumu, kas satur, piemēram, (g/l): H_2O_2 (rēķinot uz 100%) — 2, nātrija silikātu — 6, NaOH — 1, VAS (SML) — 1. Apstrāde pie 85 °C un VM 1 : 20 ilgst 1 h. Pēc tam audumu mazgā ar karstu un aukstu ūdeni.

Apdare jāveic aparatūrā, kurā audums netiktu stipri stiepts, jo slapjš TM ir par 50% neizturīgāks. Parasti izmanto periodiskas darbības universālās motorvannas jeb krāsošanas un mazgāšanas mašīnas MKP-1 (30. att.). Tajās paralēli apstrādā 10—14 gredzenveida (galos sašūtas) auduma grīstes, katru 80—85 m garu. Katra grīste *3* ar eliptiskā veltņa *1* un vadveltņa *2* palīdzību pārvietojas vannā bezgalīgas lentes veidā ar ātrumu 50—80 m/min, krokās gulstot vannas dibenā. Vannas tilpums 3,5 m³. Mašīnas priekšpusē atsevišķā



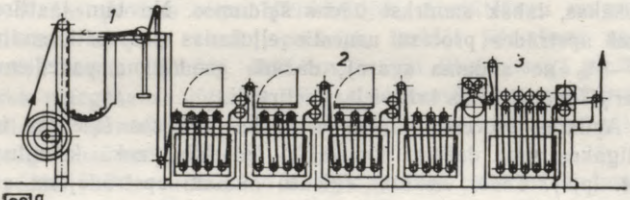
30



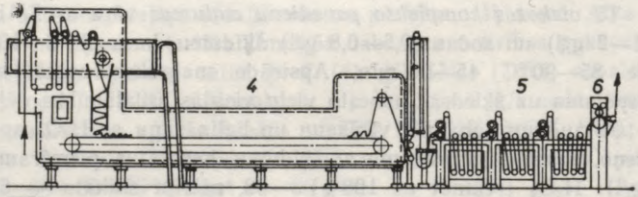
31

30. att. Krāsošanas-mazgāšanas mašīnas (universālās motorvannas) shēma

31. att. Auduma spirālveida iekārtojums motorvannā

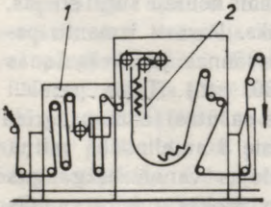


32 a



32 b

Matisona sistēmas agregāts auduma vārīšanai un balināšanai



33

33. att. Tvaicēšanas mašīnas MZ-140-1 shēma

nodalījumā padod ūdeni, tvaiku, ķimikālijas. Racionālāk ir visu līdz 1000 m garo auduma partiju mašīnā iekārtot un apstrādāt spirālveidā (31. att.).

Var organizēt arī nepārtrauktu auduma apstrādi, agregējot motorvannas un padodot audumu caur tām spirālveidā. Līdzīgi sagatavo viskozes šķiedru adītās drānas.

Viskozes štāpeļšķiedru audumi arī jāsvilina un jāatsmitē pirms novārīšanas, ja tiem uznesta ūdenī nešķīstošā cietes smite. Šos audumus visbiežāk atsmitē, vāra un balina ar nepārtraukto vienfāzes sārma-peroksīda tvaicēšanas paņēmienu kādā no Matisona sistēmas agregātiem. Tie paredzēti viskozes štāpeļšķiedru, viskozes-acetātšķiedru un viskozes-lavsāna audumu sagatavošanai izplestā stāvoklī. Japāņu firmas «Wakayama» agregātā (32. att.) ietilpst auduma padevējiekārta, kompensators *1*, četras mazgāšanas mašīnas *2* apstrādei ar pasārmotu VAS šķīdumu un skalošanai, saturators *3* auduma piesūcināšanai ar ūdeņraža peroksīda šķīdumu, kas satur 30% H_2O_2 (10 g/l), nātrija silikātu (6—8 g/l), NaOH (2—3 g/l) un VAS (0,3—0,5 g/l). Tālāk piesūcināto audumu tvaicē. Matisona konveijera tipa tvaicēšanas mašīnā *4* pie 98—100 °C līdz 10 min. Audums tiek izbalināts un atsmitēts. Atdalāmās vielas un to sadalīšanās produktus izmazgā no auduma mazgāšanas iekārtā *5*, lieko ūdens daudzumu atdala vakuumatūdeņotājā *6* un audumu izžāvē veltnīšu gaisa žāvētavā (attēlā nav parādīta).

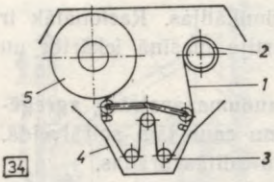
Lai audumu apstrādes laikā nesastieptu, starp mašīnām uzstāda pašregulējošos veltnīšu kompensatorus.

Jaunajā līnijā LB-140, kas paredzēta štāpeļšķiedru audumu atsmitēšanai un balināšanai izplestā stāvoklī, ir divdaļīga tvaicēšanas mašīna ar veltnīšu tvaicēšanas priekškameru *1* piesūcinātā auduma uzkarsēšanai un zābakveida šahtu *2* auduma apstrādei tvaika atmosfērā nesastieptā stāvoklī (33. att.).

Acetātšķiedru audumu sagatavošana

Arī acetātšķiedras satur tikai samērā viegli atdalāmas blakusvielas — eļļošanas un antistatiskus preparātus, smiti, gadījuma rakstura netīrumus.

Mazgājot un novārot acetātšķiedru audumus vai adītās drānas, jāņem vērā, ka celulozes acetātu šķiedras, sevišķi diacetātšķiedras, viegli pārziepojas ar sārmu, ja tā koncen-

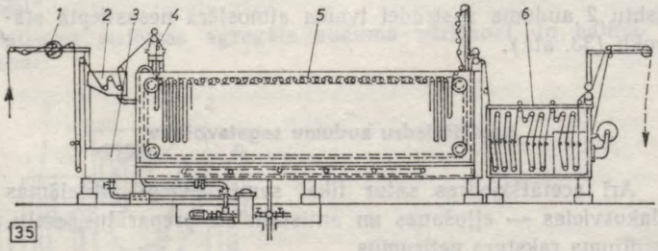


Krāsošanas veltnīšu mašīnas (džigera) shēma:
1 — audums; *2* un *5* — veltņi auduma pārtīšanai; *3* — vadveltņi; *4* — vanna ar apdares šķīdumu

trācija pārsniedz 0,5 g/l un t° ir virs 60—70 °C. Triacetāta šķiedras ir nedaudz sārmizturīgākas. Tāpēc sagatavošanas procesā blakusvielu atdalīšanai lieto neitrālos SML šķīdumus (1—2 g/l). Lai palielinātu mazgāšanas spējas, tiem pievieno sodu (0,5 g/l) vai 1—2 ml/l 25% amonija hidroksīdu NH_4OH, ja audumi ir samērā netīri.

Tā kā mitrā stāvoklī acetātšķiedras zaudē vidēji ap 30% savas izturības, apdare jāveic mašīnās bez auduma sastiepuma. Vēl jāņem vērā, ka acetātšķiedras, sevišķi triacetāta, ir termoplastiskas. Apstrādājot audumus grīstes veidā motorvannās pie augstākas t°, tie neatgriezeniski deformējas un tajos rodas grūti izlabojami burzījumi un ieloces. Lai tas nenotiktu, apdares šķīduma t° nedrīkst pārsniegt 60—70 °C. Vēl labāk audumus apstrādāt pilnīgi izplestā stāvoklī. Šim nolūkam izmanto krāsošanas veltnīšu mašīnas jeb džigerus (34. att.) ar regulējamu auduma nostiepumu, kuros audumu vairākkārt pārtin caur apdares šķīdumu no viena veltņa uz otru, Matisona sistēmas agregātu vai kādu no mazgāšanas iekārtām (103.—106. lpp.).

Piemērota iekārta acetātšķiedru audumu apdarei ir nepārtrauktās darbības «Mezzera» firmas agregāts (35. att.). Tajā audumu vāra un mazgā izplestu visā platumā brīvi krītošu



«Mezzera» firmas agregāta shēma:
1 — auduma padevējierīce; *2* — auduma samērcēšanas vanna; *3* — ķīmikāliju izšķīdināšanas vanna; *4* — iekrāvējierīce; *5* — vārīšanas mašīna; *6* — mazgāšanas mašīna

cilpu veidā. Auduma caur vārīšanas vannu *5* pārvieto veltnīšu konveijers ~20 min laikā. Agregātā var būt arī divas vārīšanas un divas mazgāšanas mašīnas. Pēdējās var būt arī ar piesūcošiem sietcilindriem (105. lpp.), kur procesu intensificē, šķīdumu sūcot caur audumu. Vāra šķīdumā, kas satur 1—2 g/l VAS un 0,5 g/l sodas, pie 80 °C 20 min vai pie 50 °C 40 min, tad mazgā.

Kaut gan acetātšķiedras ir sārmjutīgas, nereti speciāli izdara daļēju, sevišķi triacetāta šķiedru, virsējā slāņa (0,5—1 μm) **pārziepošanu**, lai pazeminātu to elektrizēšanos (~10 reižu), palielinot higroskopiskumu. Lai pārziepotu auduma virsmu, SML šķīdumam pievieno 5—6 g/l NaOH (ja apstrādā džigeros) un vāra pie 95 °C 1,5 h. Mazgā ar karstu ūdeni, neitralizē sārma paliekas ar etiķskābi (2—3 g/l), vēlreiz mazgā.

Ja vajadzīgs, acetātšķiedru TM **balina** ar ūdeņraža peroksīdu, hlorītu vai peroksietiķskābi un optiskajiem balinātājiem.

Ērti ir balināt ar H_2O_2, bet sārmainajā vidē acetātšķiedras var daļēji pārziepoties, tāpēc precīzi jāievēro vides sārmainība un t°. Jābalina maigos apstākļos (pH līdz 9,5, 80—90 °C, 1 h). Ja audums netīrāks, to vispirms novāra, priekšstabilizē, tad balina universālā motorvannā ar šķīdumu, kas satur (g/l): H_2O_2 (30%) — 1—1,5, nātrija silikātu — 0,7, VAS — 0,5, sodu — 0,3.

Ar nātrija hlorītu vai peroksietiķskābi balina vāji skābā vidē, kurā acetātšķiedras nepārziepojas.

Hlorīta koncentrācija balinošajā šķīdumā 1—3 g/l (rēķinot uz aktīvo hloru), pH 3,5—4,5, balināšanas t° 90 °C, ilgums 1 h.

Ar peroksietiķskābi balina novārītu audumu pie pH 5 un 70 °C 1 h (M 1 : 20) ar šādu šķīdumu (g/l): peroksietiķskābe — 2, nātrija pirofosfāts (stabilizators) — 3, VAS — 1.

Augstākas baltuma pakāpes iegūšanai (>80—84%) audumus pēcbalina ar optiskajiem balinātājiem.

Optiskie balinātāji (OB) ir organiski savienojumi (stilbēna, kumarīna, oksazola atvasinājumi), kas absorbē spektra neredzamās daļas ultravioleto starojumu, pārvērš to staros ar lielāku viļņu garumu un dod redzamu zilganas vai violetas krāsas fluorescenci. Šie stari, summējoties ar dzeltenīgajiem gaismas stariem, ko atstaro balināmais materiāls, dod baltu gaismu (kā papildu krāsas), palielinot kopējo atstarotās baltās gaismas daudzumu. Tādēļ ar OB apstrādātais

materiāls liekas baltāks. Tā kā ķīmiski procesi nenotiek, balināšana nav saistīta ar šķiedru destrukciju.

Pasaulē ražo ~2000 dažādu marku OB. Padomju Savienībā ražotos OB sauc par beloforiem. Lieto arī daudzus ārzemju firmu OB: riluksus (CSSR), helioforus (PTR), tinopalus, uviteksus, leikoforus (Šveice), blankoforus (VFR) u. c. ar dažādiem burtu apzīmējumiem dažādu šķiedru balināšanai. Daļa šo preparātu ir universāli (belofors SNPA, uviteks NA, uviteks WGS, blankofors DCB u. c.), citi izbalina tikai viena noteikta sastāva šķiedras.

OB galvenokārt lieto, lai izbalinātu sintētisko šķiedru TM, kuri jau tāpat ir samērā balti (baltuma pakāpe 70—80%), kā arī dabisko un mākslīgo TM pēcbalināšanai pēc apstrādes ar ķīmiskajiem balinātājiem. Ar OB vien dabisko šķiedru tekstilizstrādājumus nevar izbalināt.

Pēcbalināšanu var izdarīt arī auduma nobeiguma apdares laikā, apvienojot to ar apretēšanu. Krāsošanas cehā OB var lietot nokrāsotā materiāla krāsas «atdzīvināšanai», drukātavā — izkodinātā raksta baltuma pakāpes palielināšanai. OB ietilpst SML sastāvā, tos lieto veļas mazgātavās un ķīmiskajās tīrītavās.

OB galvenais trūkums — tie samērā viegli nomazgājami no auduma un nav sevišķi gaismizturīgi. OB saistās ar daudzām šķiedrām (celulozes, acetātu, poliesteru) tikai ar Van der Vālsa spēkiem un ūdeņraža saitēm, bet ne ķīmiski; šo saišu enerģija nav liela. Ar kaprona, nitrona un vilnas šķiedrām OB saistās ciešāk — ar jonu saitēm.

Balinot ar OB, jāņem vērā katra materiāla piesātināšanās robeža ar šiem preparātiem. Pārsniedzot šo robežu, balināšanas optiskais efekts zūd un materiālam parādās nepatīkama zilgana, sarkanīga vai violeta nokrāsa. Notiek baltuma pakāpes luminiscentā dzēšana. OB pārtēriņš nedod pozitīvu efektu.

Acetātšķiedru tekstilizstrādājumu pēcbalināšanai lieto smalkdispersus, ūdenī praktiski nešķīstošus nejonogēnos OB, kas saistās ar šķiedrām tikai ar adsorbcijas spēkiem.

Diacetāta šķiedru audumu optiskai pēcbalināšanai beloforu O-LA, K-LA vai 2K-LA patēriņš ir 0,2—1% no auduma svara, šķīduma pH 6—7, balināšanas ilgums 30—40 min pie 60—70 °C un VM 1 : 20—1 : 40. Triacetāta šķiedru audumus balina skarbākos apstākļos — 30—40 min pie 90—95 °C, šķīduma pH 4—5 un belofora patēriņš 0,5—2%.

Nereti termoplastisko acetātšķiedru, sevišķi triacetāt-

šķiedru audumus jau sagatavošanas laikā termofiksē, lai novērstu nevēlamu ieloču un burzījumu rašanos, apstrādājot tos grīstes veidā. Bet jēlaudumu termofiksēt nedrīkst, jo tad eļļas, smite un netīrumi, kas ir uz tā, sadaloties augstajā t°, izraisa materiāla dzeltēšanu, kuru vēlāk grūti novērst. Ja audumu sagatavo aparatūrā, kur to apstrādā, izplestu visā platumā, priekšstabilizācija nav vajadzīga. Priekšstabilizāciju, ja tā nepieciešama, var veikt tvaicēšanas mašīnās, džigeros pie 98 °C 30 min vai citur (103. lpp.).

SINTĒTISKO ŠĶIEDRU TEKSTILIZSTRĀDĀJUMU SAGATAVOŠANA

Sagatavošanas procesi

Mazgāšana. Sintētiskos tekstilizstrādājumus nevāra, bet tikai mazgā ar SML šķīdumu. Poliamīdu (kaprona) šķiedru audumus un adītās drānas ieteicams mazgāt ar nejonogēniem VAS (preparāts OP-10, sintanols DS-10, prevocels), nevis ar anjonogēniem preparātiem, kas, saistoties ar šķiedru aktīvajiem centriem, samazina to nokrāsošanās spēju ar anjonu krāsvielām. Bez tam anjonogēnie VAS var veidot mazšķīstošus grūti atdalāmus sāļu tipa savienojumus ar attīrāmajiem katjonogēnajiem antistatiskajiem preparātiem. No šī viedokļa arī pārējos sintētiskos TM labāk attīrīt ar nejonogēniem VAS. Labāka minerāleļļu emuļgēšanas spēja gan piemīt anjonogēnajiem VAS kompozīcijā ar trinātrija fosfātu. Netermofiksētus audumus mazgā pie 40—60 °C līdz 90 min, termofiksētus — pie 60—80—95 °C 30—60 min. VAS koncentrācija šķīdumā 1—2—4 g/l, sodas — 1—2 g/l. Var pievienot arī citu sārmainu aģentu piedevas: 1—2 ml/l 25% NH_4OH, 1—5 g/l NaOH vai 2 g/l trinātrija fosfāta.

Poliesteru šķiedru audumus un adītās drānas mazgā ar SML (1—2 g/l) šķīdumu, piemēram, 45 min pie 60 °C. Lai pilnīgāk attīrītu TM, šim šķīdumam pievieno 2 ml/l 25% NH_4OH, arī sodu vai NaOH. Sārmaini aģenti daļēji noārda šķiedru virsmu. Pēc šādas apstrādes sārma paliekas jāneitralizē ar atšķaidītu skābi.

Konstatēts, ka speciāla poliesteru šķiedru audumu apstrāde ar noteiktas koncentrācijas sārma šķīdumu pie paaugstinātas t° uzlabo to ekspluatācijas īpašības. Tādi audumi ir zīdaināki, ar mīkstāku grifu un labāku drapējamību, higroskopiskāki, mazāk elektrizējas, tāpēc ir patīkamāki

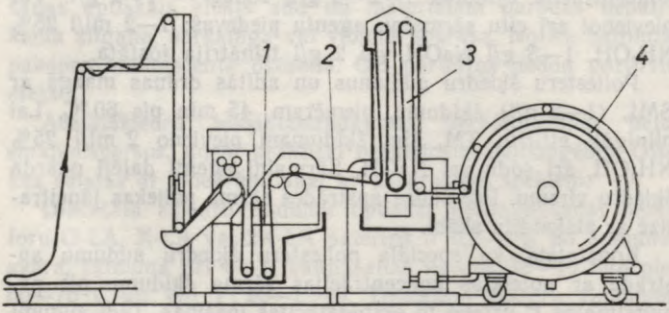
valkāšanā, labāk nokrāsojami. Šādu īpašību izmaiņu rada poliestera šķiedru virsējā slāņa daļēja pārziepošanās un pat nošķīšana. Novērojami nelieli masas zudumi un mehānisko īpašību pasliktināšanās. Kaut arī Japānā jau ražo šādus audumus un Rietumeiropā mēģina ražot, vēl arvien meklē optimālos apstākļus apstrādei ar sārmu.

Poliakrilnitrila šķiedru tekstilizstrādājumus ieteic apstrādāt ar nejonogēniem VAS (1—2 g/l) parasti vāji sārmainā vidē ar sodas (0,5 g/l) vai trinātrija fosfāta piedevu 30 min pie 70 °C. NaOH piedevu neieteic, jo audums sadzeltē. Ja no šķiedrām jāattīra katjonogēni savienojumi, tās novāra vāji skābā vidē (ar etiķskābi), lai samazinātu šķiedras anjonogēnās īpašības un tā atvieglinātu procesu.

Ķīmiski izturīgo polivinilhlorīda, tā kopolimēru un hlorīna šķiedru izstrādājumu attīrīšanai SML šķīdumam drīkst pievienot līdz 5 g/l NaOH. Apstrādes t° neceļ augstāk par 60 °C, lai nesāktos šķiedru mīkstēšana un deformēšanās.

Balināšana. Universālākais sintētisko šķiedru balinātājs ir nātrija hlorīts $NaClO_2$. Balina vāji skābā vidē pie pH 3,5—4,5 un $NaClO_2$ koncentrācijas 2—5 g/l hlorīta stabilizatora nātrija pirofosfāta (1—1,5 g/l) un tērauda pasivatora $NaNO_3$ (1 g/l) klātbūtnē. Balina 1—3 h pie 80—98 °C visbiežāk hermētiski slēgtā periodiskas vai pusnepārtrauktas darbības aparatūrā no nekorodējoša materiāla.

Pusnepārtrauktas darbības iekārtā (36. att.) audumu vai adīto drānu izplestā stāvoklī piesūcina vai apsmidzina ar balinošo šķīdumu mašīnā *1*, tad pa apsildāmu kanālu *2* padod uz uzkarsēšanas-tvaicēšanas kameru *3*, no tās uz uztīšanas iekārtu *4*, kas realizēta kā pārvietojama kamera



36

Pusnepārtrauktās darbības iekārtas shēma

ar regulējamu t° un vides mitruma saturu. Vairākas tādas kameras nodrošina iekārtas nepārtrauktu darbu. Pēc tam rullī satīto audumu mazgā, piemēram, mazgāšanas mašīnā «Rotova» (105. lpp.).

Poliamīdu šķiedru tekstilizstrādājumu balināšanai hlorīta koncentrācija ir 1—2 g/l pie 80—85 °C un balināšanas ilguma 1 h. Pēc balināšanas TM jāapstrādā ar nātrija hidrogensulfīta $NaHSO_3$ šķīdumu, lai sadalītu radušās hloraminoskābes.

Poliestera šķiedru izstrādājumi jābalina skarbākos apstākļos: pie 95 °C 1—2 h; hlorīta koncentrācija 2—5 g/l.

Lai iegūtu poliakrilnitrila šķiedru izstrādājumus ar augstu baltuma pakāpi, tie jābalina stipri skābā vidē (pH 2—3) pie 70—90 °C 3 h; hlorīda koncentrācija līdz 5 g/l.

Poliamīdu un poliamīdu-celulozes dažādšķiedru tekstilizstrādājumus labi izbalina arī peroksietiķskābe $CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{//}}{C}—O:OH$. To iegūst atšķaidīta šķīduma veidā tieši balināšanas cehā, pievienojot ūdeņraža peroksīda šķīdumam etiķskābes anhidrīdu un vidi pasārmojot līdz pH 5—6 pie 20—22 °C. Peroksietiķskābes balināšanas spēju saista ar brīvu radikālu $CH_3CO\dot{O}$ un $\dot{O}H$ rašanos, arī ar atomārā skābekļa izdalīšanos: $CH_3COOOH \rightarrow CH_3COOH + O$. Lai palēninātu peroksietiķskābes sadalīšanos un šķiedru destrukciju, ko izraisa atomārais skābeklis, šķīdumam pievieno stabilizatoru (nātrija pirofosfātu vai heksametafosfātu). Balina vāji skābā vidē (pH 5—6) pie 90 °C 30 min; peroksietiķskābes koncentrācija 2—3 g/l.

Poliestera un poliakrilnitrila šķiedru balināšanai peroksietiķskābi nelieto, jo tā piešķir šķiedrām iedzeltenu nokrāsu.

Bieži sintētisko šķiedru tekstilizstrādājumus pēcbalina un balina ar optiskajiem balinātājiem (OB).

Poliamīdu (kaprona) šķiedru izstrādājumus balina ar anjonogēniem OB $(OB)^-K^+$, bet poliakrilnitrila šķiedru (nitrona) izstrādājumus — ar katjonogēniem OB $(OB)^+A^-$, kas piesaistās šķiedrām ar samērā izturīgām jonu saitēm:

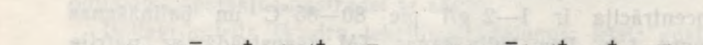
$$HOOC–Kapr–\overset{+}{N}H_3 + X^- + (OB)^- + K^+ \longrightarrow$$

$$\longrightarrow HOOC–Kapr–\overset{+}{N}H_3\,(OB)^- + K^+ + X^-$$

Tā, piemēram, ar beloforu SP (0,2—1% no auduma svara) balina pie 70—80° 30 min vāji skābā vidē (pH 3,5—4,5).

Labu rezultātu dod augsttemperatūras optiskā balināšana ar termozola paņēmienu 40—60 s pie 190 °C.

Nitronu balinot, labāko rezultātu iegūst stipri skābā vidē (pH 2—3) un viršanas t° 1 h laikā. OB patēriņš 0,1—1 % no auduma svara:



$$\text{Nitr–COO}^- + H^+ + (OB)^+ + A^- \longrightarrow \text{Nitr–COO}^-(OB)^+ + H^+ + A^-$$

Ja nitrons nav pietiekami balts un ar optisko balināšanu vien nepietiek, labākos rezultātus iegūst, vienlaikus balinot optiski un ķīmiski ar stipri skābu hlorīta un OB šķīdumu.

Var lietot arī nejonogēnos ūdenī nešķīstošos disperso krāsvielu tipa OB ļoti smalkdispersā formā, bet tie dod mazāk noturīgu efektu, piemēram, belofors SNPA.

Nejonogēnos OB (beloforus 2K-LA, O-LA, K-LA) lieto poliestera un acetātšķiedru izstrādājumu balināšanai.

Poliestera šķiedru (lavsāna) izstrādājumu balināšana līdz 100 °C maz efektīva. Tos labāk balināt spiedienaparātos virs 100 °C vai ar termozola paņēmienu.

Augstražīgākais un vairāk lietotais ir termozola paņēmiens. Drānu piesūcina ar OB šķīdumu (5—15 g/l) ar nelielu VAS piedevu (1 g/l), izžāvē un termiski apstrādā pie 200 °C 40—60 s žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas mašīnā (110. lpp.). Šajos apstākļos OB izšķīst poliesterī, dodot cietu šķīdumu, un fiksējas šķiedrās, piešķirot tām augstu un noturīgu baltuma pakāpi. Vienlaikus audums tiek termofiksēts.

Spiedienaparātos (104. lpp.) balina retāk (sarežģītāka iekārta), kaut arī šis paņēmiens nodrošina augstu TM baltuma pakāpi. Pirms tam austo vai adīto drānu turpat novāra.

Ķīmisko balināšanu ar $NaClO_2$, ja tas vajadzīgs, visbiežāk izdara pirms optiskās balināšanas. Ieteic to izdarīt arī pēc optiskās balināšanas, jo optiski balināts lavsāns labāk adsorbējot nātrija hlorītu. Ir arī receptes vienlaicīgai ķīmiskai un optiskai balināšanai. Rezultāts atkarīgs no OB un palīgvielu sastāva, to iedarbības ar hlorītu.

Iekārtas sintētisko šķiedru tekstilizstrādājumu sagatavošanai

Sintētiskās šķiedras ir termoplastiskas, tādēļ to audumus un adījumus drīkst mazgāt un balināt grīstes veidā tikai līdz 60—65 °C. Lai audumā nerastos grūti likvidējami bur-

zījumi un ieloces, apstrāde motorvannās (93. lpp.) vai ežektormašīnās (145. lpp.) pie augstākas t° iespējama tikai pēc auduma priekšstabilizācijas, piemēram, kādā tvaicēšanas iekārtā 20—40 min pie 102—103 °C vai īslaicīgāk pie 120—140 °C (ar pārkarsētu tvaiku). Nereti sintētisko materiālu, sevišķi teksturēto pavedienu plakanadīto drānu un audumu, priekšstabilizācijai izmanto tvaicēšanas-relaksācijas mašīnas. No tām vairāk pilnveidotas ir firmu «Kreten» (mašīna «Arbach») un «Drabert» mašīnas (257. lpp.). Tvaicējot visā platumā izplestu TM nesastieptā stāvoklī, notiek relaksācijas process, ar to saistītā materiāla saraušanās un struktūras zināma stabilizēšanās atdzesējot. Mazgājot, vārot vai balinot austās vai adītās drānas pilnīgi izplestā stāvoklī, priekšstabilizācija nav jāizdara.

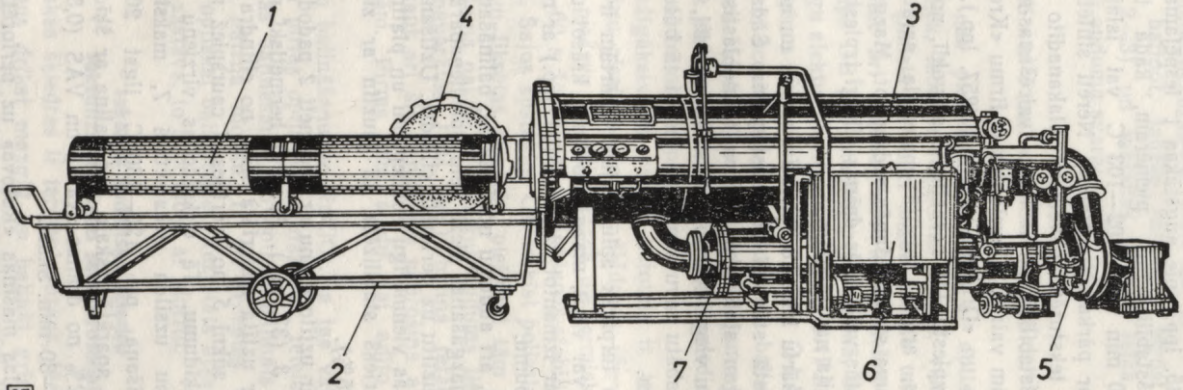
Ir daudz iekārtu ķīmisko šķiedru audumu un adīto drānu apstrādei izplestā stāvoklī bez sastiepuma. Šāda apstrāde nepieciešama gan sintētisko šķiedru termoplastiskuma dēļ, gan adīto drānu viegli deformējamās uzbūves dēļ, lai tās neizstieptos, saglabātu savu struktūru un lai tā būtu reljefāka un viendabīgāka.

Daudzas no turpmāk aplūkotajām iekārtām ir universālas. Tajās TM var vārīt, mazgāt, balināt, krāsot un apretēt. Apstrādei var izmantot džigerus (96. lpp.) ar regulējamu auduma nostiepumu.

Triko drānu, arī audumu novārīšanai, balināšanai, termofiksācijai un mazgāšanai bieži lieto spiedienaparātu. Drānu tajā apstrādā, uztītu uz perforēta cilindra. Uztīšanas mašīna nodrošina drānas vienmērīgu nostiepumu un platināšanu. Ja drāna nav iepriekš stabilizēta, tā jāuztin ar zināmu apsteigumu (0—25%).

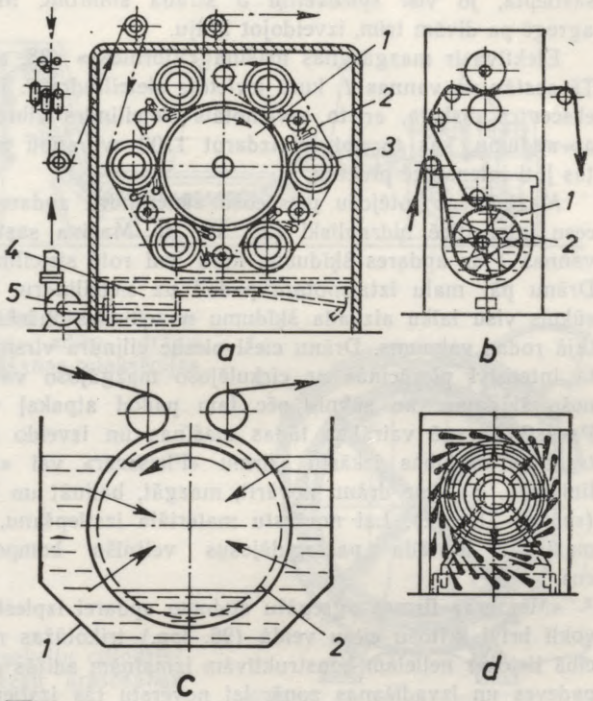
Cilindru *1* ar uztīto drānu ar vagoneti *2* padod apstrādei spiedienaparātā *3* (37. att.). Aparātu hermētiski noslēdz ar vāku *4* un caur uztītā materiāla slāni no cilindra iekšpuses vai ārpuses ar sūkni *5* no tvertnes *6* caurspiež mazgājošo vai balinošo šķīdumu. Tā cirkulācijas virzienu periodiski maina. Šķīdumu uzsilda uzkarsētājā *7*, maksimāli līdz 135 °C. Novārīšana pie 120—130 °C ilgst 20—30 min. Audumu turpat aparātā izskalo, tad balina ar šķīdumu, kas satur OB (1—2% no drānas svara) un VAS (0,5 g/l), pie 120—130 °C 20—30 min. Skalo.

Ir arī speciālas mašīnas «Rotova» uz perforētā cilindra uztītās drānas izskalošanai pēc apstrādes spiedienaparātā.



37

Hisaka firmas spiedienaparāts adīto un austo drānu apdarei



38

Intensīvas mazgāšanas mašīnas:
a — «Rotomat»; *b* — «Vibrotex»; *c* — ar piesūcošu sietcilindru; *d* — «Rotova»

Cilindru pārceļ īpašā slēgtā kamerā un tā iekšpusē ar sūkni padod mazgājošo šķīdumu. Tā kā cilindrs ātri rotē, drānas slānim šķīdumu izspiež cauri ne vien ar sūkņa, bet arī ar centrbēdzes spēka palīdzību (38. att. *d*).

Mazgāšanas mašīnās MP-220-T un «Rotomat» apdares procesu intensificē hidromehāniski — daudzkārt piesūcinot un atūdeņojot drānu (38. att. *a*), aprasinot to no abām pusēm ar apdares šķīdumu no perforētām caurulēm *2* un pēc tam katru reizi atūdeņojot starp centrālo veltni *1* un spiedveltņiem *3*. Šķīdums visu laiku cirkulē sistēmā: pēc padošanas uz drānas un atūdeņošanas tas notek vannā *4*, no kurienes sūknis *5* to atgriež atpakaļ procesā. Drāna netiek

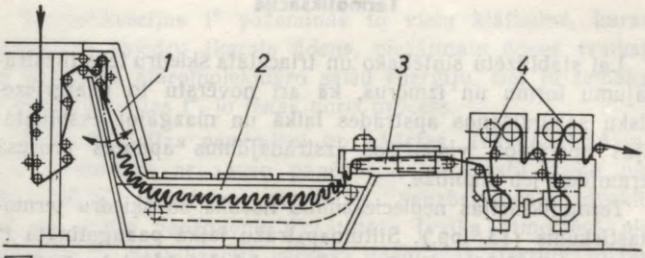
sastiepta, jo visi spiedveltņi *3* strādā sinhroni. Mašīnas agregē pa divām trim, izveidojot līniju.

Efektīva ir mazgāšanas mašīna «Vibroteks» (38. att. *b*). Tā sastāv no vannas *1*, kurā ievietots sietcilindrs *2*. Rotējot ekscentra diskam, ar to savienotais sietcilindrs vibrē kopā ar audumu, kas to aptver, izdarot 1100 svārstību minūtē; tas ļoti intensificē procesu.

Mašīnās ar rotējošu piesūcošu sietcilindru apdares procesu intensificē hidrauliski (38. att. *c*). Mašīna sastāv no vannas *1* ar apdares šķīdumu, kurā lēni rotē sietcilindrs *2*. Drānu pār malu iztaisnotāju padod uz sietcilindru. Tā kā sūknis visu laiku aizvada šķīdumu no cilindra *2* iekšpuses, tajā rodas vakuums. Drānu cieši piesūc cilindra virsmai, un tā intensīvi piesūcinās ar cirkulējošo mazgājošo vai balinošo šķīdumu, ko sūknis pēc tam padod atpakaļ vannā. Parasti agregē vairākas tādas mašīnas un izveido nepārtrauktas darbības iekārtu (firmu «Fleissner» vai «Artos» līnijas u. c.), kur drānu novārīt, mazgāt, balināt un krāsot (sk. arī 71. att.). Lai novērstu materiāla izstiepšanu, starp mašīnām uzstāda pašregulējošus veltnīšu kompensatorus.

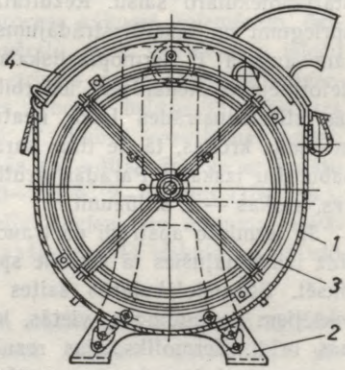
«Mezzera» firmas agregātu audumu apdarei izplestā stāvoklī brīvi krītošu cilpu veidā (96. lpp.) trikotāžas rūpniecībā lieto ar nelielām konstruktīvām izmaiņām adītās drānas padeves un izvadīšanas zonā, lai novērstu tās izstiepšanos un malu sarullēšanos. Agregāts sevišķi piemērots drānām, kas izgatavotas no teksturētiem pavedieniem. Te tās apstrādes laikā var brīvi sarauties, izlīdzinoties iekšējiem spriegumiem, iegūt lielāku reljefumu un īpatnējo tilpumu (1 g tilpums cm^3). Mazgāšanas mašīnas ir ar piesūcošiem sietcilindriem.

Lai sagatavotu adītās un austās drānas no teksturētiem pavedieniem, arī audumus ar viegli deformējamu struktūru, izveidotas arī speciālas mazgāšanas-relaksēšanas iekārtas, kurās drānu apstrādā (novāra, balina, relaksē) peldošā stāvoklī bez sastiepuma un ļauj tai atdzist līdz stiklošanās t° (50—70 °C) vēl pirms izņemšanas no šķīduma. Viena šāda iekārta parādīta 39. att. Līnija sastāv no drānas ievadītājierīces un malu izlīdzinātāja, pašsalicēja *1*, kas saliek izplesto drānu (600 m) brīvi krītošu cilpu veidā uz transportlentes, kura pārvietojas zem šķīduma līmeņa hermētiski noslēdzamā relaksācijas kamerā *2*. Pēc šķīduma izlaišanas to var izmantot arī kā tvaicēšanas kameru. Tālāk caur



39

No teksturētiem pavedieniem adīto drānu mazgāšanas-relaksācijas līnija



Daudzsekciju cilindriskais zeķu krāsošanas aparāts

40

centrēšanas sekciju *3* drānu padod uz mazgāšanas sekciju *4* ar vibrējošiem sietcilindriem.

Zeķu un citu gabalizstrādājumu apdarei nereti izmanto daudzsekciju cilindriskos zeķu krāsošanas aparātus (40. att.). Tie sastāv no vannas *1* ar apdares šķīdumu, kurā lēni rotē (4 apgr./min) sietcilindrs *3*, kas ar šķērssienām sadalīts 4, 9 vai 12 sekcijās. To ietilpība atbilstoši 50, 100 un 150 kg trikotāžas izstrādājumu. Katrai sekcijai ir aizverama lūka produkcijas iekraušanai un izkraušanai. Pašai vannai ir aizverams vāks *4*. Šīs mašīnas aizstāj ar krāsošanas-atūdeņošanas mašīnu KOT-100, kurai ir automatizēta un programmēta vadība un kura pēc krāsošanas-mazgāšanas režīma pārslēdzas uz atūdeņošanas režīmu, palielinot caurumotās cilindriskās tvertnes apgriezienu skaitu līdz 750—1000 apgr./min kā centrifūgā.

Termofiksācija

Lai stabilizētu sintētisko un triacetāta šķiedru tekstilizstrādājumu formu un izmērus, kā arī novērstu to neatgriezenisku saburzīšanos apstrādes laikā un mazgājot ekspluatācijas apstākļos, visus šos izstrādājumus apdares procesā termofiksē jeb stabilizē.

Termofiksācijas nepieciešamību nosaka šo šķiedru termoplastiskums (13. lpp.). Siltumapstrāžu laikā paaugstinātā t° šķiedru veidojošā polimēra makromolekulas kļūst kustīgākas un to starpmolekulārā saistība vājāka, satrūkstot daļai starpmolekulāro saišu. Rezultātā izlīdzinās šķiedru iekšējie spriegumi un tekstilizstrādājums saraujas par 7—15%. Bez tam augstā t° termoplastiskais TM viegli neatgriezeniski deformējams mehāniskas iedarbības rezultātā. Ja drāna slapjās siltumapstrādes laikā neatrodas izplestā stāvoklī bez nevienas krokas, tā ne tikai saraujas, bet arī iegūst neglītu, saburzītu izskatu. Parādās grūti likvidējami burzījumi, ieloces, krokas — t. s. lūzumi.

Ja termisko apstrādi pārtrauc un TM strauji atdzesē, tiklīdz izlīdzinājušies tā iekšējie spriegumi, tad šo stāvokli var fiksēt. Starpmolekulārās saites fiksējas jaunās vietās bez iekšējiem spriegumiem, vietās, kādās tās atradās atdzesēšanas brīdī. Termofiksācijas rezultātā materiāls saraujas un iegūst nemainīgus izmērus un formu, ko var mainīt tikai pie t°, vēl augstākas par termofiksācijas temperatūru. Tāpēc jau pirms termofiksācijas TM jāpiešķir vēlamais veids. Audumus un adītās drānas nesašķiebjot vienmērīgi izpleš visā platumā bez nevienas krokas; zeķes, cimdus, džemperus, bikses u. c. trikotāžas gabalizstrādājumus samauc uz attiecīgām veidnēm.

Termofiksācijas procesam tātad ir divas stadijas: TM uzkarsēšana līdz katrai šķiedrai specifiskai t°, lai daļēji sarautu starpmolekulārās saites un izlīdzinātu iekšējos spriegumus, un strauja izstrādājuma atdzesēšana, lai izveidotos jauna starpmolekulārā saistība bez iekšējiem spriegumiem.

Termofiksācijas augšējo temperatūras robežu (visbiežāk 180—190 °C) nosaka šķiedru mīkstēšanās t°, bet apakšējo — tā minimālā t°, kas nepieciešama, lai plastificētu šķiedru iekšējo spriegumu izlīdzināšanai (parasti 100 °C). Termofiksācijas temperatūrai par 25—30 °C jāpārsniedz tai sekojošo apdares procesu un audumu ekspluatācijas apstākļu t°, citādi stabilizācijas efekts nav noturīgs.

Termofiksācijas t° pazeminās to vielu klātbūtnē, kuras uzbriedina šķiedru (karsts ūdens, piesātināts ūdens tvaiks) un pazemina starpmolekulāro saišu enerģiju. Bet jo zemāka ir termofiksācijas t°, jo lēnāk noris process.

Termofiksācijas paņēmieni un iekārtas. Tekstilizstrādājumus termofiksē ar sauso paņēmienu ar karstu gaisu pie 180—200 °C, šķiedrām atrodoties neuzbriedušā stāvoklī, vai ar slapjo paņēmienu piesātināta tvaika atmosfērā pie 120—135 °C. Stabilizācija verdošā ūdenī maz efektīva, jo tās t° pārāk tuva tālāko apdares procesu un mazgāšanas maksimālajai temperatūrai. Reizēm šo paņēmienu izmanto audumu priekšstabilizēšanai apdares procesa sākumā (piemēram, džigeros $^1/_2$ h pie 98 °C), lai novērstu grūti likvidējamu ieloču izveidošanos audumā, kad to grīstes veidā apstrādā universālajās motorvannās. Apdares procesa beigās tad jāizdara galīgā stabilizācija augstākā t°. Labus rezultātus iegūst, stabilizējot veltnī satītas austās vai adītās drānas ar karstu ūdeni spiedienaparātos pie 120—135 °C 2—30 min (104. lpp.). Tādos gadījumos termofiksāciju apvieno ar auduma novārīšanu, pēc tam audumu tajā pašā aparātā izskalo un optiski balina vai krāso.

Teicamus rezultātus iegūst, stabilizējot sintētisko šķiedru tekstilizstrādājumus piesātināta tvaika atmosfērā pie 110—135 °C periodiskas darbības spiedienaparātos. Ar šo paņēmienu stabilizē trikotāžas gabalizstrādājumus — zeķes, cimdus, džemperus u. c., uzmauktus uz attiecīgām veidnēm. Termofiksāciju tvaika atmosfērā izmanto arī tilpumdziju (42. lpp.) ražošanas procesā.

Audumus un adītās drānas parasti stabilizē ar karstu gaisu, jo šim paņēmienam ir vairākas priekšrocības. Termofiksācija augstā t° (180—210 °C) noris pie parastā atm. spiediena ļoti īsā laikā (~1 min) nepārtrauktas darbības aparatūrā, kurai ir liels ražīgums.

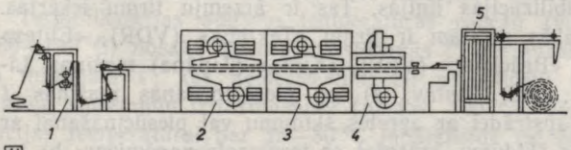
Termofiksāciju ar karstu gaisu izdara žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas līnijās. Tās ir ārzemju firmu iekārtas. Ieteicamākās no tām ir firmu «Textima» (VDR), «Elitex» (ČSSR), «Brückner» (VFR), «Kioto» (Japāna) mašīnas. Līnija (41. att.) sastāv: a) no piesūcināšanas mašīnas *1* auduma apstrādei ar apretes šķīdumu vai piesūcināšanai ar krāsvielas šķīdumu, krāsojot ar termozola paņēmienu; b) no žāvēšanas un platināšanas mašīnas *2*, kur audumu izžāvē ar karstu gaisu, ko sasilda tvaika kaloriferi un padod ven-

tilators, un platina; platināšanai auduma malas uzdur uz transportķēžu adatām, pēc tam šīs ķēdes atvirzās līdz iestatītam platumam un tālāk iet paralēli (82. lpp.); stabilizēšanai audumu padod mašīnā ar apsteigumu, t. i., līdz 20% ātrāk, nekā pārvietojas transportķēdes (25. att.), lai audums varētu sarauties, izlīdzinoties iekšējiem spriegumiem žāvēšanas un termoapstrādes laikā; c) no stabilizācijas mašīnas *3*, kurā elektrokaloriferi gaisu uzkarsē līdz 180—210 °C (ar tvaika kaloriferiem grūti sasniegt tādu t°, to arī grūtāk regulēt). Lai iegūtu izstrādājumu ar viendabīgām īpašībām, pieļaujamās t° svārstības ir ±2 °C. Atdzesēšanas kamerā *4* audumu atdzesē ar aukstu gaisu, lai fiksētu stabilizācijas efektu. Tālāk audumu caur kompensatoru *5* padod uz uztīšanas iekārtu.

Auduma pārvietošanās ātrums līnijā 10—80 m/min, stabilizācijas ilgums kaprona audumiem 30—60 s pie 190 °C, lavsāna — 20—40 s pie 200—210 °C, nitrona audumiem — 30 s pie 180 °C; pie augstākas t° nitrons dzeltē. Pusvilnas audumus ar sintētisko šķiedru saturu >25% stabilizē pie 170 °C 25—30 s, lai novērstu vilnas iespējamo termisko destrukciju. Triacetātšķiedru audumus termofiksē pie 170—200 °C 30—60 s.

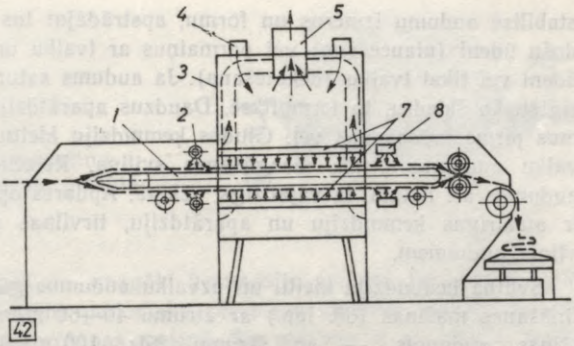
Apaļadītās drānas stabilizē citas konstrukcijas mašīnās (42. att.) ar īpašu drānas platināšanas rāmi *1*. Tas izgatavots no divām tērauda caurulēm, kas savienotas ar pārbīdāmiem savilcējiem rāmja platuma mainīšanai (300—1200 mm). Vajadzīgo t° termokamerā *3* nodrošina elektroapsildes bloki *7*, bet gaisa cirkulāciju — ventilatori *4* un *5*. Drānu atdzesē auksta gaisa strūklas no izpūtēja *8*. Lai materiāls labāk un vienmērīgāk izgludinātos stabilizācijas procesā, mitrinātājs *2* to samitrina ar tvaiku.

Apaļadītās drānas stabilizē arī ar kontaktpaņēmienu mašīnās ar 6—8 elektriski apsildāmiem cilindriem, uz kuriem



41

Auduma žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas līnijas shēma



Apaļadītās drānas stabilizācijas līnija

drānu padod ar apsteigumu, bet ar šo paņēmienu nav iespējams kontrolēt un regulēt materiāla saraušanos platumā.

Austās un adītās drānas visbiežāk termofiksē pēc iepriekšējas izmazgāšanas izplestā stāvoklī vai arī nobeiguma apdares laikā. Bet, stabilizējot apdares procesa beigās, krāsošanai var lietot tikai tās dispersās krāsvielas, kas termofiksācijas apstākļos nesublimējas. Jēldrānas nestabilizē, jo tajās esošās eļļas, antistatiskie preparāti un netīrumi, sadaloties augstajā t°, izraisa materiāla dzeltēšanu, ko vēlāk grūti novērst.

Termofiksācijas rezultātā tekstilizstrādājumi iegūst stabilus izmērus un formu, kļūst praktiski neburzīgi. Termofiksācijas kvalitāti visbiežāk kontrolē, nosakot drānas paraugu saraušanos pēc 30 min ilgas vārīšanas destilētā ūdenī un žāvēšanas izplestā stāvoklī parastā t°. Labi stabilizētas drānas saraujas $<1\%$. Termiskās apstrādes laikā TM nedrīkst dzeltēt un tā izturība pazemināties $>10\%$. Pretējā gadījumā stabilizācija jāizdara pie zemākas t° vai īsāku laiku.

VILNAS AUDUMU SAGATAVOŠANA

Bez eļļošanas preparātiem, smites un gadījuma rakstura netīrumiem vilnas jēlaudumi satur arī dažus specifiskus piemaisījumus: tauksviedru paliekas (0,5—1,5%), kas nav atdalītas, vilnu mazgājot, kā arī siena un salmu gružus (6—8%). Pēdējos atdala karbonizācijas procesā, pārējos piemaisījumus — audumu mazgājot. Sagatavošanas procesā arī

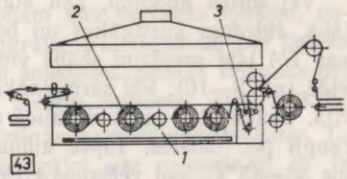
stabilizē audumu izmērus un formu, apstrādājot tos ar verdošu ūdeni (plaucēšana) vai pārmaiņus ar tvaiku un karstu ūdeni vai tikai tvaiku (dekatēšana). Ja audums satur >25% sintētisko šķiedru, to termofiksē. Daudzus aparātdziju audumus pirms krāsošanas veļ. Gludos ķemmdziju kleitu un uzvalku audumus pirms mazgāšanas svilina. Reizēm vilnas audumus arī balina, ja vajadzīgs, uzkārš. Apdares operācijas ir atšķirīgas ķemmdziju un aparātdziju, tīrvilnas un pusvilnas audumiem.

Svilina ķemmdziju kleitu un uzvalku audumus gāzes svilināšanas mašīnās (68. lpp.) ar ātrumu 40—60 m/min, pusvilnas audumus — ar ātrumu līdz 100 m/min. Pēc svilināšanas sukas, kas rotē auduma gaitai pretējā virzienā, attīra tā virsmu no pārogļotajām daļiņām. Auduma virsma kļūst gluda, pinuma raksts skaidri saskatāms un reljefāks. Audumus var arī cirpt vai cirpt un svilināt.

Plaucēšana (priekšstabilizācija). Pēc svilināšanas ķemmdziju audumus plaucē, t. i., nostieptus un izplestus visā platumā apstrādā ar verdošu ūdeni, pēc tam atdzesē. Apstrādes nolūks — zināmā mērā novērst termoplastisko šķiedru iekšējos spriegumus, kas tajās radušies sukāšanas, vērpšanas un aušanas procesos, un tā fiksēt auduma izmērus un struktūru, lai tie tālākās apdares un ekspluatācijas laikā nesarautos, mazāk burzītos un saveltos. Šis process ir līdzīgs sintētisko šķiedru audumu un adījumu termofiksācijai.

Verdošajā ūdenī nostieptā auduma keratīns uzbriest un plastificējas, pavājinās tā starpmolekulārā saistība un notiek pāreja no α-modifikācijas β-modifikācijā. Pēc atdzesēšanas šī pāreja tiek fiksēta — starpmolekulārās saites atjaunojas, tikai citās vietās, veidojot jaunu struktūras modifikāciju. Vienlaikus audums tiek daļēji attīrīts no smites un ūdenī šķīstošiem netīrumiem. Apstrādājot iepriekš nefiksētu vilnas audumu grīstes veidā pie viršanas t°, tajā rodas grūti likvidējami burzījumi un ieloces.

Plānākos kleitu un kostīmu audumus apstrādā ar verdošu ūdeni nepārtrauktas darbības iekārtās dažas (3—4) min. Līnijā LZP-180 Š, firmas «Textima», «Nikki», «Bene» u. c. iekārtās visā platumā izplests audums ar vadveltnīšu palīdzību iet cauri vairākām vannām *3* ar gandrīz verdošu ūdeni (92—96 °C) (46. att.). Pēdējā vannā audumu atdzesē ar aukstu ūdeni.



43. att. Sešveltņu plaucēšanas mašīna

Biezāki un smagāki ķemmdziju audumi jāapstrādā ilgāk (10—40 min) periodiskas darbības mašīnās, piemēram, sešveltņu plaucēšanas mašīnā. Šīs mašīnas ir ar netiešu tvaiku apsildāmas vannas *1*, kurās iestiprināti vairāki veltņi *2* auduma uztīšanai. Veltņi ar uztīto audumu iegremdēti karstā ūdenī, kur audumu periodiski pārtin no viena veltņa uz citu (43. att.). Vannas pēdējā sekcijā *3* audumu atdzesē ar aukstu ūdeni.

Efektīvi procesu var realizēt arī nepārtrauktas darbības augsttemperatūras tvaicēšanas mašīnā, piemēram, pie 115 °C 40 s. Priekšstabilizācijas efektu panāk arī speciālās firmu «Hemmer» vai «Monforts» mašīnās «Kontikrab», ar karstu ūdeni piesūcinātu audumu padodot starp apsildāma cilindra virsmu (105—115 °C) un gumijas lenti, kur izveidojas tvaika mikrokamera.

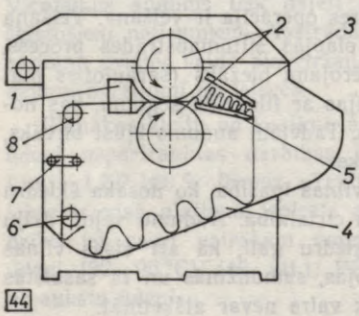
Vilnas audumu plaucēšanas vai tvaicēšanas apstākļos bieži vien notiek arī apmierinoša sintētisko šķiedru (lavsāna, nitrona) priekšstabilizācija, pat ja to saturs vilnas dažādšķiedru audumos ir >25%. Ja tas nepieciešams, auduma sintētiskās šķiedras priekšstabilizē speciāli. Galīgo termofiksāciju izdara slapjo apstrāžu beigās, apvienojot to ar žāvēšanu žāvēšanas-platināšanas-stabilizēšanas mašīnā.

Velšana. Aparātdziju jēlaudumu (vadmalu, mēteļu audumu, drapu) pirmā apdares operācija ir velšana. Velšana ir auduma mehāniskās un slapjās siltumapstrādes process, kura rezultātā tas kļūst ievērojami biezāks (saraujoties platumā un garumā) un pārklājas ar filcveida segumu, kas noslēpj auduma pinuma rakstu. Tādējādi audums kļūst blīvāks, siltāks, izturīgāks un mīkstāks.

Savelšanās ir specifiska vilnas īpašība, ko nosaka šķiedru elastība, zvīņainā virsma un cirtainība. Audumu veļot, dziju neievērptie un neieaustie šķiedru gali, kā arī visas vilnas šķiedras savstarpēji pārvietojas, samudžinās un tā sasaistās savā starpā, ka tās turpmāk vairs nevar atšķetināt.

Veļ mitru audumu, kad starpmolekulārā saistība ir vājāka, šķiedras kustīgākas un berze starp tām mazāka. Vilnas TM labi saveļami skābā vidē (pH<4) un vāji sārmainā vidē (pH 9—10). Vēl sārmainākā vidē sākas šķiedru destrukcija. Skābā vidē audumi zaudē savu mīkstumu, kļūst asi un raupji pēc taustes. Tāpēc audumus veļ vāji sārmainā vidē pie 38—45 °C, kad velšanas efekts ir vislielākais. Kā sārmainos aģentus lieto sodu (0,5—1 g/l) vai amonija hidroksīdu. Lai palielinātu saslapināšanas spēju, šķīdumam pievieno VAS (15—20 g/l). Ar šo šķīdumu audumu piesūcina tā, lai tā daudzums būtu 120—125% no auduma svara. Velšanas šķīduma pārākums veicina auduma grīstu slīdēšanu citai gar citu un palēnina procesu; nepietiekams tā daudzums palielina berzi un auduma svara zudumus pūku veidā; iespējami arī auduma mehāniski bojājumi.

Piesūcināto audumu veļ cilindru velšanas mašīnā (44. att.), kurā vienlaikus apstrādā 3—6 gredzenveidā ievietotas auduma grīstes. Tās daudzkārt mehāniski apstrādā starp cilindru pāriem *1* un *2* un piltuvē *5*. Starp vertikāli novietoto cilindru pāri *1* ar norobežotājiem un horizontāli novietotajiem cilindriem *2* audums saveļas un saraujas platumā, bet, sablīvējoties piltuvē *5* ar kustīgu vāku *3*, tas saraujas garumā. Auduma pārvietošanās ātrums mašīnā 65—200 m/min, tam kustību piešķir cilindru pāris *2*. No piltuves audums ieslīd vannā *4*, pēc tam pār vadveltņiem *6* un *8* caur grīstu atdalītāju *7* nonāk atkal uz cilindriem. Process atkārtojas daudzkārt 1—4 h laikā, līdz audums iegūst vajadzīgo biezumu, vienlaikus saraujoties platumā un garumā par 10—35%. Reizēm viegli veļ (20—40 min) arī ķemmdziju audumus, piemēram, uzvalku drānas, lai padarītu tās nedaudz blīvākas un mīkstākas.



44. att. Velšanas mašīnas shēma

Tā kā lavsānam un nitronam nav velšanās īpašību, dažādšķiedru audumi jāveļ stingrāk, t. i., ilgāk un pie lielāka velšanas mašīnu darbīgo daļu spiedienu. Sliktās velšanās dēļ sintētisko šķiedru daudzumu mēteļu audumos ieteic <35%.

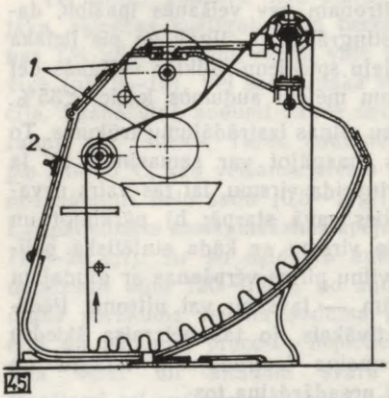
Velšanās spēja ir daudzu vilnas izstrādājumu trūkums. To savelšanos un saraušanos mazgājot var samazināt: a) ja hlorējot noārda šķiedru zvīņveida virsmu, lai tās vairs nevarētu saķerties un sasaistīties savā starpā; b) pārklājot un maskējot šķiedru zvīņveida virsmu ar kāda sintētiskā polimēra kārtiņu; c) sajaucot vilnu pirms vērpšanas ar gludajām sintētiskajām štāpeļšķiedrām — lavsānu vai nitronu. Pēdējais paņēmiens ir perspektīvākais, jo tas neizraisa šķiedru destrukciju, ievērojami nemaina izstrādājumu izskatu un īpašības pēc taustes, kā arī nesadārdzina tos.

Mazgāšana. Tās uzdevums ir atdalīt no auduma ūdenī šķīstošo smiti, eļļošanas preparātus (5—9%), tauksviedru paliekas (0,5—1,5%) un netīrumus.

Kleitu un uzvalku audumus mazgā pēc svilināšanas un plaucēšanas, aparātdziju audumus — pēc velšanas.

Aparātdziju mēteļu un uzvalku audumi, arī ķemmdziju smagākie uzvalku audumi labāk izmazgājami periodiskas darbības iekārtās brīvi krītošas grīstes vai brīvi krītošu cilpu veidā, izplesti visā platumā. Šajās iekārtās mazgā arī krepa pinuma audumus, lai tos nesastieptu un nesamazinātu krepa efektu, tāpat arī nelielas audumu partijas.

Grīstu mazgāšanas mašīnas MPŽ-Š-2, PŽ-220-Š-6 u. c. ir universālo motorvannu (93. lpp.) paveids ar spiedveltņiem. Mašīna MPŽ-Š-2 atšķiras ar lielāku tilpumu (6 m^3) un auduma pārvietošanās ātrumu (65—125 m/min) un mazgājošā šķīduma cirkulācijas sistēmu (45. att.). Zem spiedveltņiem *1* ir sile *2*, kurā saplūst atdalītais šķīdums. Atkarībā no mazgāšanas procesa stadijas un šķīduma netīrības pakāpes to izmanto atkārtoti vai aizvada kanalizācijā. Mazgā ar siltu (25—45 °C) SML (1—2%) un sodas (2—3% no auduma svara) šķīdumu pie VM 1 : 3—1 : 7. Mazgāšanas ilgums 2—6 h atkarībā no auduma biezuma un netīrības pakāpes. Turklāt 30% šī laika aizņem apstrāde ar VAS un sodas šķīdumu, t. i., eļļu, tauku un netīrumu emulģēšana un disperģēšana, pārējo — skalošana ar siltu un aukstu ūdeni. Sākumā audumu skalo ar nelielu ūdens daudzumu, lai nenoārdītu emulsiju, bet atdalītu to, pēc tam — ar vidēji lielu un lielu ūdens daudzumu.



45. att. Vilnas audumu mazgāšanas mašīnas MPŽ-Š-2 shēma

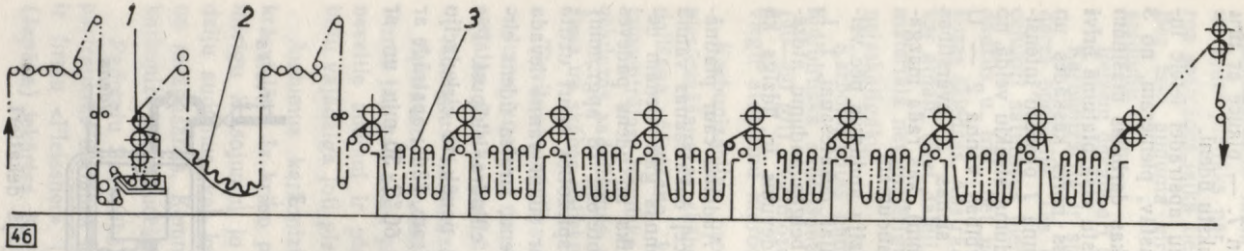
Tos audumus, kuriem ir tieksme saburzīties, mazgājot grīstes veidā, reizēm mazgā, izplestus visā platumā, brīvi krītošu cilpu veidā periodiskas darbības mašīnās (MPK-180-Š, MP-180-Š). Tās gan maz lieto zemākā ražīguma dēļ.

Lielās vilnas audumu apdares fabrikās izdevīgāk lietot nepārtrauktas darbības mazgāšanas iekārtas.

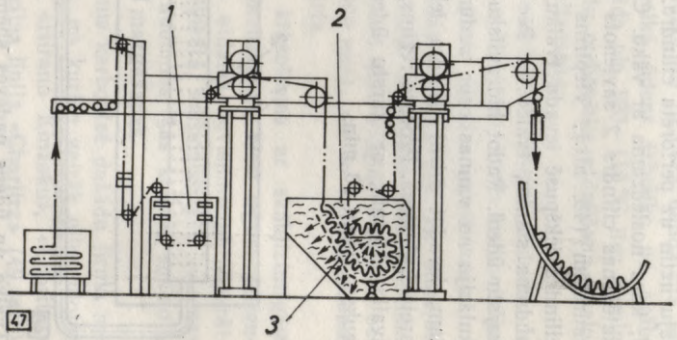
Līnija LPŽ-1Š-1 sastāv no piesūcināšanas mašīnas ar mazgājošo šķīdumu un 6 agregētām auduma grīstu mazgāšanas mašīnām, caur kurām audums pārvietojas spirālveidā. Pirmajās divās mašīnās auduma grīsti apstrādā ar SML un sodas šķīdumu, pārējās skalo ar ūdeni. Procesu intensificē, papildus padodot šķīduma strūklas uz auduma, kā arī lietojot rievotus veltņus. Līnijā galvenokārt mazgā uzvalku audumus (220—350 g/m²).

Kleitu un vieglos uzvalku audumus mazgā, izplestus visā platumā, līnijās LPZ-180-Š, «Textima», «Kovo».

Agregātā LPZ-180-Š (46. att.) audumus var tikai plaucēt vai arī mazgāt un plaucēt, kā arī atsmitēt. Auduma pārvietošanās ātrums mazgājot un plaucējot 15—25 m/min. Vispirms audumu attīra no pūkām tā gaitai pretējā virzienā rotējošas sukas *4*. Ja jāsadala ūdenī nešķīstošā cietes smite, audumu mašīnā *1* piesūcina ar pankreatīna šķīdumu un atstāj kompensatorā *2* 10—15 min. Tālāk audums iet cauri 8 mazgāšanas mašīnām *3*, katrā no tām atrodoties 1—3 min. 1., 2. un 3. mašīnā audumu mazgā ar SML un sodas šķīdumu pie 45 °C un emulģē eļļas un netīrumus. 4. un 5. ma-



46. att. Mazgāšanas-plaucēšanas agregāta shēma



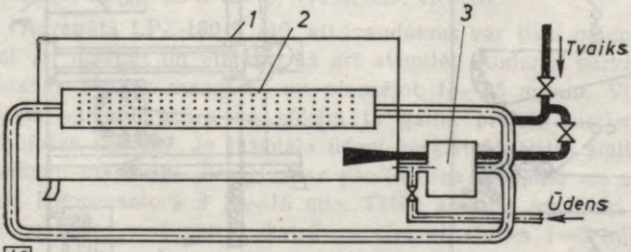
47. att. Mazgāšanas mašīnas MP-180-Š shēma

šīnā audumu skalo ar siltu ūdeni, 6. un 7. — plaucē ar tīru ūdeni pie 92—96 °C, 8. — atdzesē ar aukstu ūdeni.

Mēteļu un biezāku uzvalku audumu apstrādei ieteic intensīvākas mazgāšanas līnijas, kas sastāv, piemēram, no 3 vai 4 savā starpā agregētām periodiskas darbības mašīnām MP-180-Š, kurās audumu mazgā, izplestu visā platumā brīvi krītošu cilpu veidā (47. att.). Process noris kaskādes un aktīvās darbības vannās. Kaskādes vannā *1* procesu intensificē mazgājošā šķīduma padeve uz auduma strūklu veidā no perforētām caurulēm, bet aktīvās darbības vannā *2* — U veida šahtas apakšējās perforētās sienas *3* svārstības (50—75 svārst./min ar amplitūdu 30 mm), kas rada mazgājošā šķīduma pulsāciju perpendikulāri audumam.

Slapjā dekatēšana. Smalko aparātdziju audumus pēc velšanas un mazgāšanas pakļauj slapjajai dekatēšanai, t. i., apstrādei ar karstu ūdeni un tvaiku, beigās audumu atdzesējot ar aukstu ūdeni. Apstrādes uzdevums ir līdzīgs kā plaucēšanai.

Apstrādi izdara slapjajā dekatierī. Audumu caur platinātāju uztin uz perforēta cilindra. To iecelļ dekatēšanas vannā *1*, kura noslēdzama ar vāku. Caur vannas gala sienām dekatēšanas cilindrs *2* savienots ar tvaika un ūdens padeves caurulēm (48. att.). Vispirms lēni rotējošā (8 apgr./min) cilindra iekšpusē ievada tvaiku, kas, spiežoties cauri uztītā auduma slānim, tvaicē to. Pēc tam ar sūkni vannā ievada karstu ūdeni. Radot hidraulisku spiedienu, izraisa ūdens cirkulāciju no vannas caur audumu uz cilindra iekšpusi. Pēc tam, ievadot ūdeni cilindra iekšpusē, panāk tā cirkulāciju pretējā virzienā. Procesa režīms, piemēram, šāds: apstrāde ar tvaiku 10 min, ar karstu ūdeni pie 60 °C 30 min un ar aukstu ūdeni 10 min.



48

Tvaika un ūdens padeves shēma slapjajā dekatierī

Dekatēšanas laikā saveltais audums nedaudz izstiepjas un kļūst plānāks par 10—20%. Šīs izmaiņas auduma izmēros apstrādes laikā tiek fiksētas. Platums praktiski nemainās. Bez tam auduma virsma kļūst gludāka un iegūst nelielu spīdumu.

Reizēm dekatē arī ķemmdziju uzvalku audumus.

Karbonizācija ir specifiska vilnas vai vilnas audumu apdares operācija. Tās uzdevums ir ķīmiski atdalīt no vilnas celulozi saturošus piemaisījumus — siena un salmu gružus, dadžus u. tml., bet no lupatu vilnas — kokvilnas vai viskozes šķiedras. Apstrādājot TM mehāniski, šos piemaisījumus var atdalīt tikai daļēji. Palikuši vilnā vai audumā, tie izraisa materiāla nevienmērīgu nokrāsošanos, kā arī padara audumu neizskatīgāku.

Karbonizācijas pamatā ir celulozi saturošo piemaisījumu hidrolītiska sadalīšanās ar minerālskābēm, parasti sērskābi (40—50 g/l). Celuloze pārvēršas par trauslu, neizturīgu, viegli atdalāmu hidrocelulozi, turpretī vilna netiek sadalīta.

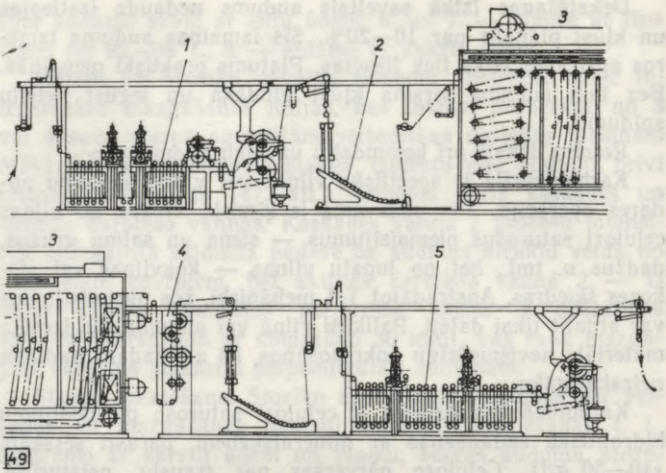
Karbonizācijas procesu veido vairākas operācijas: TM piesūcināšana ar skābes šķīdumu un tā liekā daudzuma atdalīšana, žāvēšana, kuras laikā ūdens iztvaiko un skābe koncentrējas, termiska apstrāde pie 100—110 °C līdz 5 min, celulozes sadalīšanās produktu mehāniska atdalīšana, skalošana un skābes palieku neitralizēšana.

Tīrvilnas un vilnas-nitrona drānas karbonizē audumā. Ja audumu izgatavo no vilnas un šķiedrām, kuras karbonizējot sadalās, tad karbonizē vilnu pirms šķiedru sajaukšanas.

Audumus karbonizē dažādās apdares procesu stadijās. Aparātdziju audumus parasti karbonizē pēc velšanas. Pirms tās gan augu piemaisījumi būtu vieglāk atdalāmi, bet neveltie audumi ir plati (2600 mm), un to karbonizēšanai būtu vajadzīga ļoti plata iekārta.

Audumus karbonizē pēc krāsošanas ar skābjizturīgām krāsvielām. Ja krāso pēc karbonizācijas, bieži iegūst nevienmērīgu krāsojumu, jo skābe atdalās nevienmērīgi. Aparātdziju audumus, kas krāsoti šķiedrā, karbonizē pēc velšanas un mazgāšanas. Ķemmdziju audumus, kas krāsoti suklentē, karbonizē pēc plaucēšanas un mazgāšanas.

Padomju Savienībā audumus karbonizē dažādu firmu nepārtrauktas darbības iekārtās, no kurām vairāk pilnveidotas ir firmu «Fleissner» (VFR), «Hirano Kinzoku», «Choritra» (Japāna) iekārtas. Karbonizācijas līnija «Choritra» (49. att.)



Karbonizācijas līnijas shēma

sastāv no auduma piesūcināšanas vannām *1* ar spiedveltņiem, kompensatora *2*, četrsekciju žāvēšanas-termiskās apstrādes kameras *3* (t° sekcijās 60—120 °C) un atdzesētā auduma attīrīšanas iekārtas *4*, kura sastāv no sitējveltnīšiem un rotējošu suku pāra, kas atdala trauslos celulozes sadalīšanās produktus. Pēc tam audums caur kompensatoru nonāk sešsekciju mazgāšanas mašīnā *5*, kur izmazgā sērskābī ar ūdeni, neitralizē skābes paliekas ar atšķaidītu sodas vai NH_4OH šķīdumu, audumu vēlreiz mazgā ar ūdeni un izžāvē vairākstāvu žāvēšanas-platināšanas mašīnā (shēmā nav parādīta). Auduma pārvietošanās ātrums agregātā 3—30 m/min.

Ja agregātā nav celulozes sadalīšanās produktu attīrītāja, tos atdala, sauso audumu (sevišķi biezos aparātdziju audumus) 15—20 min apstrādājot velšanas mašīnā.

Vilnu karbonizē gan periodiskas, gan nepārtrauktas darbības iekārtās.

Balināšana. Vilnas pigmenti ir izkliedēti visā šķiedras masā, tāpēc tos nevar noārdīt, vienlaikus daļēji nesadalot arī šķiedras. Balina tikai gaišu vilnu, ja audumu paredzēts ražot baltu vai arī krāsot gaišos toņos, lai šie toņi būtu tīri.

Vilnu var balināt kā ar oksidētājiem, tā reducētājiem. Ar

reducētājiem ($NaHSO_3$, $Na_2S_2O_4$, SO_2) atkrāsotās šķiedras baltuma pakāpe gan nav stabila — reducētie pigmenti gaisā atkal daļēji oksidējas un atgūst savu krāsu.

Parasti balina ar oksidētāju ūdeņraža peroksīdu H_2O_2, kas noārda pigmentus līdz bezkrāsainiem, ūdenī labi šķīstošiem savienojumiem. Hloru saturošie balinātāji ($NaOCl$, $NaClO_2$) izraisa vilnas keratīna strauju destrukciju, dzeltēšanu un pakāpenisku izšķīšanu. Vilna ar H_2O_2 jābalina maigos apstākļos: pie 50—55 °C un šķīduma pH 8—9. H_2O_2 stabilizē ar nātrija pirofosfātu $Na_4P_2O_7$, pasārmo ar amonija hidroksīdu. Nātrija silikāta piedeva mazāk vēlama, jo lielākas sārmainības dēļ, kā arī silīcija dioksīda nosēšanās dēļ TM kļūst cietāks un trauslāks. Balina periodiskas darbības iekārtās, visbiežāk grīstu mazgāšanas mašīnās ar šķīdumu, kas satur, piemēram, (g/l): H_2O_2 (30%) — 20, $Na_4P_2O_7$ — 1,5, NH_4OH (25%) — 1,5, VAS — 1,0. Balina 4—5 h pie 45—50 °C vai 1—2 h pie 45—50 °C un turpina to dziestošā vannā. Skalo ar siltu un aukstu ūdeni. Iegūst audumu ar baltuma pakāpi 74—76%. Par tā destrukcijas pakāpi spriež pēc vilnas šķīdības 0,1n NaOH šķīdumā. Šķīdība 1 h laikā pie 65 °C un VM 1 : 100 nedrīkst būt >20% (nebalinātai vilnai 10—12%).

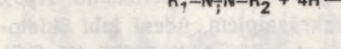
Vilnas audumu balināšanai sāk lietot arī nepārtraukto piesūcināšanas un tvaicēšanas paņēmienu. Pēc piesūcināšanas ar balinošo šķīdumu (50—150 g/l 30% H_2O_2) audumu tvaicē 4—5 min pie 100 °C, pēc tam skalo ar ūdeni.

Pēc pusnepārtrauktā paņēmiena ar samērā koncentrētu šķīdumu (100—200 g/l 30% H_2O_2) piesūcināto audumu satin ruļļos, aptin ar polietilēna plēvi un tur pie ceha t° 10—16 h, ruļļiem lēni rotējot, pēc tam skalo ar ūdeni.

Lai palielinātu auduma baltuma pakāpi vēl par 3—5%, to pēcbalina ar optisku balinātāju (OB): beloforu 2K-Š u. c. 0,2—1% no auduma svara etiķskābā vidē (pH 4—4,5) 30 min pie 80 °C un VM 1 : 30. OB piesaistās vilnai ar jonu saitēm.

Reģenerētās vilnas atkrāsošana. Aparātdziju audumu izgatavošanai plaši lieto lupatu jeb reģenerēto vilnu, kura ir nokrāsota dažādās krāsās. To atkrāso ar reducētājiem: hidrosulfītu $Na_2S_2O_4$ (līdz 65 °C) vai rongalītu $NaHSO_2 \times CH_2O \cdot 2H_2O$ (80—100 °C) skābā vidē 30—60 min, patērējot 3% rongalīta un 3% skudrskābes vai 4% hidrosulfīta un 2% skudrskābes no šķiedru svara. Reducētājam sadaloties

ūdens vidē, izdalās atomārs ūdeņradis, kas reducē krāsvielas, sevišķi viegli azokrāsvielas.



$$R_1-N=N-R_2 + 4H \longrightarrow R_1NH_2 + H_2NR_2$$

Rodas bezkrāsaini, ūdenī labi šķīstoši un viegli atdalāmi amīni.

Lai noārdītu krāsvielas, kas nesatur azogrupas, jālieto oksidētāji (kālija bihromāts $K_2Cr_2O_7$), bet tie jūtami sadala šķiedras un pazemina to izturību.

Uzkāršana. Daļu aparātdziju audumu pēc velšanas un mazgāšanas uzkārš, lai uzirdinātu auduma filcveida segumu un šī seguma šķiedrām piešķirtu noteiktu virzienu. Uzkārsums padara audumu pūkaināku, mīkstāku, siltāku un savdabīgāku.

Vilnas audumu uzkāršanai lieto ne tikai adatu (277. lpp.), bet arī čiekuru uzkāršanas mašīnas, kas dod blīvāku, garāku un vienmērīgāku uzkārsumu, mazāk mehāniski bojājot audumu. Auga Dipsacus fullonum čiekuriem (augļkopām) ir asas plāksnītes ar liektiem adatveida galiem (50. att.). Uzkāršanas mašīnās tos veltņa virsmā iestiprina ar speciāliem rāmjiem. Audumam ejot pār uzkāršanas veltņiem ar ātrumu 12—14 m/min, čiekuri to uzkārš. Lai iegūtu blīvāku uzkārsumu, audumu laiž caur mašīnu daudzkārt.

Čiekuri ir samērā dārgi un kalpo tikai 24 h. Tie ļoti bieži jāmaina, un tas prasa daudz roku darba. Ekonomiski izdevīgāk ir lietot adatu uzkāršanas mašīnas. Mašīnai IV-24-180, ko lieto vilnas rūpniecībā, ir viens veltnis, kurā iestiprināti 24 uzkāršanas un pretuzkāršanas veltnīši. Auduma padošanas ātrums 9—40 m/min. Nereti audumus uzkārš ar kombinēto paņēmienu: vispirms adatu, pēc tam

50 Dipsacus fullonum augļkopa

čiekuru uzkāršanas mašīnā. Čiekuri vienmēr dod maigāku un labākas kvalitātes uzkārsumu. Tagad dipsaku čiekurus aizstāj ar polimēru čiekuriem, bet tie vēl nedod tik labas kvalitātes uzkārsumu kā augu čiekuri.

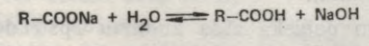
Uzkārš mitru vilnas audumu, lai tas neelektrizētos, uzkārsums būtu vienmērīgāks un tam vieglāk būtu piešķirt noteiktu virzienu. Mitras šķiedras ir elastīgākas un mazāki ir svara zudumi pūku veidā, mazāk samazinās arī auduma stiprība.

DABISKĀ ZĪDA AUDUMA SAGATAVOŠANA

Lai dabiskā zīda audumu sagatavotu krāsošanai, jāveic divas operācijas: novārīšana un, ja vajadzīgs, balināšana.

Dabiskā zīda jēlaudumi ir asi un cieti pēc taustes, bez spīduma, jo tie satur daudz zīda līmes sericīna (līdz 20—25%). Tāpēc audumu vispirms atbrīvo no sericīna, novārot ziepju un sodas šķīdumā. Vienlaikus atdalās eļļošanas preparāti (2—5%), kā arī vaski, taukvielas, dabiskās krāsvielas, kas koncentrētas galvenokārt sericīna slānī, un netīrumi. Smiti jēlaudumi nesatur, tās lomu izpilda sericīns.

Novārīšana. Zīdu novāra vāji sārmainā šķīdumā (pH 10,2—10,5) pie 92—94 °C; sericīns tajā pakāpeniski uzbriest, pēc tam izšķīst oligo- un poliaminoskābju nātrija sāļu veidā. Lai nenotiktu arī fibroīna destrukcija, vāra nevis sārma, bet gan ziepju (10—15 g/l) un sodas (0,3—0,7 g/l) šķīdumā. Vāra 1—3 h pie M 1 : 40—1 : 50. Šajā gadījumā ziepes nevar aizstāt ar neitrālajiem SML šķīdumiem, jo ziepju spēja šķīdināt sericīnu saistīta ar to sārmainību, kas rodas, ziepēm hidrolizējoties ūdenī:



$$R\text{–}COONa + H_2O \rightleftharpoons R\text{–}COOH + NaOH$$

Ziepes un soda labi buferē šķīdumu, tā pH procesa laikā nekļūst zemāks par 9. Neitrālā vidē process var apstāties. Ziepes darbojas arī kā VAS, veicinot auduma ātrāku un vienmērīgāku samirkšanu un attīrīšanos. Labu šķīduma buferēšanās un emulģēšanas spēju nodrošina tikai ļoti liels ziepju (60%) patēriņš — 50—75% no zīda svara. Šķīdumu izmanto vairākkārt, ik reizi papildinot ar vajadzīgo ziepju un sodas daudzumu.

Novārīšanu veic divās pakāpēs. Pirmā ilgst 30—45 min, otrā — ilgāk. Pārvārīšanas laikā audums pilnīgi atbrīvojas no attīrāmo vielu paliekām, kļūst mīksts, elastīgs, spīdīgs.

Sericīns atdalās jau ievērojami ātrāk — 20—30 min laikā, novārot zīdu sārmainu sāļu šķīdumos: sodas vai trinātrija fosfāta šķīdumos (5—6 g/l) vai sodas (2,1 g/l) un nātrija bikarbonāta (1,7 g/l) šķīdumā pie 90—92 °C. Tomēr sāļu buferšķīdumiem nepiemīt VAS īpašības. Tie gan izšķīdina sericīnu, bet nepilnīgi atdala eļļas, vaskus un dabiskās krāsvielas. Lai audumu pilnīgi attīrītu, to vāra vēlreiz ziepju šķīdumā, pēc tam 2—3 reizes skalo ar ūdeni.

Optimālā novārīšanas t° ir 92—98 °C. To pazeminot, process palēninās, bet zem 70 °C sericīns vairs nešķīst.

Balināšana. Dabiskā zīda krāsvielas saistītas ar sericīnu. To atdalot novārīšanas procesā, atdalās arī krāsvielas. Nelielā daudzumā tās tomēr adsorbējas uz fibroīna virsmas, piešķirot tam viegli iedzeltenu vai dzeltenpelēku krāsu. Šis nelielais iekrāsojums netraucē, ja zīdu pēc tam krāso. Bet, ja zīdu ražo baltu, tas noteikti jābalina.

Dabisko zīdu balina ar H_2O_2 maigos apstākļos, lai nenotiktu fibroīna destrukcija. Balinošais šķīdums satur 2—3 g/l H_2O_2 (100%). To vāji pasārmo ar amonija hidroksīdu vai trinātrija fosfātu līdz pH 8—8,4 un stabilizē ar nātrija silikātu (~5 g/l). Balina pie 70—75 °C 2—3 h vai dziestošā vannā 6—18 h, pēc tam skalo ar karstu un aukstu ūdeni. H_2O_2 (30%) patēriņš pie M 1 : 20—1 : 30 ir līdz 20% no auduma svara.

Lieto arī optiskos balinātājus. Tas ir ērts un ātrs dabiskā zīda balināšanas paņēmiens. Labus rezultātus dod balināšana ar riluksiem (ČSSR) etiķskābā vidē (pH 5—4,5); riluksu patēriņš 0,3—2% no auduma svara. Pie M 1 : 40 un 40 °C balina 30 min.

No iekārtām dabiskā zīda audumu apstrādei plaši lieto universālās motorvannas (93. lpp.), arī ežektormašīnas (145. lpp.), no nepārtrauktas darbības iekārtām — «Mezzera» firmas agregātu (96. lpp.), kur audumu apstrādes laikā nesastiepj.

Sagatavotā auduma kvalitāti nosaka šādi rādītāji:

1) auduma saslapēšanās spēja ar ūdeni; to raksturo materiāla kapilaritāte, ko nosaka pēc krāsvielas šķīduma pacelšanās augstuma (mm) pa šķīdumā iekārtu auduma strēmeli 30 min laikā. Piemēram, balināta kokvilnas auduma kapilari-

tāte 30 min laikā ir 102—130 mm, kamēr jēlaudumam — tikai 15—20 mm;

2) baltuma pakāpe, kas izsaka no auduma atstarotās gaismas daudzumu (%) no uz tā krītošās gaismas daudzuma. To nosaka fotometriski, un izbalinātiem audumiem tā ir 80—88%;

3) auduma destrukcijas pakāpe, kuru nosaka pēc auduma stiprības vai šķiedru veidojošā polimēra šķīduma viskozitātes samazināšanās.

AUDUMU ATŪDEŅOŠANA

Pēc balināšanas un skalošanas vai citām slapjajām apstrādēm audumi satur 120—250%, adītie materiāli — vēl vairāk mitruma.

Atkarībā no saistības veida ar TM un no sadalījuma tajā mitrumu iedala higroskopiskajā, kapilārajā un rupji kapilārajā mitrumā.

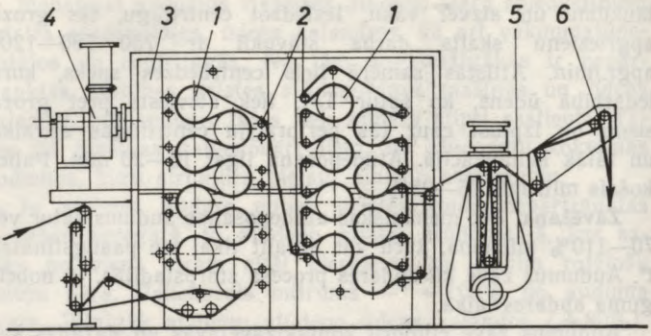
Higroskopisko mitrumu šķiedras sorbē no gaisa. Tas aizpilda šūnu sienu vai šķiedru veidojošā polimēra mikro- un ultramikroporas un kapilārus un cieši piesaistās šķiedrām ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem. Dažādām tekstilšķiedrām tas ir 1—15% un raksturo katras šķiedras higroskopiskumu, t. i., mitruma saturu gaissausā šķiedrā normālos apstākļos (pie 20 °C un relatīvā gaisa mitruma 65%). To var atdalīt tikai tad, ja šķiedrmateriālu stipri pāržāvē, bet tad materiāls kļūst cietāks pēc taustes, trauslāks. Pāržāvētais TM zaudēto mitrumu normālos apstākļos atkal adsorbē no gaisa.

Kapilārais mitrums aizpilda uzbriedušas šķiedras poras. Tas ir osmotiski saistītais mitrums, kas veido līdz 40% no TM svara. To var atdalīt tikai žāvējot.

Rupji kapilārais mitrums atrodas kapilāros starp šķiedrām un pavedieniem, kā arī klāj šķiedru virsmu. Ievērojamu šī mitruma daļu var atdalīt mehāniski, pārējo — žāvējot.

Tekstilmateriālus atūdeņo divējādi: mehāniski un žāvējot.

Mehāniska atūdeņošana ir vairākkārt lētāka nekā žāvēšana, tā notiek ātrāk un prasa desmitām reižu mazāku enerģijas patēriņu. Bet tā var atdalīt tikai daļu rupji kapilārā mitruma. Pārējo mitrumu, kas veido 65—95% no TM svara, bet sintētisko šķiedrmateriālu gadījumā — 15—25%, var atdalīt tikai žāvējot.



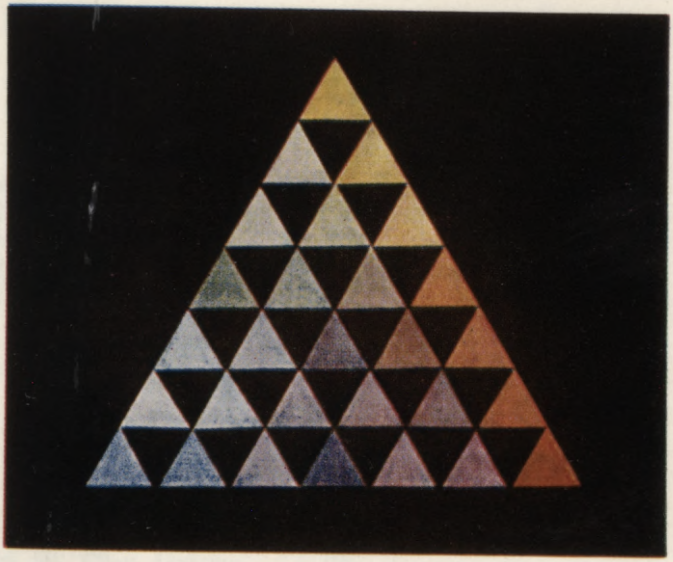
54

Auduma iekārtojuma shēma cilindru žāvētavā:
1 — žāvēšanas cilindri; *2* — vadveltnīši; *3* — žāvēšanas kamera; *4* — ventilators; *5* — atdzesēšanas kamera; *6* — auduma salicējs

cēšanai patērē 1,4—1,6 kg tvaika ar spiedienu 0,4 MPa (4 atm). Procesa intensificēšanai lieto arī augstāka spiediena tvaiku — līdz 0,6 MPa. Auduma padošanas ātrums žāvētavā 30—150 m/min.

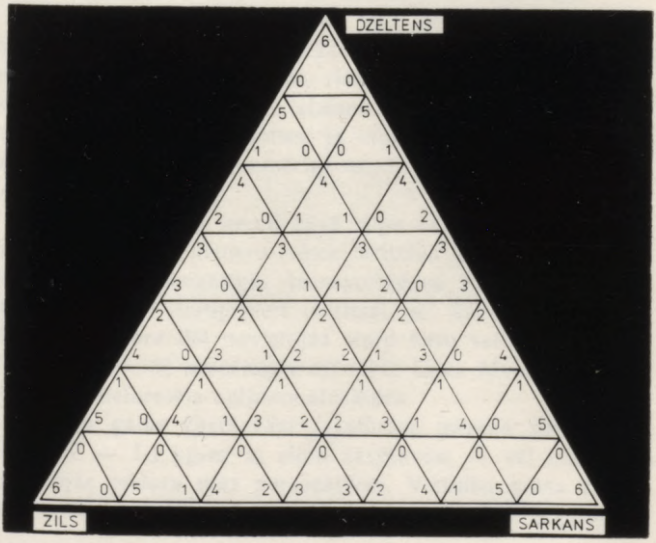
Žāvēšanas cilindri *1* izgatavoti no nerūsoša tērauda un pamīšus novietoti kolonnās cits virs cita (54. att.). Katrā kolonnā ir 8—10 cilindri, katrā žāvēšanas mašīnā — 1—4 kolonnas. Cilindrus no iekšpuses apsilda ar ūdens tvaiku. Pārejot no viena rotējošā cilindra uz citu, auduma lente, kas ar tiem saskaras no abām pusēm, izžūst un izgludinās. Procesa laikā audums tiek ievērojami sastiepts; tas ierobežo šo žāvētavu lietošanu (galvenokārt kokvilnas un linu audumu žāvēšanai). Iespējama arī uz auduma uznesto preparātu migrācija. Plūksnu audumus (velvetu, samtu u. tml.) vai audumus ar izaustu, uz vienu pusi izcilnētu rakstu drīkst žāvēt tikai no vienas puses; to panāk ar vadveltnīšiem *2*.

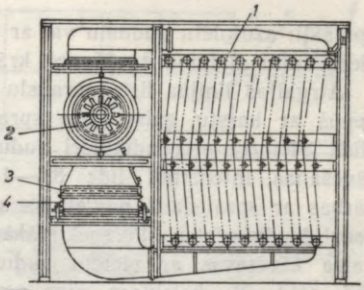
Kameru tipa konvekcijas žāvētavās audumus izžāvē ar cirkulējošu karstu gaisu, kurš uzkarsēts tvaika kaloriferos un kura cirkulāciju nodrošina ventilatori. 1 kg mitruma iztvaicēšanai patērē 1,6—1,8 (2,3) kg tvaika. Audumu izstiepums ir minimāls. Konvekcijas žāvētavās žāvē zīda un vilnas audumus un adītās drānas, kuru struktūra ir vieglāk deformējama, kā arī dažādus audumus pēc krāsošanas vai apdrukāšanas.



60. att. Krāsu trīsstūris

61. att. Krāsvielu maisījuma sastādīšanas diagramma

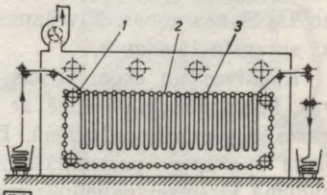




55. att. Veltnīšu gaisa žāvētavas vienas sekcijas shēma:

1 — žāvēšanas kamera; *2* — ventilators; *3* — gaisa filtrs; *4* — kalorifers

55



56. att. Cilpu žāvētava

56

Konvekcijas žāvētavas var būt izveidotas dažādi: kā veltnīšu gaisa vai gāzes, cilpu vai sprauslu žāvētavas, žāvēšanas-platināšanas mašīnas vai sietcilindru žāvētavas.

Veltnīšu gaisa žāvētava (55. att.) ir vairāksekciju kamera, kurai mitro audumu virza cauri piedzenamu augšējo un apakšējo transportveltnīšu rindas, tā samazinot sastiepumu. Vidējie starpveltnīši iztaisno auduma malas un izlīdzina krokas, kas var rasties, ja cilpu garums ir >1,5 m. Audumu no apakšas vienmērīgi appūš un žāvē kaloriferos uzkarsēts gaiss.

Apaļadītās drānas nereti žāvē cilpu žāvētavās (56. att.), kurās drānu caur kameru virza veltnīšu konveijers, t. i., divas paralēlas bezgalīgas transportķēdes *2*, uz kurām ar nelielu atstarpi uzstiprināti veltnīši *3*. Žāvētavā padotā drāna *1* pašsvara dēļ novietojas starp šiem veltnīšiem brīvi krītošu cilpu veidā nesastieptā stāvoklī, tāpēc žāvēšanas procesā netiek deformēta adījuma struktūra.

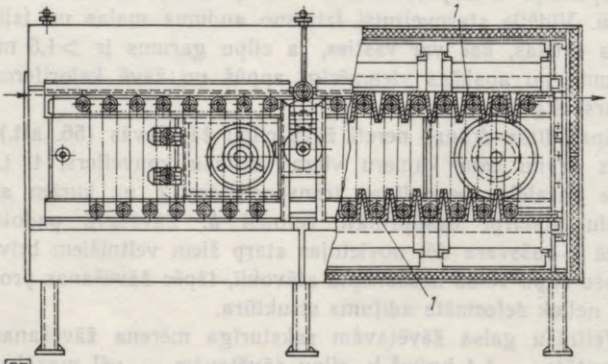
Veltnīšu gaisa žāvētavām raksturīga mērena žāvēšanas intensitāte — 1,4 kg/m² h, cilpu žāvētavām — vēl mazāka; tas pēdējās padara maz perspektīvas. Veltnīšu gaisa žāvētavas lieto gadījumos, kad nepieciešami maigāki žāvēšanas

apstākļi: azotolētu audumu vai ar kublu krāsvielu suspensiju piesūcinātu audumu žāvēšanai, krāsošanai ar anilīna melno.

Ātrgaitas līnijās lieto sprauslu žāvētavas. Tajās audumu appūš ar karstu gaisu caur sprauslām ar lielāku ātrumu (līdz 34 m/s) perpendikulāri auduma virsmai; tas palielina žāvēšanas intensitāti līdz 8,5—15 kg/m² h. Karstā gaisa kārbas ar sprauslām, novietotas starp auduma lentēm, aizņem daudz vietas. Perspektīvākas ir kombinētas veltnīšu gaisa žāvētavas ar vietēju auduma strūklveida appūšanu (57. att.). No kolektora caur perforētām aptverēm *1* virs augšējiem un zem apakšējiem transportveltnīšiem uz auduma padod karsta gaisa strūklas, tā ātrāk aizvadot mitro gaisu no žāvēšanas zonas. Žāvēšanas intensitāte gandrīz tāda pati kā sprauslu žāvētavās.

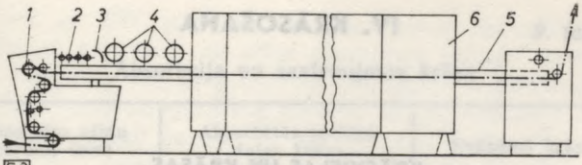
Efektīvas un ekonomiskas ir arī veltnīšu gāzes žāvētavas, kurās audumu izžāvē ar karstajiem (līdz 450—500 °C) gāzes degšanas produktiem. Bet te iespējama auduma baltuma pakāpes pazeminināšanās, preparātu migrācija uz auduma virsmas; palielinās uguns un sprādzienu nedrošība.

Žāvēšanas-platināšanas mašīnās (58. att., arī 82. un 110. lpp.) audumus ne vien žāvē, bet arī platina, izlabo audu sašķiebumus, izlīdzina auduma iekšējos spriegumus, padodot to ar apsteigumu un ļaujot tam sarauties garenvirzienā, ja vajadzīgs, pirms žāvēšanas piesūcina ar krāsvielas vai apretes šķīdumu. Audumu izžāvē, no abām pusēm appūšot ar karstu gaisu caur sprauslām. Nereti žāvēšanas kamerai ir



57

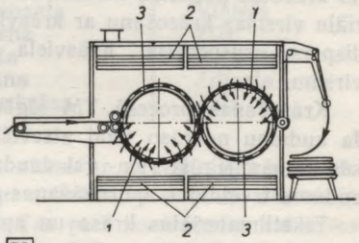
Veltnīšu gaisa žāvētavas shēma ar auduma vietēju strūklveida appūšanu



58

Žāvēšanas-platināšanas mašīnas shēma:

1 — padevējierīce ar sašķiebuma izlabotāju; *2* — malu iztaisnotāji; *3* — malas kontrolētājs; *4* — rotējošas sukas malas uzduršanai uz transportķēdes adatām; *5* — transportķēde; *6* — žāvētava



59

Sietcilindru žāvētavas shēma

arī elektriski apsildāma augsttemperatūras zona, kurā termofiksēt audumu (110. lpp.). Šīs sarežģītās, dārgās iekārtas lietojamas dažādu audumu un plakanadīto drānu apdarei. Tās nodrošina augstas kvalitātes apstrādi: audums ir viscaur vienādi plats, nesašķiebts, labi izgludināts, bez krokām un ielocītām malām.

Apaļadītās drānas žāvē galvenokārt sietcilindru žāvētavās, materiālam sūcot cauri karstu gaisu. Žāvētava ir universāla. Tajā var žāvēt arī biezus neblīvus audumus ar labu gaisa caurlaidību, šķiedru suklentes. Žāvētavā (59. att.) ir 2—4 vai vairāki rindā, vai pamīšus novietoti perforēti, ar sietu pārvilkti cilindri, kas rotē pretējos virzienos un tā pārvieto audumu. No katra cilindra *1* iekšpuses spēcīgs ventilators sūc audumam cauri karstu gaisu, kas iepriekš uzsildīts kaloriferos *2*. Ekranizējoši puscilindri *3* nodrošina gaisa sūkšanu tikai caur žāvējamo materiālu. Lai novērstu izstiepšanos, TM uz sietcilindriem padod ar apsteigumu.

IV. KRĀSOŠANA

KRĀSVIELAS UN KRĀSAS

Krāsošana ir process, kurā TM iegūst noturīgu krāsojumu. Izšķir krāsošanu masā un virsmas krāsošanu.

Masā krāso ķīmisko šķiedru rūpnīcās, formējot šķiedras no krāsotas polimēra masas. Tekstilfabrikās veic šķiedrmateriālu virsmas krāsošanu ar krāsvielu šķīdumu vai ļoti smalkdispersu suspensiju. Krāsviela iekļūst šķiedrā caur tās virsmu.

Krāsošanas procesā TM iegūst vienkrāsainu krāsojumu. Ja audumu nokrāso tikai atsevišķās vietās vienā vai vairākās krāsās, iegūst vien- vai daudzkrāsainu rakstu. Raksts uz auduma izveidojas apdrukāšanas procesā.

Tekstilmateriālus krāso un apdrukā ar dažādām sintētiskajām organiskajām krāsvielām, kuru skaits sasniedz ~6000.

Krāsvielas ir krāsaini savienojumi, kas paliekami var mainīt kāda materiāla (auduma, papīra, ādu, plastmasu u. c.) krāsu. Krāsvielu svarīgākās īpašības tātad ir to krāsainība un spēja noturīgi saistīties ar krāsojamo materiālu.

Savienojumu krāsainību nosaka to spēja intensīvi absorbēt uz tiem krītošo gaismu spektra redzamajā daļā (ar viļņu garumu 400—800 nm). Ja viela selektīvi absorbē, mūsu redze uztver atstaroto neabsorbēto gaismu, kurā trūkst absorbētās gaismas viļņu garumu, un mēs redzam t. s. papildkrāsu (abas optiski sajauktas, tās dod ahromatisku baltu gaismu). Atkarībā no absorbētās gaismas viļņu garuma papildkrāsa var būt dažāda (9. tab.).

Ja spektra redzamajā daļā absorbcijas nav, viela ir balta; ja viela visā viļņu garumu intervālā absorbē, tā ir melna, ja daļēji absorbē un atstaro, — tā ir pelēka. Baltā, pelēkā un melnā ir ahromatiskās (nekrāsainās) krāsas.

Tātad vielas krāsa ir saistīta ar gaismas absorbciju spektra redzamajā daļā, bet šī absorbcija — ar vielas molekulas uzbūvi, tās elektronu sistēmas ierosināmību un elektronu pāreju no aizņemtajām uz neaizņemtajām orbitālēm. Orbitāļu enerģiju starpība nosaka absorbējamās gaismas viļņu garumu. Elektronu pāreja notiek vieglāk, ja molekulā ir ga-

9. tabula

Absorbcija un savienojumu krāsa

Absorbēto viļņu garumi (nm)	Absorbētās spektra daļas krāsa	Redzamā krāsa
400—435	Violeta	Zaļgandzeltena
435—480	Zila	Dzeltena
480—490	Gaišzila	Oranža
490—500	Zilizaļa	Sarkana
500—560	Zaļa	Purpurkrāsa
560—580	Dzeltenzaļa	Violeta
580—595	Dzeltena	Zila
595—605	Oranža	Gaišzila
605—730	Sarkana	Zilizaļa
730—760	Purpurkrāsa	Zaļa

rāka konjugētā sistēma un atomi ar nedalītajiem elektronu pāriem. Pieaugot alkapoliēnu dubultsaišu skaitam, absorbcija nobīdās uz garo viļņu pusi. Tas pats novērojams, salīdzinot dažādu policiklisko arēnu absorbciju: naftalīns ir bezkrāsains, tetracēns — oranžs, pentacēns — zils. Ja konjugētajā sistēmā iesaistās atomi ar nedalītajiem elektronu pāriem (—$\ddot{O}H$, —$\ddot{N}H_2$, —$\ddot{S}H$), tas palielina šo sistēmu un rada absorbcijas maksimuma nobīdi uz garo viļņu pusi (batohromā nobīde). Konjugēto dubultsaišu sistēmas saīsināšanās izraisa gaismas absorbcijas maksimuma nobīdi uz īso viļņu pusi (hipsohromā nobīde).

Krāsainības molekulāro orbitāļu teorija savā ziņā papildina un izskaidro veco, bet savā laikā derīgo hromoforu-auksohromu teoriju. Pēc tās savienojumu krāsainību rada noteiktas nepiesātinātas grupas — hromofori (krāsas nesēji): —NO, —NO_2, >CO, —N=N—, >C=C<, kā arī hinoīdās struktūras. Bet šo savienojumu krāsa daudzos gadījumos ir maz intensīva, un tie nav izmantojami par krāsvielām. Auksohromās grupas —OH, —NH_2, —SH krāsu pastiprina, un savienojumi kļūst krāsvielas.

Šķīdību ūdenī krāsvielām piešķir —SO_3Na, —COOH u. c. grupas, bet reizē tās pazemina krāsojuma slapjo apstrāžu izturību.

Krāsojot vai apdrukājot audumus, reti kad lieto kādu vienu krāsvielu — dzeltenu, sarkanu, zaļu vai tml. Daudz interesantāki ir *modernie toņi*, kurus iegūst, kombinējot vairākas savietojamas krāsvielas. Parasti tās ir vienas klases

krāsvielas, kas nereaģē savā starpā un ar TPV un kam ir apmēram vienāda sorbēšanās spēja un krāsojuma noturība.

Krāsvielu savietojamību visvienkāršāk var pārbaudīt, vizuāli salīdzinot, vai ar noteiktu krāsvielu maisījumu krāsotiem paraugiem, ja ir dažāds krāsošanas ilgums, reizē ar krāsojuma intensitāti nemainās arī krāsas tonis.

Instrumentāli savietojamību pārbauda spektrofotometriski, nosakot, vai ar to pašu sastāvu pie dažāda krāsošanas ilguma nokrāsoto paraugu atstarošanas spektros vai palikušo vannu sorbcijas spektros neparādās maksimumu nobīdes. Gadījuma rakstura maisījumi var dot mazāk vienmērīgu un noturīgu krāsojumu, vairāk krāsvielas var palikt neizmantotas vannā.

Kā zināms, gaismas spektra redzamajā daļā atšķiramas sarkana, oranža, dzeltena, zaļa, zila un violeta krāsa. Pamatkrāsas no tām ir tikai trīs — sarkanā, dzeltenā un zilā, kuras nevar iegūt no citām krāsām. Tās ir monokolorās krāsas.

Oranžā, zaļā un violetā ir bikolorās krāsas. Tās rodas, sajaucoties divām pamatkrāsām: sarkanā un dzeltenā dod oranžu, dzeltenā un zilā — zaļu, sarkanā un zilā — violetu krāsu. Bikolorās krāsas var būt ļoti dažādas atkarībā no tā, kādās attiecībās ņemtas pamatkrāsas. Tā iegūst dažādas pārejas krāsas: oranžsarkanu, oranždzeltenu, zilizaļu, dzeltenzaļu, zilivioletu, sarkanvioletu u. c. Šādu variāciju var būt ļoti daudz.

Visas monokolorās un bikolorās krāsas ir spilgtas.

Ja bikolorai krāsai kaut nedaudz piejauc trešo pamatkrāsu, piemēram, oranžai zilu, iegūst trikoloru krāsu. Pie tam zūd krāsas spilgtums — tā kļūst tumšāka, tās tonis netīrāks. Tā iegūst nespilgtās, mierīgās smilškrāsas, brūnu, dažādas nokrāsas pelēku, olīvu, bordo u. c. krāsas. Tā, sajaucot sarkanu, dzeltenu krāsvielu un nedaudz zilas krāsvielas, iegūst šokolādes vai iedeguma brūnu krāsojumu. Ņemot šīs pašas trīs pamatkrāsas (triādi) citās daudzuma attiecībās, dabū tumšāku vai gaišāku smilškrāsu, olīvkrāsu, tumši pelēku vai pat melnu krāsojumu. Šādi krāsoti materiāli absorbē katrai kompozīcijas krāsvielai raksturīgo gaismu spektra redzamajā daļā, sašaurinot atstarotās gaismas spektra daļu, kas nosaka to krāsu.

Šāda subtraktīvā krāsu sajaukšanās notiek, TM krāsojot vai apdrukājot ar krāsvielu maisījumu, kā arī tos pārkrāsojot (10. tab.).

10. tabula

Krāsas, ko iegūst, TM pārkrāsojot

Pārkrāsojamā auduma krāsa	Pārkrāsošanai izmantotās krāsvielas krāsa					
	sarkana	oranža	dzeltena	zaļa	zila	violeta
Sarkana	Sarkana	Sārta	Oranža	Brūna	Spilgti violeta	Sarkanvioleta
Oranža	Sārta	Oranža	Spilgti oranža	Olīvkrāsa	Olīvkrāsa	Sarkanbrūna
Dzeltena	Oranža	Spilgti oranža	Dzeltena	Spilgti zaļa	Zaļa	Pelēkbrūna
Zaļa	Brūna	Olīvkrāsa	Spilgti zaļa	Zaļa	Zilizaļa	Pelēka
Zila	Spilgti violeta	Olīvkrāsa	Zaļa	Tumši zaļa	Zila	Tumši zila
Violeta	Sarkanvioleta	Spilgti brūna	Tumši brūna	Pelēka	Tumši zila	Violeta
Brūna	Sarkanbrūna	Brūna	Dzeltenbrūna	Zaļganbrūna	Tumši brūna	Tumši brūna
Pelēka	Tumši sarkana	Pelēkbrūna	Dzeltenpelēka	Zaļpelēka	Tumši zila	Violeti pelēka

Pamatkrāsu (dzeltenās, sarkanās un gaišzilās) *triādes* ļauj iegūt plašu krāsu gammu no trim krāsvielām. Tādas triādes ir, piemēram, skābajām krāsvielām: dzeltenā noturīgā, sārtā noturīgā, spilgti zilā antrahinona; tiešajām krāsvielām: dzeltenā gaismizturīgā 0, sārtā, spilgti gaišzilā gaismizturīgā; dispersajām krāsvielām: dzeltenā noturīgā 2K, sārtā Ž, zilizaļā vai zilā K.

Triādes raksturo iegūstamo krāsu daudzveidība, šo krāsu toņu tīrība un krāsojumu noturība. Krāsu daudzveidība ir lielāka un to toņi tīrāki, ja pamatkrāsas izraudzītas ar iespējami tīriem toņiem, kas absorbē gaismu relatīvi šaurā spektra joslā.

Triādes krāsu daudzveidību uzskatāmi var parādīt krāsu trīsstūra veidā (60. att.). Vienādsānu trīsstūra virsotnēs atliktas pamatkrāsas, malās bikolorās, bet vidū trikolorās krāsas, kuras iegūst, sajaucot attiecīgās krāsvielas noteiktās daudzuma attiecībās (61. att.). Krāsvielu daudzuma attiecības variējot, iegūstama liela starptoņu dažādība.

Hromatiskās (krāsainās) *krāsas raksturo* krāsas tonis, toņa tīrība jeb piesātinātība un gaišums jeb relatīvais spilgtums.

Krāsas toni nosaka atstarotās (no auduma) vai absorbētās (krāsvielas šķīdumā) gaismas viļņu garums nanometros (10^{-9} m). Vienam krāsu tonim var būt daudzas un dažādas nokrāsas, piemēram, visdažādākās sarkanās vai zaļās nokrāsas.

Toņa tīrība jeb piesātinātība ir attiecīgās monohromatiskās sastāvdaļas saturs krāsā. Piesātinātākās ir spektrālās krāsas. To tīrību pieņem par 100%. Ahromatisko krāsu (baltās, pelēkās, melnās) tīrība vienlīdzīga nullei. Mazpiesātinātas ir gaišās un tumšās krāsas — gaišzaļa, gaišsarkana, tumšzila, tumšvioleta, t. i., krāsas ar lielu baltās vai pelēkās piemaisījumu.

Krāsas gaišums jeb relatīvais spilgtums ir no parauga atstarotās gaismas plūsmas attiecība pret krītošo gaismu relatīvās vienībās. Gaišuma etaloni — ar magnija oksīdu vai bārija sulfātu klātas plāksnītes — atstaro līdz 98% uz tiem krītošās gaismas, melns samts — tikai ~0,3%. Jo tumšāka krāsa, jo mazāks ir tās gaišums. Ahromatiskām krāsām gaišums ir vienīgais to raksturotājlielums.

Hromatiskās krāsas var iedalīt siltajās un aukstajās. Kā siltās krāsas uztveram dzelteno, oranžo, sarkano, kā auk-

stās — zilo, violeto, arī zaļo. Brūnā un ahromatiskās krāsas, arī tīri zaļā ir neitrālas krāsas.

Katras krāsotavas un drukātavas laboratorijā ir *izkrāsojumu grāmatas* ar krāsu gammām. Gammas sastāda no vairākām savietojamām vienas klases krāsvielām vai no trim pamatkrāsām uz daudzu izkrāsojumu pamata. Piemēram, dažādus toņus var iegūt ar četrām kublu krāsvielām: tioindigo sārto Ž, tioindigo sarkano S, kublu zelta dzelteno ŽH, bromindigo (zilo). Ja izkrāsojumu grāmatā ierakstīts sastāvs $0:2:3:\frac{1}{2}$, tas nozīmē, ka attiecīgā toņa ieguvei ņem 2 otrās, 3 trešās un $\frac{1}{2}$ svara daļas ceturtās krāsvielas. Kopējais krāsvielu patēriņš (% no TM svara) atkarīgs no vajadzīgās krāsojuma intensitātes.

Ja neviens etalonparaugs, kas ir izkrāsojumu albumā, nesakrīt ar paraugu, pēc kura jākrāso, jāizdara papildizkrāsojumi, kuru skaits atkarīgs no kolorista pieredzes. Jānosaka krāsvielu daudzuma attiecības kompozīcijā un krāsvielu patēriņš.

Izstrādātas arī instrumentālas metodes receptūras sastādīšanai, krāsojot pēc parauga. Šajā gadījumā laboratorijā nepieciešams: 1) reģistrējošs spektrofotometrs vai vismaz fotoelektrokolorimetrs ar speciāliem gaismas filtriem, kas dod iespēju attēlot krāsu grafiski trīsdimensionālā sistēmā (t. s. krāsas ķermeņa tilpumā) un apzīmēt ar krāsainības koordinātēm x, y, z; 2) speciāli programmēts elektronskaitļotājs, kas dod recepti vajadzīgo krāsu sajaukšanai, zinot parauga un krāsvielu krāsainības koordinātes un vēl dažas papildziņas.

Tā kā ir ~3000 dažādu krāsu toņu, šāda automātiska sistēma ļoti atvieglo kolorista darbu, jo tā dod vajadzīgo atbildi dažu minūšu laikā. Šīs iekārtas gan ir dārgas.

Krāsvielu klasifikācija un izlaides veidi

Krāsvielu ķīmiskā klasifikācija pēc to uzbūves praksē nav ērti lietojama, tāpēc lieto tehnisko klasifikāciju, pēc kuras apvieno krāsvielas ar dažādu struktūru, bet ar vienādām tehniskām īpašībām.

Tekstilrūpniecībā lietojamās krāsvielas iedala 1) ūdenī šķīstošās — tiešās, skābās, skābās metālsaturošās, skābās kodināmās, aktīvās, katjonu krāsvielas, kublasoli; 2) ūdenī nešķīstošās — kublu, sēra, dispersās krāsvielas, pigmenti;

3) uz šķiedras sintezējamās — nešķīstošās oksiazokrāsvielas, anilīna melnā u. c. krāsvielas.

Pēdējā laikā visvairāk ražo un lieto aktīvās krāsvielas, skābās poliamīdu un skābās metālsaturošās 1 : 2 kompleksa krāsvielas, kas dod sevišķi noturīgu krāsojumu. Pastiprināti ražo arī poliesteru dispersās krāsvielas un katjonu krāsvielas, tāpat arī tās dispersās, kublu un skābās krāsvielas, kuras izmanto poliesteru-celulozes un poliesteru-vilnas dažādšķiedru audumu un trikotāžas krāsošanai.

Šķīstošās krāsvielas ūdenī disociē jonos, no kuriem krāsains parasti ir anjons (anjonu krāsvielas). Krāsainus katjonus dod vienīgi katjonu krāsvielas.

Krāsvielas nosaukumu veido vārdi, kuri raksturo tās piederību krāsvielu klasei un krāsu (skābā zilā, kublu bordo). Parasti aiz nosaukuma seko vēl kāds burts, kas apzīmē krāsas nokrāsu: Ž (желтоватый — dzeltenīgs), K (красноватый — sarkanīgs), S (синеватый — zilgans) u. tml., piemēram, tiešā sarkanā Ž. Izteiktākās nokrāsas apzīmē ar ciparu pirms burta (tiešā sarkanā 4Ž). Burtiem var būt arī cita nozīme: piemēram, «M» nozīmē, ka krāsviela satur metāla atomu, «N» — ka krāsviela nokrāso šķiedru neitrālā vidē.

Tehniskās krāsvielas ražo pulveru un pastu veidā. Ūdenī šķīstošās krāsvielas ir tikai pulverveida un satur 50—60% krāsvielas un 40—50% palīgvielas (VAS u. c.). Ūdenī nešķīstošās krāsvielas ražo gan pulveru, gan smalkdispersu pastu veidā. Pastas lietošanā ir ērtākas. Krāsvielas daudzums tajās ir mazāks, piemēram, kublu krāsvielu pastās 15—20%. Bez krāsvielas pastas satur dispergatorus, slapinātājus, antifrīzus, higroskopiskas un antiseptiskas vielas, kas uztur krāsvielas smalkdispersā stāvoklī un pasargā pastas no sasalšanas, iežūšanas un pelēšanas.

Krāsojuma noturība un krāsvielu izvēle

Krāsojumam jābūt noturīgam, TM mazgājot, ķīmiski tīrot, gludinot, tam jābūt arī gaismas, ārapstākļu, sviedru un berzes izturīgam. Krāsojuma noturības noteikšanai izstrādātas standartmetodes un novērtēšanai — noturības normas. Krāsojuma noturību novērtē pēc etalonu pelēkās skalas 5 punktu sistēmas, labāko noturību novērtējot ar 5 punktiem, sliktāko — ar 1 punktu. Gaismizturību vērtē pēc etalonu zilās skalas 8 punktu sistēmas.

11. tabula

Tekstilkrāsvielu noderība dažādu šķiedru krāsošanai

Krāsvielas	Šķiedras						
	celulozes	vilna	dabiskais zīds	acetātu	kaprons	lavsāns	nitrons
Tiešās	+++	+−	+++	−	+−	−	−
Aktīvās celulozei	+++	++	+++	−	++	−	−
„ vilnai	+−	+++	+++	−	++	−	−
„ dispersās	−	−	−	−	+++	−	−
Kublu	+++	+−	+−	+−	+−	++	−
Kublasoli	+++	++	++	−	+−	+−	−
Sēra	+++	−	−	−	+−	−	−
Nešķīstošās oksiazokrāsvielas	+++	+−	+−	++	++	++	−
Skābās	−	+++	+−	−	++	−	−
Skābās NM	−	+++	++	−	+++	−	−
Skābās kodināmās	−	+++	−	−	−	−	−
Dispersās	−	−	−	+++	+++	+++	++
Dispersās MP	−	−	−	−	+++	−	−
Katjonu	−	−	−	−	−	−	+++

Krāsvielu lietojamības pakāpes apzīmējumi: +++ — ieteicamākās, ++ — lietojamās, +− — daļēji lietojamās, − − nederīgās krāsvielas.

Krāsojuma slapjo apstrāžu izturību izsaka ar trim cipariem, piemēram, 4/4/5, kurus iegūst, salīdzinot nokrāsotos paraugus ar etaloniem pēc slapjās apstrādes. Pirmais cipars ir parauga sākotnējās krāsas izmaiņas novērtējums, otrais raksturo tā paša materiāla baltā parauga iekrāsošanās pakāpi pēc kopējas apstrādes (mazgāšanas), trešais — cita materiāla balta parauga iekrāsošanās pakāpi.

Krāsvielu krāsojuma noturības uzrāda krāsvielu katalogos. Celulozes šķiedras visnoturīgāk nokrāso kublu un aktīvās krāsvielas, anilīna melnā, vilnu — skābās kodināmās un skābās metālsaturošās, kā arī aktīvās krāsvielas, poliamīdu šķiedras — skābās metālsaturošās un aktīvās dispersās krāsvielas. Gaismizturīgāko krāsojumu dod skābās kodināmās, skābās metālsaturošās un kublu krāsvielas. Tomēr tādu krāsvielu, ar kurām varētu iegūt absolūti noturīgu krāsojumu, nav. Pat sevišķi noturīgais krāsojums, ko dod kublu, skābās kodināmās un skābās metālsaturošās krāsvielas, gan ir mazgāšanas, sviedru, gaismas un ārapstākļu izturīgs, bet bieži vien berzes un gludināšanas mazizturīgs. Plaši lietotās tiešās krāsvielas ir vienas no nenoturīgākajām. Tās, kā arī sēra krāsvielas, speciāli nostiprina uz celu-

lozes šķiedrām. Zināmā mērā krāsojuma noturību ietekmē arī krāsvielas koncentrācija un tās sadalījuma raksturs šķiedrā. Dziļāks iekrāsojums ir noturīgāks nekā virspusējs. Intensīvāks krāsojums ir gaismizturīgāks.

Sevišķi noturīgam jābūt auduma krāsainajam rakstam, kā arī to dziju krāsojumam, kuras izmanto rūtainu un svītrainu audumu aušanai, lai krāsojums tālākās apdares procesā vai ekspluatācijas laikā mazgājot nepluktu un nepārietu uz neiekrāsotajiem vai citas krāsas laukumiem.

Prasība pēc krāsojuma noturības mainās atkarībā no TM lietojuma. Mēteļu, uzvalku, mēbeļu audumu, triko apģērbu krāsojumam jābūt gaismas, berzes, ķīmiskās tīrīšanas izturīgam. Turpretī veļas, virskreklu, zeķu krāsojumam — mazgāšanas, sviedru, berzes izturīgam, peldkostīmu krāsojumam — gaismas, ārapstāk|u, jūras ūdens izturīgam.

Krāsvielu izvēli nosaka šķiedras ķīmiskā daba (11. tab.), arī izstrādājuma lietošanas veids un līdz ar to nepieciešamā krāsojuma noturība.

Dažādšķiedru izstrādājumus krāso pēc vien- vai divvannu paņēmiena ar katram komponentam raksturīgām krāsvielām.

KRĀSOŠANĀ NORISOŠIE PROCESI

Krāsošanas procesā krāsvielu pārnes uz TM galvenokārt no ūdens šķīduma (reti no organiska šķīdinātāja vai apdrukāšanas procesā no pseidošķīduma, t. i., no uzbriedušas biezinātāja plēves). Visos gadījumos patvaļīgā pāreja no šķīduma uz šķiedru notiek, pateicoties krāsvielas tieksmei saistīties ar šķiedru. Svarīga nozīme ir arī šķiedru uzbriešanas spējai ūdenī un krāsvielas stāvoklim šķīdumā.

Krāsviela molekulārā vai jonu veidā pāriet uz šķiedru pakāpeniski. Mikroskopā var novērot, ka krāsošanas procesa sākumā krāsviela sorbējas uz šķiedru virsmas, pēc tam krāsvielas koncentrāciju starpības dēļ lēnām iespiežas šķiedras dziļumā, līdz beidzot vienmērīgi izkliedējas pa visu šķiedras šķērsgriezuma laukumu, sasniedzot līdzsvara stāvokli. Nosacīti var pieņemt, ka krāsošanas process sastāv no četrām stadijām: 1) krāsvielas difūzijas šķīdumā krāsojamā TM virzienā (ārējā difūzija); 2) krāsvielas sorbcijas uz šķiedru ārējās virsmas; 3) krāsvielas difūzijas šķiedru dziļumā (iekšējā difūzija); 4) krāsvielas fiksācijas šķiedrā, tai sorbējoties uz šķiedru iekšējās virsmas. Faktiski visi šie procesi

noris vienlaikus, tikai ar dažādu ātrumu. Tos apskata atsevišķi ērtības labad.

Periodiskas darbības iekārtās krāsošanas process ilgst 1—2 h un pat tad vēl netiek sasniegts līdzsvara stāvoklis. Krāsvielas sorbcija kā uz šķiedru ārējās, tā vēlāk uz iekšējās virsmas noris praktiski momentāni. Procesa ātrumu nosaka tā lēnākā stadija — krāsvielas difūzija šķiedru dziļumā; tās ātrums ir 10^{-12}—10^{-8} cm^2/s, kamēr krāsvielas difūzija šķīdumā noris 1000—10 000 reižu ātrāk (10^{-7}—10^{-5} cm^2/s). Krāsvielas difūzijas ātrums šķiedrā krasi samazinās, tās molekulu vai jonu kustībai bremzējoties gan šķiedru šaurajās mikroporās (~30 Å, ja krāsvielas molekulu garums 15—20 Å), gan uz šķiedru aktīvajiem centriem. Krāsvielas difūzijas procesu šķiedrā kavē gan telpiski traucējumi, gan sorbcijas parādības. Tāpēc, jo blīvāka ir šķiedras struktūra un jo lielāka ir krāsvielas tieksme saistīties ar šķiedru, jo mazāks ir tās difūzijas ātrums šķiedrā.

Ātrāk krāsvielas difundē hidrofilajās dabiskajās šķiedrās ar plašu submikroskopisko poru sistēmu, kuru diametrs palielinās, šķiedrām uzbriestot ūdens vidē. Lielākajai daļai sintētisko šķiedru un acetātu šķiedrām ir ļoti blīva struktūra ar neliela diametra porām, kurās krāsviela nespēj difundēt, jo hidrofobās šķiedras arī neuzbriest ūdens vidē. Tāpēc krāsvielu difūzijas aktivācijas enerģija sintētiskajās šķiedrās ir ievērojami lielāka (22—73 kcal/mol) nekā dabiskajās (10—22 kcal/mol). Bet pēc sava sastāva šīs šķiedras ir puskristāliski termoplastiski polimēri, kas pie katram materiālam noteiktas stiklošanās temperatūras T_{st} (14. lpp.) pāriet superelastīgā stāvoklī, kuram raksturīga starpmolekulārās saistības pavājināšanās un krasa brīvā tilpuma palielināšanās. Makromolekulu segmentālais kustīgums superelastīgā stāvoklī un palielinātais labilais starpsegmentālais brīvais tilpums piešķir šķiedrām difūzo caurlaidību. Ar to arī izskaidrojams, kāpēc poliesteru un poliakrilnitrila šķiedras līdz 80—85 °C nemaz neiekrāsojas. Virs T_{st} difūzijas aktivācijas enerģija samazinās, difūzijas ātrums lēcienveidā palielinās un sākas šķiedru nokrāsošanās. Sevišķi intensīva tā kļūst 50—100 °C virs T_{st}, kad šķiedras makromolekulas kļūst vēl kustīgākas, brīvais starpsegmentālais tilpums vēl lielāks un krāsvielas difūzija brīvāka. Krāsošanas process paātrinās desmitām un pat simtām reižu. Tādēļ, lai intensificētu sintētisko TM (sevišķi poliesteru) krāsošanas procesu, lieto augsttemperatūras paņēmienus: krāsošanu spiedieniekārtās

vai termozola paņēmienu. Krāsojot hidrofilās dabiskās vai viskozes šķiedras, kuras augstā t° neplastificējas, augsttemperatūras paņēmieni dod mazāku efektu.

Sintētisko šķiedru nokrāsošanās procesu var intensificēt, arī pazeminot šķiedru veidojošā polimēra T_{st} ar t. s. intensifikatoru (fenolu, aromātisko amīnu u. c.) piedevu krāsvielas šķīdumam; tas daļēji dekristalizē un plastificē šķiedru. Vienlaikus palielinās krāsvielas šķīdība vai dispersijas pakāpe. Krāsojot intensifikatoru klātbūtnē, speciāla aparatūra nav vajadzīga, jo process noris pie t° līdz 100 °C. Intensifikatorus tomēr lieto reti, jo daudzi no tiem ir toksiski un grūti izmazgājami no TM, tāpēc pazemina tā gaismizturību. Tie ir arī dārgi un jāpievieno lielos daudzumos (5—20% no šķiedru svara).

TM nokrāsošanos apgrūtina to virsmas negatīvais lādiņš (ξ — potenciāls — 15—65 mV), jo arī visas anjonu krāsvielas un leikokrāsvielas ūdens šķīdumos ir negatīvi lādētas. So potenciālu barjeru samazina, krāsvielas šķīdumam pievienojot neitrālu elektrolītu (NaCl, Na_2SO_4), kura nātrija joni samazina vai neitralizē šķiedras un krāsvielas atgrūšanās spēkus.

Difūzijas ātrums un dziļums šķiedrā, kā arī krāsojuma noturība atkarīga arī no krāsvielas stāvokļa šķīdumā. Krāsvielas ūdens šķīdumā vienlaikus pastāv krāsvielas molekulas, to agregāti un krāsvielas joni un to agregāti. Atkarībā no apstākļiem var izveidoties īsts vai koloidāls krāsvielas šķīdums. Paaugstinot t°, šķīdība palielinās. Lielākas neitrāla elektrolīta piedevas veicina koloidāla šķīduma rašanos, jo pazeminās krāsvielas jonu hidratācijas un disociācijas pakāpes. Jo krāsvielas daļiņas lielākas, jo difūzija šķiedrā un nokrāsošanās noris lēnāk un krāsojums ir virspusīgāks un nenoturīgāks.

Tātad visi tie tehnoloģiskie faktori, kas pazemina krāsvielas molekulu vai jonu agregācijas pakāpi šķīdumā vai pazemina šķiedras struktūras blīvumu, paātrina krāsvielas difūziju šķiedru dziļumā un visu krāsošanas procesu.

Krāsvielas fiksācija šķiedrā, t. i., krāsošanas procesa pēdējā stadija, notiek, krāsvielai sorbējoties uz šķiedru iekšējās virsmas. Atkarībā no šķiedras un krāsvielas sorbcija var būt fizikāla ar Van der Vālsa spēkiem un ūdeņraža saitēm vai arī ķīmiska ar jonu vai kovalentajām saitēm. Lielāku krāsojuma noturību dod ķīmiskā saistība, sevišķi kovalentās saites.

KRĀSOŠANAS PAŅĒMIENI UN IEKĀRTAS

Krāsošanas procesu var realizēt gan periodiskas, gan nepārtrauktas darbības iekārtās ar dažādiem paņēmieniem.

Paņēmiena izvēli nosaka krāsojamā materiāla veids (šķiedras, dzija, audums, triko drāna, gabalizstrādājumi), šķiedru ķīmiskā daba (vilna, kokvilna, lavsāns), arī krāsvielu klase, ražošanas apjoms, pieejamās iekārtas.

Visracionālāk ir krāsot audumus nepārtrauktas darbības līnijās, jo tām ir visaugstākais ražīgums, relatīvi mazāks ūdens un tvaika patēriņš un tajās iegūst vienmērīgāku auduma krāsojumu lielās partijās.

Bet visus audumus nevar krāsot nepārtrauktas darbības iekārtās. Vilnas un zīda (triacetāta, sintētisko šķiedru) audumi, ja neveic sevišķus pasākumus, nepārtrauktas krāsošanas apstākļos nokrāsojami tikai gaišos un vidējos toņos. Daudzi zīda audumi (viskozes, diacetāta) mitrā stāvoklī ievērojami zaudē izturību, stipri deformējas, tāpēc tos nedrīkst krāsot iekārtās, kur tos stipri sastiepj. Arī adītās drānas ar viegli deformējamo cilpaino struktūru krāso periodiskas darbības aparatūrā.

Dzijas parasti krāso periodiskas darbības iekārtās. No tām auž rūtainus un svītrainus audumus vai ada gabalizstrādājumus; vienkrāsainus audumus vai adījumus neizgatavo iespējamās svītrainības dēļ, jo ļoti grūti panākt atsevišķu dzijas partiju pilnīgi vienādu nokrāsošanos.

Šķiedras krāso kā periodiskas, tā nepārtrauktas darbības iekārtās. No krāsotām šķiedrām vērpto dziju krāsojums ir vienmērīgs, jo iespējamās atsevišķo šķiedru partiju nokrāsu atšķirības pēc šķiedru sajaukšanas, irdināšanas, kulstīšanas un kāršanas vairs nav saskatāmas. No šķiedrā krāsotas dzijas ražo dažādšķiedru audumus un adījumus (arī vienkrāsainus), sevišķi vilnas un trikotāžas rūpniecībā, izgatavo arī melanždzijas.

Gabalizstrādājumus (zeķes, cimdus), reizēm arī daļu šūto trikotāžas izstrādājumu krāso periodiskas darbības iekārtās.

Tā, kaut gan vispārējā tendence ir arvien vairāk lietot TM krāsošanai nepārtrauktas darbības iekārtas, vilnas, zīda un trikotāžas rūpniecībā vēl arvien plaši lieto periodiskas darbības mašīnas un aparātus. Tām ir savas priekšrocības: var izlaist nelielas TM partijas dažādās krāsās, turklāt iegūstot intensīvāku un dziļāku krāsojumu, sevišķi biezu un

blīvu audumu gadījumā; aparatūrai liela manevrēšanas spēja, pārejot no krāsošanas ar vienu krāsu uz citu, no viena procesa uz citu (novārīšana, balināšana, mazgāšana, krāsošana), no viena artikula apstrādes uz citu.

Periodiskas darbības krāsošanas iekārtas

Periodiskas darbības iekārtā TM krāso 30—90 min un ilgāk; to nosaka krāsvielas lēnā difūzija šķiedru dziļumā.

Vannas modulis (VM) var būt dažāds atkarībā no aparatūras. Ja VM mazāks (5—10), citādi vienādos apstākļos uz šķiedru pāriet vairāk krāsvielas nekā tad, ja VM liels (30—40), bet atšķaidītākā šķīdumā krāsojums iznāk vienmērīgāks.

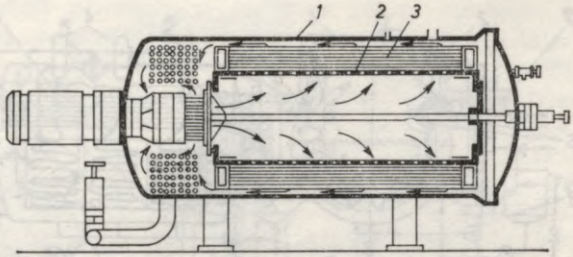
Krāsvielas un palīgvielu patēriņš ir atkarīgs no vēlamās krāsojuma intensitātes: krāsojot gaišos toņos, tas nepārsniedz 1% no TM svara, tumšos — 3—5%.

Krāsošanas ilgumu un t° regulē tā, lai īsākā laikā iegūtu maksimāli intensīvu, vienmērīgu un noturīgu krāsojumu. Procesu paātrina šķīduma cirkulācija un t° paaugstināšana.

Krāsot audumus periodiskas darbības iekārtās var gan grīstes veidā universālajās motorvannās vai ežektormašīnās, gan izplestā stāvoklī krāsošanas veltnīšu mašīnās vai spiedienaparātos, uztītu uz perforēta cilindra.

Vilnas, zīda un trikotāžas rūpniecībā krāsošanai plaši lieto **universālās motorvannas** jeb krāsošanas un mazgāšanas mašīnas MKP-1 (93. lpp.) vai to vecākos modeļus B-1, B-2. Drānas tajās apstrādā brīvi krītošas grīstes veidā bez sastiepuma. Motorvannās krāso lielu daļu adīto drānu — kokvilnas, viskozes, vilnas; dabiskā un viskozes zīda audumus, lielāko daļu vilnas audumu (mašīnās MKP-Š-1SA ar vannas tilpumu 7,3 m³), arī kokvilnas audumus ar viegli deformējamu struktūru.

Biezākus un blīvākus kokvilnas, viskozes, arī acetātzīda, kaprona, reizēm dabiskā zīda un vilnas audumus, kas grīstē var veidot grūti izgludināmas krokas un burzījumus, krāso, izplestus visā platumā, **krāsošanas veltnīšu mašīnās** jeb džigeros (96. lpp.) — KR-120 vai firmu «Elitex», «Textima», «Wakayama», «Mezzera», poļu VK-3 mašīnās. Auduma pārtīšanas ātrums caur krāsvielas šķīdumu 55—85 (120) m/min, VM 4—10. Partijas garums 650—1200 m. Auduma nostiepums mašīnā minimāls un zināmās robežās regulējams. Daudzu



62

Spiedienaparāts drānu krāsošanai veltnī:
1 — autoklāvs; *2* — perforētais cilindrs; *3* — uztītā drāna

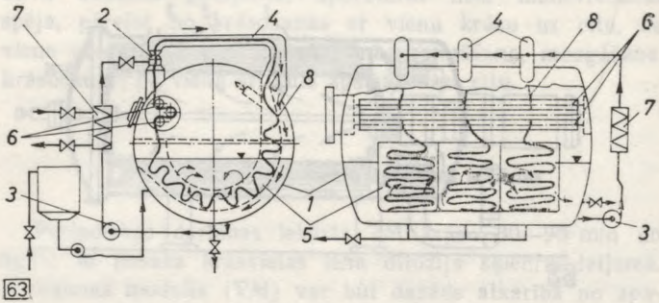
modeļu mašīnu augšdaļa noslēdzama ar vāku, kas stabilizē temperatūras režīmu. Auduma kustības virziena pārslēgšana automatizēta. Ir arī autoklāvu džigeri sintētisko šķiedru audumu krāsošanai pie t° līdz 130 °C.

Austās un adītās sintētisko šķiedru drānas bieži krāso augsttemperatūras iekārtās — spiedienaparātos krāsošanai veltnī un ežektormašīnās.

Krāsošana veltnī pamatojas uz krāsvielas šķīduma caurspiešanu drānai, kas uztīta uz perforēta cilindra (62. un 37. att.). Vienmērīga krāsojuma iegūšanai drāna jāuztin mašīnā ar platinātāju un regulējamu uztinuma blīvumu, lai tas viscaur būtu vienāds. Ieteicams krāsot labi sagatavotus, jau iepriekš stabilizētus audumus ar minimālu saraušanās spēju. Ja drāna nav iepriekš stabilizēta, tā jāuztin ar apsteigumu. Reizēm arī biezus vilnas audumus krāso, uztītus uz perforēta cilindra.

Ežektormašīnās krāso sintētisko šķiedru apaļadīto trikotāžu un audumus, kas izgatavoti no teksturētajiem (sevišķi poliesteru) pavedieniem, kurus nedrīkst stiept. Materiālu krāso grīstes veidā. Grūti likvidējamu burzījumu («lūzumu») rašanos aizkavē krāsvielas šķīduma ātrā cirkulācija (vannu pārsūknē nepilnā minūtē) un tikai minimāls grīstes nostiepums mainīgā peldošā stāvoklī. Labi izlīdzinās materiāla iekšējie spriegumi.

Ežektormašīnas var uzskatīt par universālo motorvannu jaunu tipu; tās ir hermētiski slēgtas, strādā pie paaugstināta spiediena, ievērojami mazāka VM (6—10) un liela šķīduma cirkulācijas ātruma. Tas saīsina krāsošanas ciklu, ļauj ekonomēt krāsvielas un ķimikālijas. Materiālu mašīnā pār-



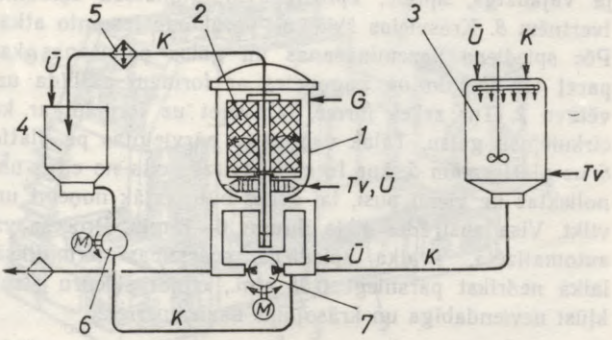
63

Ežektormašīnas shēma

vieto šķīduma plūsma, arī veltnīši *6* (63. att.) grīstes kustības virziena regulēšanai. Centrbēdzes sūknis *3* nodrošina intensīvu šķīduma cirkulāciju. Ežektorsprausla *2* piešķir tam lielu ātrumu — līdz 140 m/min (caurules sašaurināšanās dēļ). Tāpēc šķīduma plūsma aiznes sev līdzi auduma grīsti *8*, pārvietojot to pa cauruli *4* peldošā nesastieptā stāvoklī. Pēc tam grīste nonāk autoklāva *1* savācējdaļā *5*, kas norobežota ar perforētu sienu, kur tā, zaudējusi ātrumu, gulst brīvi krītošu kroku veidā. Šķīdumu uzkarsē siltummainī *7*. Ežektormašīnās paralēli var apstrādāt 2—6 audekla grīstes *8*, katru līdz 100 kg. Mašīna universāla. Tajā var novārīt, balināt, krāsot, mazgāt visdažādākās adītās drānas un audumus, arī ar viegli deformējamu struktūru.

Ežektormašīnas ar zemspiediena sprauslām izmanto arī audumu krāsošanai ar krāsvielas šķīduma putām pie ļoti maza VM.

Universālie krāsošanas aparāti AKD-U-6 un AKD-U-3 (6 vai 3 m³), UKB-100 un UKB-50 (100 vai 50 kg materiāla) vai līdzīgi ārzemju firmu aparāti paredzēti galvenokārt sintētisko, bet arī citu šķiedru un šķiedru lenšu, kā arī dziju krāsošanai pie t° līdz 135 °C. Aparātu galvenās daļas ir hermētiski noslēdzams korpuss *1* ar materiāla turētāju *2*, cirkulācijas sūknis *7*, krāsvielas šķīduma tvertne *3* un bufertvertne *4* ar cauruļtipa dzesētāju *5* un sūkni *6* (64. att.). Aparāta universālumu nosaka tas, ka korpusā *1* ar elektrotelferi var iecelt un iestiprināt caurumotu grozu šķiedru krāsošanai (*a*), šķiedru lenšu kamolu (*b*), dziju spoļu (*c*) vai dziju šķeteru turētāju (65. att.). Materiāla slānim ar sūkni caurspiež krāsvielas šķīdumu, kura cirkulācijas virzienu periodiski maina.



64

Universālā krāsošanas aparāta shēma:
K — krāsvielas šķīdums, *Tv* — tvaiks, *Ū* — ūdens, *G* — gaiss mehāniskai atūdeņošanai

Ir arī aparāti tikai šķiedru krāsošanai ar mehanizētu barotāju un šķiedru blīvētāju. Samērā plaši lieto aparātu speciāli šķiedru lenšu kamolu (topsu) krāsošanai gan pie parastā, gan paaugstināta spiediena, ar kamolu sapresētāju vai bez tā. Lai lenšu kamoli mazāk deformētos, tos iekrauj noņemamos perforētos cilindros uz caurumotiem turētājiem, kurus no augšas noslēdz (līdzīgi kā 65. att. *b*). Šķīduma cirkulāciju nodrošina ar sūkni.

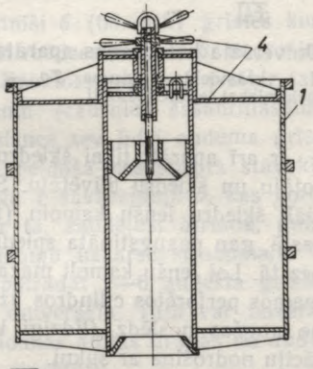
Gabalizstrādājumu, reizēm arī zeķu krāsošanai izmanto **daudzsekciju cilindriskos zeķu krāsošanas aparātus** (107. lpp.). Kokvilnas zeķes tajos saliek tāpat, viskozes un kaprona zeķes vai citus izstrādājumus — pa 10—50 pāriem marles vai neblīva adījuma maisiņos.

Mūsdienās lielāko daļu zeķu, sevišķi kaprona, krāso **universālajos tvaicēšanas, krāsošanas un formēšanas aparātos,** piemēram, UKF-72 vai UKF-60 ar 72 vai 60 formām (66. att.).

Vispirms uz formām uzvilktās zeķes tvaicējot stabilizē, pēc tam krāso, izsmidzinot uz tām krāsvielas šķīdumu (ir arī aparāti formu iegremdēšanai šķīdumā). Procesa beigās zeķes formē, t. i., izžāvē uz formām.

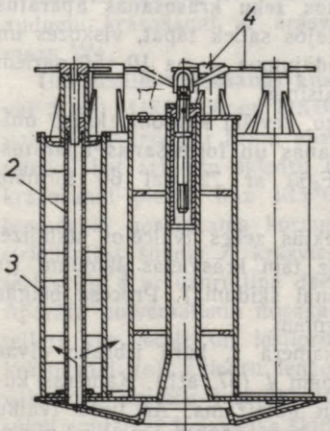
Tvaicē un krāso spiedienkamerā *1*, kurā iebrauc divas vagonetes *3*, katru ar 36 formām *4* (67. att.). Kameras kupolveida daļa ir paceļama un nolaižama. Ar tiešu tvaiku kamerā paceļ spiedienu un t° (līdz 127 °C). Pēc 1—3 min tvaicēšanas zeķes šajā pašā kamerā krāso, tad mazgā un,

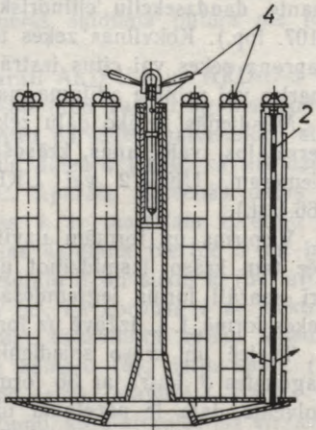
ja vajadzīgs, apretē, aprasinot ar atbilstošu šķīdumu no tvertnēm *8*. Krāsvielas šķīduma pārākumu izmanto atkārtoti. Pēc spiediena pazemināšanas un gaisa padošanas kamerā paceļ tās kupolu un vagonetes ar formām pārbīda uz žāvētavu *2*. Tur zeķes formē, izžāvējot uz formām ar karstu cirkulējošu gaisu. Tālāk vagonetes pārvietojas pa platformu *6* uz platformām *5*, kur formas atvirzās cita no citas un tiek noliektas uz vienu pusi, lai zeķes būtu ērtāk noņemt un uzvilkt. Visa apstrādes cikla ilgums 6—7 min. Procesa vadība automatizēta. Tvaika spiediena svārstības termofiksācijas laikā nedrīkst pārsniegt 0,05 atm., citādi šķiedru struktūra kļūst neviendabīga un krāsojums nevienmērīgs.



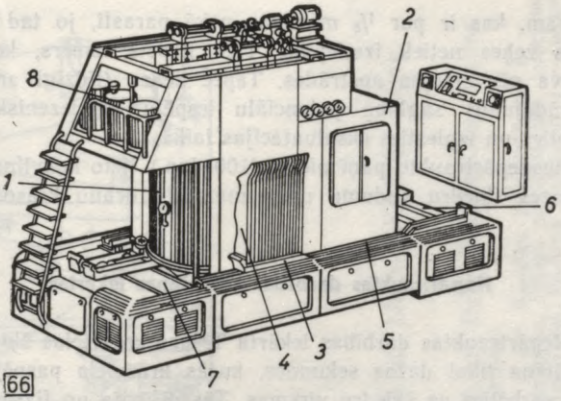
Materiālu turētāji:
1 — caurumots grozs; *2* — caurumota caurule; *3* — caurumots cilindrs; *4* — noslēgi

65 a



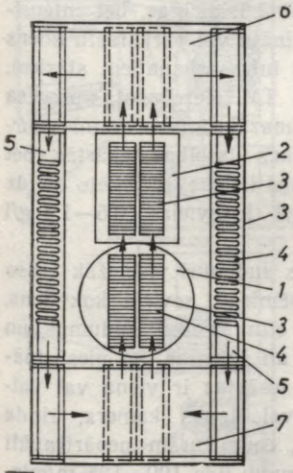


65 b c



66

66. att. Agregāta UKF-72 kopskats



67

67. att. Agregāta UKF-72 plāns

Aparātos UKF-72 formas ir pagarināmas un tajos var krāsot ne vien zeķes, bet arī zeķbikses.

Elastīgo bezizmēra kaprona zeķu stabilizācijas process ir nedaudz atšķirīgs, jo zeķēm pēc noadīšanas ir paaugstināta saraušanās spēja — līdz 40% 2 mēn. laikā, tāpēc ka adot tilpumpavediens tiek izstiepts. Lai paātrinātu saraušanos un iegūtu zeķes ar stabiliem izmēriem, tās apstrādā ar karstu (50—60 °C) SML (1 g/l) šķīdumu ~1 h daudzsekciju zeķu krāsošanas aparātā (107. lpp.). Pēc liekā mitruma nocentrifugēšanas zeķes apstrādā aparātā UKF-72 uz

formām, kas ir par $^1/_3$ mazākas nekā parasti, jo tad elastīgās zeķes netiek izstieptas. Tiek fiksēts izmērs, ko tās ieguva pēc slapjās apstrādes. Tāpēc zeķes (līdzīgi arī citi izstrādājumi) saglabā potenciālu iespēju atgriezeniski izstiepties un izplesties ekspluatācijas laikā.

Pusnepārtraukto paņēmienu (100. lpp.) lieto kokvilnas un viskozes šķiedru audumu un pamatadīto drānu krāsošanai.

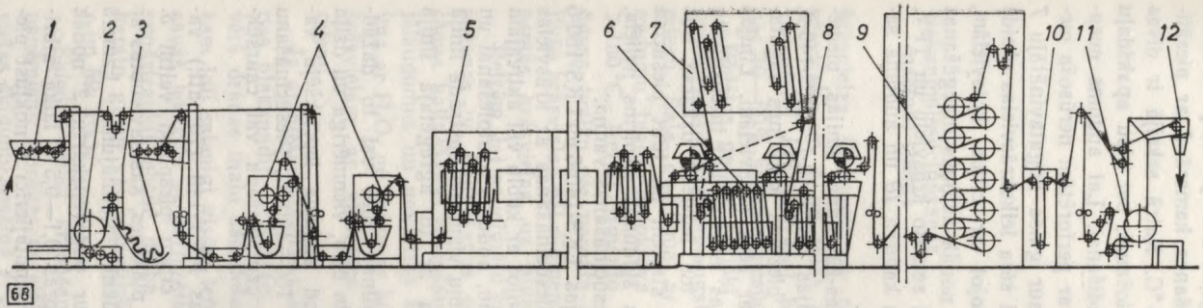
Nepārtrauktas darbības krāsošanas iekārtas

Nepārtrauktas darbības iekārtā TM ar krāsvielas šķīdumu piesūcina tikai dažas sekundes, kurās krāsviela paspēj vienīgi sorbēties uz šķiedru virsmas. Tās difūzija un fiksēšanās šķiedrās notiek citā agregāta mašīnā īslaicīgas, bet intensīvas siltumapstrādes laikā ar piesātinātu vai pārkarsētu ūdens tvaiku, retāk ar karstu gaisu vai infrasarkanajiem stariem. Nefiksēto krāsvielu izmazgā no TM. Ierobežotā procesa ilguma dēļ materiāla krāsojums mazāk intensīvs un caurkrāsošanās sliktāka nekā periodiskas darbības iekārtās, bet krāsvielas un palīgmateriālu patēriņš lielāks, jo jālieto daudz koncentrētāki šķīdumi (10—40 g/l krāsvielas 0,5—1,5 g/l vietā).

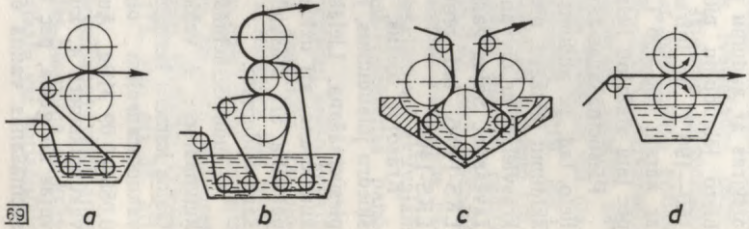
Nepārtrauktas darbības iekārtās audumus visbiežāk krāso ar **piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu**, sevišķi kokvilnas, arī viskozes štāpeļšķiedru, retāk citu šķiedru audumus un triko drānas, tāpat šķiedru lentes un šķiedras. Šo piesūcināšanas-tvaicēšanas līniju galvenās iekārtas ir viena vai vairākas piesūcināšanas mašīnas, tvaicēšanas kamera, rinda mazgāšanas mašīnu un žāvētava, caur kurām nepārtraukti virzās krāsojamais materiāls ar ātrumu līdz 100—125 m/min.

Līnijas LKS-140-7 un LKS-180-7 paredzētas iepriekš sagatavotu kokvilnas un viskozes štāpeļšķiedru audumu krāsošanai ar kublu krāsvielām, bet tajās var krāsot arī ar tiešajām, aktīvajām un sēra krāsvielām gaišos toņos pēc vienstadijas paņēmiena, kā arī izdarīt azosametināšanu, krāsojot ar nešķīstošajām azokrāsvielām iepriekš azotolētu audumu.

Process krāsošanas-žāvēšanas līnijā LKS-140-7 (68. att.) noris šādi: audums no padošanas iekārtas *1* vai notīšanas mašīnas *2* caur kompensatoru *3* nonāk divās piesūcināšanas mašīnās *4*, t. i., vannās ar spiedveltņiem, kur audumu piesūcina, bet pēc tam no tā atdala lieko krāsvielas šķīduma daudzumu (69. att.). Lai krāsviela difundētu dziļāk šķiedrā



68. att. Līnijas LKS-140-7 shēma



69. att. Dažu piesūcināšanas mašīnu shēmas:

a — ļoti īslaicīga piesūcināšana; *b* — ilgstošāka, labāka piesūcināšana, iespējami satecējumi, šķiduma putošana; *c* — pirms piesūcināšanas spiedveltņi atdala gaisu no auduma, uzlabojot piesūkšanos, satecējumi neveidojas; *d* — vienpusīga piesūcināšana

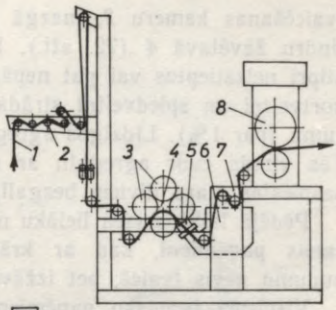
un dotu noturīgāku un vienmērīgāku krāsojumu, piesūcināto audumu tvaicē četrsekciju tvaicēšanas kamerā *5* ar piesātinātu ūdens tvaiku pie 102—104 °C. Katrā sekcijā ir divas vadveltņu rindas auduma pārvietošanai, bet visu apakšdaļu aizņem verdošs ūdens tvaika radīšanai. Lai audums neapšļakstītos, ūdens slānis pārsegts ar perforētām nerūsoša metāla plāksnēm. Tālāk audumu caur gaisa nogatavinātāju *7* padod uz vannu *6*, kur kublu vai sēra leikokrāsvielas oksidē par nešķīstošu pigmentu. Krāsojot ar citām krāsvielām, vannu *6* apiet. Pēc tam audums nonāk astoņās mazgāšanas mašīnās *8*, kur no tā atdala vāji saistīto krāsvielu un TPV, cilindru žāvētavā *9*, atdzesēšanas kamerā *10* un auduma salicējā *12* vai uztīšanas mašīnā *11*.

Ir arī citas līdzīgas krāsošanas-žāvēšanas līnijas, piemēram, LKS-140 un tās modifikācijas LKS-140-1, LKS-140-2, LKS-180-2, kas domātas dažāda biezuma kokvilnas sagatavotu un jēlaudumu krāsošanai ar sēra krāsvielām. Līnijas atšķiras ar audumu piesūcināšanas iekārtu. Lai intensificētu biezo jēlaudumu piesūcināšanu, tos iepriekš uzkarsē līdz 160—190 °C ar infrasarkanajiem stariem un tūlīt piesūcina ar karstu (95—98 °C) krāsvielas šķīdumu vispirms neliela, pēc tam atkārtoti liela tilpuma piesūcināšanas vannā.

Piesūcināšanas-žāvēšanas līnijas LKS-140-6 un LKS-180-6 lieto tad, ja audums tūlīt pēc piesūcināšanas ar krāsvielas šķīdumu jāizžāvē, piemēram, krāsojot ar kublu vai aktīvajām krāsvielām ar divvannu paņēmienu, auduma azotolēšanai un žāvēšanai. Šajos gadījumos audumu vispirms apstrādā līnijā LKS-140-6, tad procesu turpina ar to agregētajā līnijā LKS-140-7.

Krāsojot biezus, blīvus kokvilnas, linu vai to dažādšķiedru jēlaudumus, jānodrošina to ātra, vienmērīga un dziļa piesūcināšana. Lielāko efektu dod auduma iepriekšēja vakuumēšana, arī uzkarsēšana līdz 160—190 °C. Piesūcināšanu paātrina arī krāsvielas šķīduma caurspiešana vai caursūkšana audumam.

Vakuumpiesūcināšanas mašīnas MPV-140 (70. att.) vakuumkameru *4* veido četri cits citam piespiesti veltņi *3*. Galos kameru hermētiski noslēdz plāksnes, kas savienotas ar vakuumcaurulēm un vakuumsūkni. Retinājums kamerā 0,085—0,09 MPa. Audums *1* caur padevējiekārtu *2* nonāk vakuumkamerā *4*, kur šķiedru poras 0,1—0,5 s laikā atbrīvojas no gaisa, pēc tam caur savienotājierīci *5* nokļūst piesūcināšanas vannā *6*, kur gandrīz momentāni piepildās ar



Vakuumpiesūcināšanas mašīnas shēma [70]

krāsvielas šķīdumu, un caur kompensatoru *7* nonāk uz spiedveltņiem *8* un tālāk uz nākamo mašīnu. Tā dziļi un vienmērīgi var nokrāsot pat visbiezākos audumus, turklāt par 30—60% saīsinot piesūcināšanas laiku.

Pēdējos gados, sevišķi ārzemēs, procesa intensificēšanai ievieš piesūcināšanas-augsttemperatūras tvaicēšanas paņēmienu. Šajā gadījumā ar krāsvielas šķīdumu piesūcināto audumu tvaicē autoklāvā (78. lpp.) ar piesātinātu tvaiku >130 °C. Nereti izmanto arī līdz 180—200 °C pārkarsētu ūdens tvaiku pie parastā spiediena, piemēram, fiksējot aktīvās krāsvielas vai pigmentus uz celulozes šķiedrām vai dispersās krāsvielas uz sintētiskajām šķiedrām (219. lpp.).

Reizēm, lai palielinātu ražošanas efektivitāti, apvieno krāsošanas un balināšanas operācijas. Šādam mērķim radīta jauna balināšanas-krāsošanas līnija LBK-140, kurā viskozes jēlaudumus un novārītus kokvilnas audumus vienlaikus balina ar H_2O_2 un krāso ar kublasoliem, tiešajām vai aktīvajām krāsvielām ar vienfāzes piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu.

Ja ar piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu krāso kokvilnas plakanadīto trikotāžu, nepieciešama aparatūra, kas novērš drānas malu sarullēšanos. Firma «Fleissner» šim nolūkam ļoti sekmīgi visām tehnoloģiskajām operācijām izmanto savas iekārtas ar perforētiem cilindriem, no kuru iekšpuses nepārtraukti nosūc darba vidi: krāsojošo šķīdumu, tvaiku, karstu gaisu vai mazgājošo šķīdumu (71. att.; arī 38. att. *c* un 59. att.).

Šķiedru lenšu krāsošanai ar piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu vairākas paralēli ejošas lentes piesūcina ar krāsvielas šķīdumu mašīnā *1*, padod uz vertikālu vai horizontālu

tvaicēšanas kameru *2*, mazgā mašīnās *3* un izžāvē sietcilindru žāvētavā *4* (72. att.). Lai lentes apstrādes procesā stipri neizstieptos vai pat nepārtrūktu, katri nākamie transportveltņi un spiedveltņi strādā ar nedaudz samazinātu ātrumu (par 1%). Līdzīgos agregātos var krāsot arī šķiedras. Tās virzās caur agregātu ar sieta transportieri vai viegli saspiestas starp diviem bezgalīgiem metāla sietiem.

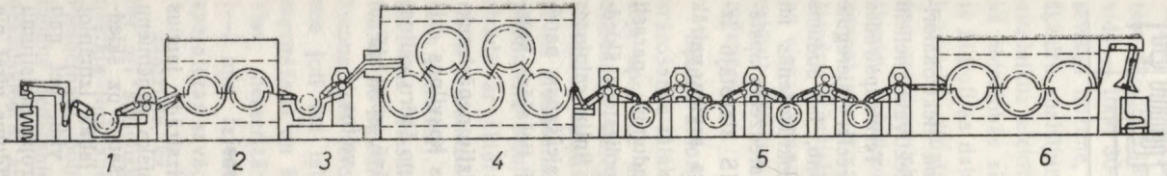
Pēdējā laikā arvien lielāku nozīmi iegūst **termiskie krāsošanas paņēmieni**, kad ar krāsvielas šķīdumu piesūcināto audumu nevis tvaicē, bet izžāvē un termiski apstrādā.

Vispirms termisko paņēmienu sāka lietot sintētisko, sevišķi poliesteru, šķiedru audumu krāsošanai ar dispersajām krāsvielām un nosauca par termozola paņēmienu. Nemitīgi paplašinoties poliesteru šķiedru ražošanai un līdz ar to arī poliesteru-celulozes šķiedru audumu izlaidei, šī paņēmiena nozīme arvien pieaug. Paņēmiens izmantojams arī aktīvo krāsvielu fiksēšanai uz celulozes šķiedrām, bet, sintezējot ftalocianīna un dažus citus pigmentus tieši uz šķiedras, tas ir neaizstājams.

Krāsojot sintētisko šķiedru audumus, arī triko drānas, tos pēc piesūcināšanas ar disperso krāsvielu šķīdumu izžāvē un termiski apstrādā ar karstu gaisu pie 180—220 °C 40—90 s vai infrasarkanajiem (IS) stariem. Uzskata, ka dispersās krāsvielas termoapstrādes laikā augstajā t° sublimējas vai izkūst, sadalās atsevišķās molekulās, strauji difundē termiski plastificētajā sintētiskajā šķiedrā un fiksējas tur.

Krāsojot ar aktīvajām krāsvielām, reakcijas vide starp krāsvielu un celulozes šķiedrām ir dažas kūstošas TPV (urīnviela), ko uznes uz šķiedras kopā ar krāsvielu.

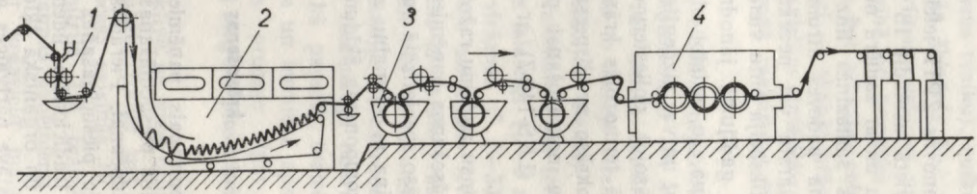
Krāsošanai ar termozola paņēmienu var izmantot žāvēšanas-platināšanas-stabilizēšanas līniju, kas agregēta ar vienu vai divām piesūcināšanas mašīnām (110. lpp.), vai arī speciālus divbloku agregātus ar lielāku caurlaides spēju. Agregāta (73. att.) pirmais bloks sastāv no padevējierīces *1*, piesūcināšanas mašīnām *2*, veltnīšu gaisa žāvētavas *4* (80—130 °C) ar priekšžāvēšanas kameru *3* krāsvielas migrācijas samazināšanai un izkrāvējierīces *5*; otrs bloks — no auduma padevējierīces *6*, žāvēšanas-platināšanas-stabilizēšanas mašīnas *7* (180—220 °C), veltnīšu termoapstrādes kameras *8* (180—200 °C), atdzesēšanas sekcijas *9* un izvadīšanas ierīces *10*. Auduma pārvietošanās ātrums agregātā 15—60 m/min. Temperatūras svārstības nedrīkst pārsniegt ±1,5 °C; to nodrošina automatizēta kontroles aparatūra.



71

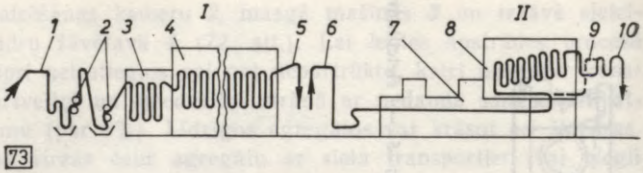
Līnija kokvilnas triko drānu krāsošanai:

1 un *3* — piesūcināšanas mašīnas; *2* un *6* — sietcilindru žāvētavas; *4* — sietcilindru tvaicēšanas kamera; *5* — sietcilindru mazgāšanas mašīnas



72

Agregāts šķiedru lenšu krāsošanai



73

Termozolās krāsošanas līnijas shēma

Ivanovas ZPTI ieteic termoapstrādes zonā elektrokaloriferu vietā uzstādīt IS starotājus, kas ir efektīvāki, nelielu izmēru un ar samērā nelielu energoietilpību. Termoapstrādes ilgums samazinās līdz 6—8 s. Bet loti precīzi jāieregulē auduma padeves ātrums caur apstrādes zonu, lai audums nepārkarstu vai neuzkarstu nepilnīgi un nokrāsošanās un termofiksācija būtu vienmērīga. Mašīnas neparedzētas apstāšanās gadījumā jānodrošina automātiska IS starotāju izslēgšana, jo, saistot staru enerģiju, audums arvien vairāk sakarst un var aizdegties.

Krāsojot poliesteru-celulozes šķiedru audumus, parasti agregē termozolās krāsošanas līniju, kurā poliesteru šķiedras nokrāso ar dispersajām krāsvielām, un līniju celulozes šķiedru nokrāsošanai pēc piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmiena (LKS-140-7) ar aktīvajām, kublu vai tiešajām krāsvielām.

Džinsu audumu ražošanai izstrādāts arī dziju nepārtrauktas krāsošanas paņēmiens. Auduma pamatnes kokvilnas dzijas krāso specializētā agregātā. Dzijas notin no šķēru veltņa, piesūcina ar sārmainu azotola šķīdumu, apžāvē, apstrādā ar diazokomponenta šķīdumu, žāvē un uztin uz veltņa.

Jauni virzieni krāsošanas paņēmienu pilnveidošanai

Azeotropais paņēmiens. Pēdējos gados izstrādā jaunus virzienus piesūcināšanas-tvaicēšanas un termisko paņēmienu pilnveidošanai. Pierādīts, ka krāsvielas fiksēšanai uz šķiedras pēc piesūcināšanas daudzos gadījumos labāk izmantot nevis tradicionālo ūdens tvaika vai gaisa vidi, bet gan ūdens un organiskā šķīdinātāja tvaiku azeotropu maisījumu (to sastāvs pārtvaices gaitā nemainās un šķīdums virst pie

nemainīgas t°), kurā, piemēram, ir 9 masas % benzilspirta un 91% ūdens. Šī azeotropā maisījuma tvaika vidē pie ~100 °C dispersās krāsvielas fiksējas sintētiskajās un triacetāta šķiedrās jau 2—3 min, kamēr piesātināta ūdens tvaika vidē — tikai 30—60 min laikā. Azeotropajam paņēmienam ir sevišķa nozīme, krāsojot audumus no sintētisko un dabisko šķiedru maisījuma, jo verdoša azeotropā maisījuma tvaikos vienlaikus efektīvi un atgriezeniski uzbriest un plastificējas kā hidrofobās sintētiskās (ar organiskā šķīdinātāja tvaiku), tā hidrofilās dabiskās šķiedras (ar ūdens tvaiku), nodrošinot krāsvielu difūzijas paātrināšanos abās šķiedrās bez augsttemperatūras iekārtām. Pie tam kokvilnas, viskozes un linu šķiedru nokrāsošanai audumā (atšķirībā no termiskā paņēmiena) var izmantot ne tikai aktīvās, bet arī citas celulozes šķiedru krāsvielas, vilnas nokrāsošanai — skābās krāsvielas no vienas vannas ar dispersajām krāsvielām sintētisko (poliesteru) šķiedru nokrāsošanai. Azeotropā maisījuma tvaikus reģenerē.

Šķidra amonjaka lietošana. Jauns, efektīvs nepārtrauktās krāsošanas tālākas intensificēšanas paņēmiens ir TM iepriekšēja apstrāde ar šķidru amonjaku. Tas aktivē šķiedras — uzbriedina, daļēji dekristalizē, palielina to iekšējo virsmu un krāsvielu saistīšanas spēju (merserizācijas efekts). Tādēļ pirms krāsošanas ar piesūcināšanas-tvaicēšanas vai termisko paņēmienu celulozes šķiedru audumus īslaicīgi (1—2 s) apstrādā ar šķidru amonjaku pie tā viršanas t° (—33,4 °C) (lielā iztvaikošanas siltuma dēļ strauja amonjaka iztvaikošana nenotiek). Tālāk audumu piesūcina ar karstu krāsvielas šķīdumu. Piesūcināšanas vannā amonjaks momentāni iztvaiko no šķiedrām, to submikroskopiskajās porās rodas vakuums, kas veicina šķiedru dziļu un vienmērīgu nokrāsošanos ļoti īsā laikā (3—5 s). Seko, kā parasti, tvaicēšana, mazgāšana un žāvēšana vai žāvēšana un termiskā apstrāde. Viss merserizācijas un krāsošanas process ilgst tikai 1—2 min. Iztvaikojušo amonjaku no slēgtās piesūcināšanas aparatūras savāc un reģenerē.

Jāatzīmē, ka šķidrais amonjaks aktivē ne vien celulozes, bet arī sintētiskās šķiedras, gan mazāk. Tomēr pat biezu paklāja tipa audumu krāsošanas process saīsinās 10 reižu. Piesūcināto poliestera vai poliakrilnitrila TM tvaicēšanas ilgums nepārsniedz 60—180 s. Vienvannas paņēmienu ieteic dažādšķiedru audumu krāsošanai ar krāsvielu maisījuma

šķīdumu šķidrā amonjakā. Paņēmiena plašāku lietošanu kavē amonjaka toksiskums, sprādzienu un ugunsnedrošība un nepieciešamība strādāt zemā t°.

Krāsošana mājas apstākļos

Mājas apstākļos nereti nokrāsojam kādu tekstilmateriālu (TM) izraudzītajā krāsā, pārkrāsojam jau lietotu priekšmetu, mākslas audējas un pašdarbnieces bieži vien pašas krāso dzijas iecerētajiem izstrādājumiem.

Pirms krāsošanas TM rūpīgi izmazgā ziepju vai sintētisko mazgāšanas līdzekļu (SML) šķīdumā, skalo, nospiež lieko ūdens daudzumu un slapju liek krāsvielas šķīdumā. Ja krāsojamais materiāls ir tīrs, to nemazgā, bet, lai iegūtu vienmērīgāku krāsojumu, 15—30 min mērcē siltā ūdenī.

Pārkrāsojot valkātus tekstilizstrādājumus, no tiem jāiztīra traipi, putekļi no šuvēm, atlokiem, kabatām, jānoārda pogas, āķi, sprādzes, rāvējslēdzēji, jāatārda odere, jāizņem polsterējumi. Ja apģērbu paredzēts pārtaisīt, to izārda pilnīgi, lai tas labāk nokrāsotos. Smalkus, plānus adītus vai tamborētus priekšmetus, lai tie nedeformētos, pirms krāsošanas uzdiedz uz kāda balta auduma vai marles. Adītas jakas, lai tās neizstaipītos, sadiedz ar stipru kokvilnas vai linu diegu. Tā sagatavotus pārkrāsojamos priekšmetus, tāpat kā iepriekšējā gadījumā, rūpīgi izmazgā, skalo un slapjus krāso.

Jāņem vērā, ka pārkrāsojot ne vienmēr var iegūt labus rezultātus, jo lietotais izstrādājums būs nevienmērīgi nodilis, vietām izbalējis saulē, ar iztīrītu traipu pēdām. Tas viss samazina iespēju iegūt vienmērīgu krāsojumu, jo vilna, piemēram, bojātajās un nodilušajās vietās nokrāsojas spilgtāk, kokvilna turpretī vājāk.

Nevienmērīgi izbalējušu priekšmetu krāsu pirms pārkrāsošanas daļēji izlīdzina, tos apstrādājot 1 h pie viršanas t° ar 3% SML «Lotoss» vai cita šķīdumu, ar 0,4—0,5% amonija hidroksīda vai ar ziepju-sodas šķīdumu, kas satur 0,5% ziepju un 0,2% sodas. Vilnas izstrādājumu gadījumā temperatūru neieteic pacelt virs 60 °C, jo var sākties vilnas destrukcija sārmainā vidē. Apstrādes laikā daļa krāsvielas desorbējas no šķiedras, pāriet šķīdumā un uz vāji nokrāsotajiem izbalējušajiem iecirkņiem, daļēji izlīdzinot krāsojumu.

Pārkrāsojot tekstilizstrādājumus, to kolorēšanas iespējas ir ierobežotas. Krāsojumu visvieglāk ir atsvaidzināt tajā pašā vai tam tuvā krāsā (135. lpp.). Ja izstrādājuma sākotnējais

krāsojums ir gaišs, kolorēšanas iespējas ir lielākas, tomēr arī tad, ja grib iegūt, piemēram, gaišzilu, zaļu, sārtu krāsojumu, izstrādājums vispirms pilnīgi jāatkrāso, kas ne vienmēr ir iespējams un mērķtiecīgi. Jo tumšāks ir sākotnējais krāsojums, jo ierobežotāka ir krāsu izvēle.

Izstrādājumu iepriekšējas atkrāsošanas mēģinājumi ar reducētājiem vai oksidētājiem var beigties neveiksmīgi, jo daudzas krāsvielas neatkrāsojas vai atkrāsojas nepilnīgi (skābās metālsaturošās, skābās kodināmās, anilīna melnā, aktīvās, kublu).

Daļa vilnas izstrādājumu atkrāsojas (azokrāsvielas), apstrādājot tos ar reducētāju — hidrosulfīta vai rongalīta šķīdumu skābā vidē, piemēram, ar 3% hidrosulfīta šķīdumu skābā vidē 3—4 h pie 40 °C vai 0,4% rongalīta un 0,5% skudrskābes šķīdumu pie 90° C 10—20 min (sk. arī 121. lpp.), vai vāji sārmainā vidē pie 50—70 °C 15—30 min ar šķīdumu, kas satur 0,4—0,5% hidrosulfīta, 0,3—0,4% ziepju un 0,2—0,3% sodas. Līdzīgi var noārdīt tiešās krāsvielas uz celulozes šķiedrām. Vispār reducētājiem ir maigāka iedarbība uz šķiedrām nekā oksidētājiem.

Celulozes un sintētiskos šķiedrmateriālus atkrāso arī ar oksidētājiem. Daļu celulozes šķiedru krāsvielu atkrāso atšķaidīts nātrija hipohlorīta šķīdums pie istabas t°. Sintētisko un acetātu šķiedru krāsojumu noārda nātrija hlorīts vai peroksietiķskābe skābā vidē. Apstrādi veic tādos pašos apstākļos kā balināšanu (72., 97., 100., 101. lpp.). Atkrāsojot vienmēr notiek TM daļēja destrukcija.

Lai pareizi izvēlētos krāsvielu, ir jāzina auduma, adījuma vai dziju šķiedru sastāvs (55.—59. lpp.).

Pārdošanā ir triju veidu tekstilkrāsvielas paciņās: tiešās krāsvielas kokvilnai, liniem un viskozes šķiedrām, arī dabiskajam zīdam, skābās krāsvielas vilnai un dispersās krāsvielas acetātu un sintētisko šķiedru krāsošanai. Šīs krāsvielas speciāli sagatavotas krāsošanai mājas apstākļos. Katra paciņa paredzēta 400 vai 200 g tekstilizstrādājumu nokrāsošanai.

Krāsvielu izšķīdina nelielā karsta mīkstināta ūdens daudzumā un pēc izkāšanas caur drānu ielej emaljētā katlā vai bļodā ar siltu ūdeni (30—40 °C). Ūdeni mīkstina ar sodu, krāsojot augu šķiedras, vai ar etiķskābi, krāsojot vilnu, dabisko zīdu, acetātu vai sintētiskās šķiedras. Uz 100 g šķiedras ņem 2,5—4 l ūdens (VM 25—40). Krāsojot lielākā šķīduma daudzumā, krāsojums iznāk vienmērīgāks. Krāsvielas

patēriņš (% no TM svara), krāsojot gaišos toņos, ir 0,2—1, vidējos toņos — 1—2, tumšos toņos — 2—4, melnā krāsā — 5—7%. TM pārsātināšana ar krāsvielu pazemina krāsojuma noturību. Krāsošanu sāk pie 30—40 °C krāsvielas šķīdumā, kam pievienotas vajadzīgās palīgvielas (vārāmais sāls, etiķskābe vai kāds virsmaktīvs savienojums — SML), tad temperatūru lēnām pacel līdz optimālai un krāso 30—90 min (sk. krāsošanu ar attiecīgajām krāsvielām periodiskas darbības aparatūrā). Pievienojot palīgvielas vairākās porcijās, TM no šķīduma jāizņem un šķīdums labi jāsamaisa, pēc tam procesu turpina. Lai iegūtu vienmērīgu krāsojumu, TM visu krāsošanas laiku cilā, groza, izmaisa katla saturu ar lapu koka menti, turklāt krāsojamam materiālam visu laiku jāatrodas šķīdumā, jo saskarē ar gaisu tas vietām var nokrāsoties atšķirīgi. Krāsošanu pabeidz dziestošā vannā. Nokrāsoto materiālu skalo ar siltu, tad aukstu ūdeni, līdz ūdens vairs nenokrāsojas. Ja nokrāsoto priekšmetu no karsta krāsvielas šķīduma uzreiz pārliek aukstā ūdenī, izstrādājumos (sevišķi sintētisko, acetātu un vilnas šķiedru) rodas grūti izgludināmas krokas.

Krāsojot baltu materiālu, iecerēto toni parasti nevar dabūt ar vienu krāsvielu. Piemēram, olīvkrāsu dabū, zaļajam krāsvielas šķīdumam pievienojot nedaudz sarkana šķīduma. Pievienojot daudz sarkanās krāsvielas šķīduma, iegūst dažādus brūnus toņus. Sinepju krāsai pamatā ir dzeltenā krāsviela, kurai pievieno zaļu un sarkanu. Ja pārsvarā būs zaļā krāsa, radīsies zaļgana sinepju krāsa, ja zaļo un sarkano pievienos apmēram vienādos daudzumos, krāsa būs brūngana. Lai oranžu krāsu padarītu mazāk spilgtu, tai pievieno nedaudz zilas krāsas. Zaļš ar violetu krāsvielas šķīdumu noteiktās daudzuma attiecībās dod jūras zilu (sk. arī krāsu trīsstūri un 10. tab.).

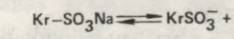
Krāsojot jāuzmanās, lai nerastos nevienmērīgs krāsojums. Tas var notikt, ja TM pirms krāsošanas nav labi izmazgāts, krāsojot par maz cilāts un grozīts, ja krāsvielas šķīduma bijis par maz, ja šķīdums pārāk strauji uzkarsēts vai krāsošana sākta pie pārāk augstas t°, pielikts par daudz skābes, krāsojot ar skābajām krāsvielām, nepilnīgi izšķīdinātas piedevas (soda, sāls), krāsojamais priekšmets ilgstoši saskāries ar karsto katla dibenu u. tml. Nevienmērīgs krāsojums var rasties arī tad, ja TM pēc krāsošanas nav labi izskalots vai ir žāvēts lielā karstumā. Nevienmērīgu krāsojumu grūti izlabot, vieglāk to pārkrāsot tumšākā tonī.

KRĀSOŠANA AR DAŽĀDU KLAŠU KRĀSVIELĀM

Krāsošana ar skābajām krāsvielām

Ir parastās, metālsaturošās un kodināmās skābās krāsvielas, kuras izmanto vilnas TM krāsošanai.

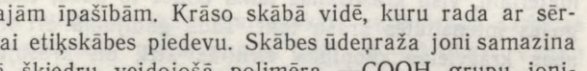
Parastās skābās krāsvielas ir azosavienojumu, arī antrahinona un trifenilmetāna sulfoatvasinājumi ar vispārējo formulu Kr—SO_3Na, kur Kr— ir krāsvielas molekulas hromoforā daļa. Kā sulfoskābju nātrija sāļi skābās krāsvielas labi šķīst ūdenī, disociējot jonos:



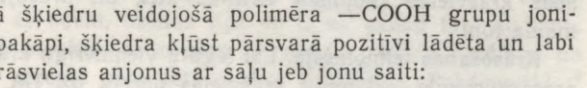
$$Kr-SO_3Na \rightleftharpoons KrSO_3^- + Na^+$$

Nokrāso olbaltumvielu un poliamīdu šķiedras. Krāsu toņi tīri, krāsojums spilgts, bet ne sevišķi mazgāšanas un gaismiturīgs.

Krāsvielas saistīšanas procesā būtiska nozīme ir šķiedru amfotērajām īpašībām. Krāso skābā vidē, kuru rada ar sērskābes vai etiķskābes piedevu. Skābes ūdeņraža joni samazina amfotērā šķiedru veidojošā polimēra —COOH grupu jonizācijas pakāpi, šķiedra kļūst pārsvarā pozitīvi lādēta un labi saista krāsvielas anjonus ar sāļu jeb jonu saiti:



$$\bar{O}OC-Vilna-NH_3^+ \xrightarrow{+H^+} HOOC-Vilna-NH_3^+$$



$$HOOC-Vilna-NH_3^+ + KrSO_3^- \longrightarrow HOOC-Vilna-NH_3^+KrSO_3^-$$

Maksimāli iespējamais saistītās krāsvielas daudzums atkarīgs no amīngrupu —NH_2 daudzuma polimērā. Vilnai tas ir 0,8—0,9 g-ekv. krāsvielas uz 1 kg šķiedru, dabiskajam zīdam — 0,2, poliamīdu šķiedrām — tikai 0,06 g-ekv./kg. Ja krāsvielas šķīduma pH <2, saistītās krāsvielas daudzums palielinās, jo, amīdgrupām jonizējoties, parādās jauni aktīvi centri — $CONH_2^+$ —, bet var sākties arī šķiedru hidrolītiska sadalīšanās.

Pēc dažādās pievienošanās tieksmes šķiedrai un difūzijas spējas šķiedrā skābās krāsvielas praktiskos nolūkos iedala 3 grupās: labi, vidēji un slikti izlīdzinošās krāsvielās. To šķiedru nokrāsošanas spēja ir dažāda.

Labi izlīdzinošām krāsvielām ir neliela tieksme piesaistīties šķiedrām un laba difūzijas spēja, tāpēc tās sorbējas uz

šķiedrām tikai stipri skābā vidē (pH=2—4), kad tās ir visvairāk pozitīvi lādētas. Krāsvielas un šķiedras sā|veida savienojums viegli disociē atpakaļ jonos. Krāsvielas anjoni pārvietojas no TM viena iecirkņa uz citu un dod vienmērīgu un dziļu krāsojumu, kura noturība gan nav liela.

Slikti izlīdzinošām krāsvielām piemīt liela tieksme pievienoties šķiedrai, un tās ātri sorbējas uz šķiedrām jau vāji skābā vidē (pH=6—7). Krāsvielas un šķiedras sā|veida savienojums ir ar zemu disociācijas pakāpi. Tas, kā arī nelielā difūzijas spēja neļauj krāsvielai vienmērīgi izkliedēties pa visu TM. Krāsojums var iznākt nevienmērīgs, kaut arī noturīgs.

Vidēji izlīdzinošās krāsvielas ieņem vidus stāvokli starp abām iepriekšējām grupām.

Krāsojuma noturīguma dēļ slikti izlīdzinošās krāsvielas ir praktiski vērtīgākā parasto skābo krāsvielu grupa, kaut arī to lietošana saistīta ar zināmām grūtībām.

Modernu toņu ieguvei var kombinēt savā starpā tikai vienas grupas krāsvielas, kas vienlīdz ātri pāriet uz šķiedrmateriālu, visu krāsošanas laiku dodot to pašu, tikai pieaugošas intensitātes krāsu toni. Tādā gadījumā arī mazgājot abas krāsvielas «noplūk» vienlīdz ātri, un krāsojums nemaina toni.

Krāsošanas tehnoloģija. Lai iegūtu vienmērīgu krāsojumu, procesu regulē, palēninot krāsvielas pāreju uz TM. To panāk, mainot krāsvielas šķīduma pH, pievienojot tam neitrālu elektrolītu vai speciālu izlīdzinātāju, kā arī mainot t° režīmu.

Kā ar neitrālu elektrolītu (Na_2SO_4), tā skābi šķīdumam pievienotie anjoni konkurē ar krāsvielas anjoniem, lai saistītos ar šķiedras pozitīvi lādētajiem aktīvajiem centriem, palēnina nokrāsošanos un veicina vienmērīgāka krāsojuma rašanos.

Jo stiprāka ir krāsvielas šķīdumam pievienotā skābe un jo vairāk tās pievienots, jo ātrāk, bet arī nevienmērīgāk TM nokrāsojas. Tāpēc sērskābes klātbūtnē krāso tikai ar labi izlīdzinošām krāsvielām, kam ir neliela piesaistīšanās tieksme šķiedrai. Pie tam skābi pievieno atšķaidītu un pakāpeniski — divās, trijās reizēs. Ar slikti izlīdzinošām krāsvielām, kam piemīt liela pievienošanās tieksme šķiedrai un krāsošanas process jau pats par sevi noris pietiekami ātri, krāso vājas skābes, parasti etiķskābes vai pat amonija acetāta klātbūtnē (tas, paaugstinātā t° sadaloties, rada nepieciešamo vāji skābo vidi).

Lieto arī speciālus krāsojuma izlīdzinātājus, sevišķi, ja krāso ar slikti izlīdzinošām krāsvielām. Tie ir gan anjonogēni, gan katjonogēni savienojumi. Anjonogēnā savienojuma anjoni aizņem daļu šķiedras aktīvo centru un kavē krāsvielas anjonu fiksāciju tur, tā palēninot procesu un veicinot šķiedru vienmērīgāku nokrāsošanos. Katjonogēno izlīdzinātāju (izlīdzinātājs A) iedarbību nosaka to spēja atgriezeniski saistīt krāsvielas anjonus un tā aizkavēt to reaģēšanu ar šķiedru.

Krāsošanas procesa ātrumu ietekmē arī t°. Ātrāk tā noris pie šķīduma viršanas t°, jo šķiedru zvīņveida virsējais slānis uzbriest lēni. Lai procesu palēninātu, krāso pie zemākas t° un lēnāk to pacel līdz vajadzīgajai robežai.

Parastās skābās krāsvielas dod skaistu, spilgtu krāsojumu visā krāsu gammā, bet tas nav sevišķi noturīgs. Tās lieto dažu grupu tīrvilnas un pusvilnas (vilnas nokrāsošanai) kleitu audumu krāsošanai, ja krāsojuma noturība var nebūt visai laba; vilnas šķiedru un suklenšu krāsošanai nelieto, jo vēlāko slapjo apstrāžu laikā daļa krāsvielas var nomazgāties.

Vilnas audumus krāso galvenokārt periodiskas darbības iekārtās, visbiežāk motorvannās (VM 15—20 l/kg). Vannu piepilda ar ūdeni, uzsilda līdz 40 °C un padod tajā audumu. Pēc tam pievieno krāsvielas un nātrija sulfāta šķīdumu un pusi no receptē paredzētā skābes daudzuma. Pakāpeniski t° pacel līdz viršanai un krāso 40 min. Pielej atlikušo skābes daudzumu un krāso vēl 40 min pie viršanas t°. Pēc tam vannu atdzesē un audumu izskalo. Krāsvielas patēriņš 0,5—3%, Na_2SO_4 — 10%, koncentrētas sērskābes — 2—4% vai 30% etiķskābes — 3—5% no TM svara.

Nepārtrauktas darbības iekārtās grūti iegūt intensīvu un vienmērīgu krāsojumu, jo tik īsā laikā audums nepaspēj uzbriest un krāsviela vienmērīgi sorbēties uz tā. Lai iegūtu labāku rezultātu, piesūcinātais audums jātvaicē 30—40 min.

Dabiskā zīda krāsošanai parastās skābās krāsvielas lieto reti maznoturīgā krāsojuma un zīda skābjjutīguma dēļ. Dažreiz izmanto atsevišķas slikti izlīdzinošās skābās krāsvielas, ar kurām krāso neitrālā šķīdumā.

Skābo krāsvielu lietošana ierobežota arī poliamīdu TM krāsošanā, jo šķiedru neviendabīgās struktūras un nelielā amīngrupu daudzuma dēļ grūti iegūt vienmērīgu un intensīvu krāsojumu. Krāsojums ir vienmērīgāks, ja pievieno

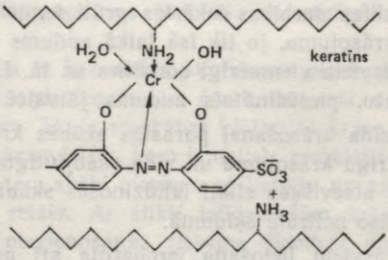
2—4% anjonogēna VAS no TM svara; tas palēnina procesu un palielina krāsvielas migrācijas spēju. Kaprona krāsojuma noturība lielāka nekā vilnas.

Krāsošana ar skābajām kodināmajām (hromējamām) krāsvielām

Skābās kodināmās krāsvielas atšķiras no parastajām skābajām krāsvielām ar lakas veidojošajām grupām — fenolhidroksil- un karboksilgrupām noteiktā stāvoklī. To klātbūtne ļauj krāsvielai izveidot ar trīsvērtīgā hroma sāļiem noturīgus lakveida kompleksos savienojumus uz šķiedras. Mazšķīstošās lakas padara krāsojumu mazgāšanas un gaismizturīgu.

Krāsošana noris līdzīgi kā ar parastajām skābajām krāsvielām, tikai nokrāsoto TM papildus apstrādā ar kodinātāju — hroma sāls šķīdumu. Kodināšanas procesā krāsvielas fenolhidroksilgrupas, arī karboksilgrupa ir sāļus veidojošās grupas, bet karbonilgrupa vai azogrupa saistās ar hroma atomu koordinatīvi.

Krāsojuma noturību nosaka ne tikai lakas specifiskā uzbūve, bet arī papildu koordinācijas saišu izveidošanās starp kompleksa hroma atomu un šķiedras amīdgrupām vai nejonizētajām amīngrupām. Bez tam, kā parasti, skābā krāsviela piesaistās šķiedrai ar jonu saitēm. Rezultātā izveidojas sarežģīts komplekss: krāsviela—hroms—šķiedra. Kompleksam veidojoties, vienmēr mainās krāsojuma tonis, nereti pazeminās tā spilgtums.



Hromē (kodina) parasti ar kālija bihromāta $K_2Cr_2O_7$ šķīdumu pirms, pēc krāsošanas vai vienlaikus ar to.

Iepriekšējas hromēšanas procesā pie viršanai tuvas t° sešvērtīgais hroms reducējas par trīsvērtīgu, jo vilnas keratīna cistīna saitēm piemīt reducējošas īpašības. Bet vienlaikus jūtami pazeminās šķiedru izturība, elastība, velšanās spēja. Lai ierobežotu šos procesus, bihromāta šķīdumam pievieno reducētāju (nātrija tiosulfātu, skudrskābi, skābeņskābi). Trīsvērtīgais hroms koordinatīvi saistās ar šķiedru. TM izmazgā un krāso.

Visbiežāk kodina pēc krāsošanas. Tad krāsviela pasargā šķiedru no oksidēšanās, process arī mazāk ilgstošs. Pēc šī paņēmiena vilnu, kā parasti, nokrāso ar skābajām krāsvielām (daudzas no tām ir hromējamas). Ja visa krāsviela nav pārgājusi uz šķiedru, vannai papildus pielej etiķskābi vai sērskābi un krāso vēl 20—30 min. Tikai tad pievieno bihromāta šķīdumu. Pretējā gadījumā arī vannā radīsies nešķīstoša krāsvielas laka. Bihromāta patēriņš 30—50% no krāsvielas svara. Hromē skābā vidē pie viršanas t° 20—40 min. Uz šķiedras izveidojas nešķīstošs krāsvielas-hroma komplekss, kas ar šķiedru saistīts ar jonu saitēm un koordinatīvi. Vannu atdzesē, šķiedrmateriālu izskalo. Paņēmiena trūkums — krāsojuma galīgais tonis izveidojas tikai pēc kodināšanas un tas apgrūtina krāsošanu pēc parauga.

Vēl īsāks ir vienlaicīgas krāsošanas un kodināšanas process. Šim nolūkam der tikai krāsvielas ar noteiktu struktūru — ar vienu sulfogrupu vai bez tās, lai krāsviela nereaģētu ar hromu jau vannā, bet pēc tās pāriešanas uz šķiedru. Lakas veidošanos palēnina arī vannas skābuma samazināšana (pH=6), kā arī kālija bihromāta aizstāšana ar mazāk aktīvo amonija bihromātu. Komponentus padod vannā vienlaikus, 30—45 min vannu uzsilda no 30 °C līdz viršanai un pie šīs t° krāso 30—45 min.

Kodināmās krāsvielas dod noturīgu, bet ne visai vienmērīgu krāsojumu. Tās lieto vilnas šķiedru un suklenšu krāsošanai, jo pēc šķiedru tālākās pārstrādes šī nevienmērība dzijā, audumā vai adījumā vairs nav saskatāma. Šādi krāsotu vilnu izmanto trikotāžas rūpniecībā un uzvalku un mēteļu drānu aušanai.

Dabiskā zīda krāsošanai skābās kodināmās krāsvielas gandrīz nelieto netīro krāsu toņu un iespējamās fibroīna oksidēšanās dēļ. Ar tām nekrāso arī poliamīdu TM, jo krāsojums ir bāls un nevienmērīgs un daļēji notiek šķiedru destrukcija.

Krāsošana ar skābajām metālsaturošajām krāsvielām

Skābo metālsaturošo krāsvielu molekulā ietilpst metāla atoms, un tās ir jau gatavi krāsvielas-hroma kompleksi savienojumi. Krāsošana ar tām ir vienkāršāka, jo kodināšana nav jāizdara. Krāso līdzīgi kā ar parastajām skābajām krāsvielām, bet krāsojuma noturība ir tāda pati kā skābajām kodināmajām krāsvielām. Atkarībā no tā, cik krāsvielas molekulu ir uz vienu hroma atomu kompleksajā savienojumā, šīs krāsvielas iedala 1 : 1 un 1 : 2 kompleksa krāsvielās.

1:1 kompleksa skābajās metālsaturošajās krāsvielās viens hroma atoms saistīts ar vienu, visbiežāk 0,0′-dioksiazokrāsvielas molekulu. Krāsvielas šķīst ūdenī, disociējot jonos. Šķiedrai tās piesaistās ar jonu un koordinācijas saitēm līdzīgi skābajām kodināmajām krāsvielām. Jākrāso stipri skābā vidē (pH=2), t. i., sērskābe jāpievieno 6—10% no TM svara. Skābajā vidē krasi samazinās nejonizēto amīngrupu daudzums, kas varētu koordinatīvi saistīties ar hroma atomu, krāsviela lēnāk pāriet uz šķiedru un krāsojums ir vienmērīgāks. Skalojot nokrāsoto vilnu, skābe atdalās, jonizētās amīngrupas pāriet nejonizētā stāvoklī un veido koordinācijas saites ar hroma atomiem, palielinot krāsojuma noturību. Izlīdzinātāja klātbūtnē var samazināt skābes patēriņu un iespējamo šķiedru destrukciju.

Ar 1 : 1 kompleksa krāsvielām (skābās M markas krāsvielas, neolāni, palatīni) krāso karbonizēto vilnu, kas iepriekš nav neitralizēta un izskalota. Tā process saīsinās un samazinās skābes patēriņš.

1 : 2 kompleksa metālsaturošās krāsvielas sastāv no viena hroma atoma un divām azokrāsvielas molekulām, bet sulfogrupas nesatur. Krāsvielām šķīdību piešķir citas hidrofilas grupas ($—SO_2NH_2$, $—SO_2CH_3$). So krāsvielu galvenā priekšrocība ir spēja nokrāsot olbaltumvielu un poliamīdu šķiedras vāji skābā vai pat neitrālā vidē, tā novēršot šķiedru destrukciju.

Pēc savas ķīmiskās dabas šīs grupas krāsvielas pieder pie anjonu krāsvielām. Bet, tā kā tās nesatur sulfogrupas, starp šķiedru un krāsvielu izveidojas loti nedaudz jonu saišu. Neveidojas arī koordinācijas saites, jo hroma atoms jau ir koordinatīvi piesātināts. Tomēr šīm krāsvielām piemīt liela tieksme saistīties ar olbaltumvielu un poliamīdu šķiedrām, galvenokārt ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem un

ūdeņraža saitēm. Tā kā šo saišu izveidošanos maz ietekmē vides pH, šķiedras nokrāsojamas jau neitrālā un vāji skābā vidē (pH=5—8). Lai krāsojums būtu vienmērīgāks, procesu uzsāk neitrālā vidē izlīdzinātāja (izlīdzinātājs A) klātbūtnē (2% no TM svara). Vannu paskābina ar amonija acetātu vai sulfātu (~5% no TM svara). Lēni (45 min) paceļ t°, sevišķi robežās no 70 līdz 100 °C, kad krāsviela pāriet uz šķiedru, un krāso vēl 1 h. Elektrolīta piedeva veicina krāsvielas koagulāciju, tā sākas arī pie pH<5. Nokrāsoto materiālu skalo ar karstu un aukstu ūdeni.

1 : 2 kompleksa krāsvielas (skābās krāsvielas ar indeksu NM, irgalāns, cibalāns, vofalāns, neitrolāns u. c.) lieto vilnas un kaprona štāpeļšķiedru un suklenšu, arī vilnas un kaprona audumu krāsošanai, kaprona un vilnas audumu (lakatu), arī dabiskā zīda audumu apdrukāšanai.

Vilnas un vilnas audumu krāsošana ar skābajām un metālsaturošajām krāsvielām ir samērā ilgstoša — 1—2 h, ar kodināmajām krāsvielām pat līdz 4 h, tāpēc šo procesu grūti realizēt nepārtrauktas darbības iekārtās, sevišķi tumšos un vidējos toņos.

Krāsošana ar tiešajām krāsvielām

Tiešās krāsvielas ir viena no daudzajām krāsvielu klasēm (aktīvās, kublu, sēra, nešķīstošās oksiazokrāsvielas, anilīna melnā), ko lieto celulozes šķiedru (kokvilnas un viskozes) izstrādājumu krāsošanai. Ar tām krāso arī dabiskā zīda un poliamīdu šķiedru TM.

Tiešās krāsvielas ir lētas, ar bagātu krāsu gammu, tāpēc tās plaši lieto, kaut gan krāsojums nav visai noturīgs.

Pēc ķīmiskā sastāva tiešās krāsvielas ir diazo-, triazo- vai poliazosavienojumu aromātisko sulfoskābju nātrija sāļi ar vispārēju struktūru $R_1—N=N—X—N=N—R_2$, kur X — diaminostilbēna, arī benzidīna u. c. atvasinājumi, R_1 un R_2 — benzola vai naftalīna atvasinājumi. Sulfogrupas piešķir krāsvielai šķīdību ūdenī, bet vienlaikus samazina tās tieksmi piesaistīties celulozes šķiedrām, jo palielinās krāsvielas negatīvais lādiņš, tās molekulām disociējot jonos ūdens vidē

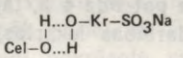
$$Kr—SO_3Na \rightleftharpoons KrSO_3^- + Na^+$$

Saistīšanās spēju ar celulozes šķiedrām nosaka krāsvielas grupas (—OH, —NH_2, —OCH_3), kas var piesaistīties tām ar ūdeņraža saitēm, kā arī krāsvielas molekulu lineārā uzbūve, lielais konjugēto dubultsaišu skaits un planārā struktūra.

Tiešo krāsvielu uzbūve un spēja veidot starpmolekulārās saites nosaka to tieksmi veidot molekulu vai jonu agregātus un pazeminātu šķīdību. Paaugstinot t° (>80 °C), agregāti sadalās un šķīdība pieaug. Lielākas neitrāla elektrolīta piedevas šķīdību samazina.

Daudzas tiešās krāsvielas veido nogulsnes ar kalcija un magnija sāļiem, tādēļ tās šķīdina mīkstinātā ūdenī vai arī šķīdumam pievieno nātrija heksametafosfātu vai sodu, lai saistītu cietības sāļus.

Krāsvielas saistās ar celulozes šķiedrām tikai ar ūdeņraža saitēm un starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem, tāpēc krāsojuma slapjo apstrāžu izturība nav liela.



Celulozes šķiedru izstrādājumu krāsošana. Krāsošana ar tiešajām krāsvielām ir vienkārša. TM iegremdē krāsvielas šķīdumā, to uzkarsē un, lai paātrinātu krāsvielas pāriešanu uz šķiedru, pievieno neitrālu elektrolītu (vārāmo sāli). Tomēr ražošanas apstākļos, kad jāpanāk procesa maksimālā efektivitāte, rūpīgi jāregulē gan krāsvielas šķīduma sastāvs, gan t°. Turklāt šo tehnoloģisko faktoru ietekme ir atšķirīga, krāsojot ar periodisko un nepārtraukto paņēmienu.

Palielinot krāsvielas koncentrāciju šķīdumā, absolūtais uz šķiedras saistītais krāsvielas daudzums palielinās, bet relatīvi tas samazinās. Ja krāsvielas daudzums šķīdumā vienāds, bet vannas modulis dažāds, iegūst dažādas intensitātes krāsojumu: jo VM lielāks, t. i., šķīdums atšķaidītāks, jo gaišāks ir krāsojums un process noris lēnāk. Tāpēc, īslaicīgi krāsojot nepārtrauktas darbības iekārtās, jāizvēlas neliels VM un daudz koncentrētāks krāsvielas šķīdums — 10—40 g/l (periodiskas darbības iekārtās 0,5—1,5 g/l).

Temperatūras paaugstināšana līdz zināmai robežai paātrina krāsvielas difūziju šķiedrā, jo krāsvielas molekulas un joni dezagregējas un šķiedras uzbriest. Bet krāsošanas procesa eksotermiskuma dēļ paātrinās arī krāsvielas desorbcija, un ar šķiedru saistītās krāsvielas daudzums samazinās. Is-

laicīgi krāsojot nepārtrauktas darbības iekārtās, saistītās krāsvielas daudzums ir jo lielāks, jo augstāka ir t° (tuvu 100 °C), jo desorbcija tik īsā laikā ir nenozīmīga. Ilgstoši krāsojot periodiskas darbības iekārtās, izdevīgāk krāsot zemākā t°: labāk šķīstošo krāsvielu gadījumā optimāli pie 60—75 °C, sliktāk šķīstošo — pie 85—95 °C, lai pilnīgāk notiktu krāsvielas molekulu dezagregācija. Sāls piedeva, kas šo dezagregāciju aiztur, paaugstina krāsošanas optimālo t°.

Celulozes šķiedrām ūdens vidē ir negatīvs lādiņš (—15÷—38 mV), tāpat kā krāsvielas anjoniem, kuri, sorbējoties uz šķiedras, tās negatīvo lādiņu vēl palielina un tādējādi var aizkavēt tālāku krāsvielas sorbciju. Neitrāla elektrolīta, parasti vārāmā sāls, piedeva palielina Na^+ koncentrāciju šķīdumā; tas neitralizē šķiedras un krāsvielas lādiņus un samazina potenciālu barjeru, kas kavē krāsvielas anjonu tuvošanos šķiedrai un sorbciju uz tās. Tāpēc mērenas NaCl piedevas (5—10—20% no TM svara) ievērojami palielina nokrāsošanās ātrumu un saistītās krāsvielas daudzumu. Vēl lielāki sāls daudzumi rada krāsvielas molekulu un jonu agregāciju, apgrūtina to difūziju šķiedrā un veicina virspusēja, berzes neizturīga krāsojuma rašanos.

Krāsojot īslaicīgi ar nepārtraukto paņēmienu, neitrālā elektrolīta iedarbība ir daudz mazāk efektīva, nekā krāsojot ilgstoši periodiskas darbības iekārtās. Arī optimālā elektrolīta koncentrācija ievērojami mazāka.

Ar tiešajām krāsvielām visbiežāk krāso vāji sārmainā vidē (pH 8—10) sodas klātbūtnē. Soda palielina krāsvielu šķīdību ūdenī, kā arī var daļēji aizstāt elektrolītu, sevišķi, ja sāls izraisa nevēlamu krāsvielas koagulāciju.

Kokvilnas un viskozes šķiedru TM var krāsot ar dažādiem paņēmieniem. Lielos kombinātos kokvilnas audumus krāso ar nepārtraukto paņēmienu. Nelielas audumu partijas, it sevišķi viskozes šķiedru audumus un kokvilnas un viskozes triko drānas, krāso periodiskas darbības iekārtās — visbiežāk universālajās motorvannās.

Krāsojot ar *periodisko paņēmienu*, vannu piepilda ar mīkstinātu ūdeni un uzsilda līdz 40—50 °C. Pievieno karstu nofiltrētu krāsvielas šķīdumu — daļu sākumā, daļu pēc 5—15 min. Šķīdumu gatavo pēc šādas receptes (% no TM svara): krāsviela 1—4, soda 1—3, NaCl 5—10—20 vai Na_2SO_4 10—40. Krāsvielas un TPV patēriņš ir dažāds atkarībā no tā, vai TM krāso gaišos, vidējos vai tumšos toņos. Vienmērīgāka un spilgtāka krāsojuma iegūšanai, sevišķi

krāsojot gaišos toņos, vannai pievieno arī nedaudz (līdz 1 g/l) VAS (kādu SML).

Labākus rezultātus iegūst, krāsojot merserizētus audumus. Tie nokrāsojas intensīvāk un noturīgāk, patērējot par 20—40% mazāk krāsvielu nekā nemerserizētie.

Drānas partiju, kas sagatavota krāsošanai (novārīta vai novārīta un izbalināta), samērcē karstā mīkstinātā ūdenī, lai iegūtu vienmērīgāku krāsojumu, un iegremdē krāsvielas šķīdumā. Pakāpeniski (15—30 min) vannu no 40—50 °C uzkarsē līdz optimālai t° un krāso 45—60 min. Nokrāsoto materiālu izskalo ar karstu un aukstu ūdeni, pēc tam nostiprina krāsvielu.

Krāsojot ar tiešajām krāsvielām, sevišķi vidējos un tumšos toņos, ar šķiedru nesaistās visa šķīdumā esošā krāsviela, daļa paliek vannā, tādēļ tā jāizmanto atkārtoti.

Krāsojot viskozes šķiedru audumus un adījumus, jāņem vērā to irdenākā un neviendabīgākā struktūra. Lai iegūtu vienmērīgu krāsojumu, procesu palēnina, pievienojot mazāk vārāmā sāls (1—5%), VAS (0,5—2 g/l) un paceļot krāsošanas t° līdz 90—95 °C. Process paildzinās līdz 1,5 h.

Krāsojot pēc *nepārtrauktā paņēmiena*, audumu piesūcina ar karstu (~95 °C) samērā koncentrētu (10—40 g/l) krāsvielas šķīdumu, pēc tam tvaicē 1—3 min pie 102—104 °C. Tālāk audumu laiž cauri vannai ar NaCl šķīdumu (5—10 g/l), lai krāsviela tiktu labāk fiksēta, pēc tam rūpīgi skalo un nostiprina krāsojumu.

Piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmiena apstākļos krāsviela necaurkrāso šķiedru pilnībā, bet paliek tās virsējos slāņos, pazeminot krāsojuma berzes izturību. Caurkrāsošanās uzlabojas, pievienojot krāsvielas šķīdumam hidrofilu organisku šķīdinātāju, piemēram, trietanolamīnu (10—20 g/l) vai arī piesūcināto audumu tvaicējot autoklāvā līdz 130 °C. Šķiedras tiek nokrāsotas pa visu šķērsgriezumu 1—2 min laikā.

Olbaltumvielu un poliamīdu tekstilmateriālu krāsošana. Tiešās krāsvielas nokrāso arī olbaltumvielu un poliamīdu šķiedras. Vilnas krāsojums gan ir pārāk nenoturīgs, turpretī dabiskā zīda un kaprona krāsojuma noturība pieņemama.

Dabisko zīdu tiešās krāsvielas nokrāso noturīgāk nekā skābās krāsvielas. Krāso neitrālā vai vāji skābā vidē (CH_3COONH_4 vai CH_3COOH). Krāsviela saistās ar šķiedru ar jonu saitēm, kas izveidojas starp krāsvielas anjoniem un šķiedras pozitīvi lādētajām amīngrupām. Var veidoties arī ūdeņraža saites. Krāso līdzīgi kā ar skābajām krāsvielām —

pie 85—90 °C 1 h. Vārāmo sāli pievieno, krāsojot tumšos un vidējos toņos.

Kapronu krāso ar dažām tiešajām krāsvielām vāji skābā vidē neitrāla elektrolīta klātbūtnē pie viršanai tuvas t°. Krāsojums noturīgs. Krāsviela fiksējas ar jonu un ūdeņraža saitēm.

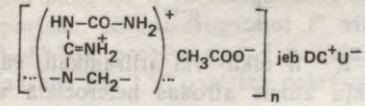
Tīrvilnas audumus ar tiešajām krāsvielām nekrāso. Tās izmanto tikai pusvilnas audumos esošo celulozes šķiedru krāsošanai. Pusvilnas audumus krāso pēc divvannu un vienvannas paņēmiena. Pēdējais ir mazāk ilgstošs un ekonomiski izdevīgāks.

Krāsojot abas šķiedras vienā vannā, izmanto t. s. krāsvielas pusvilnai. Tās ir speciāli atlasītu tiešo gaismizturīgo un skābo vai 1 : 2 kompleksa skābo metālsaturošo krāsvielu maisījums tādās daudzuma attiecībās, kas vilnu un celulozes šķiedras (1 : 1) neitrālā vai vāji skābā vidē nokrāso vienā krāsā. Lai vilna nenoturīgi nesakrāsotos ar tiešo krāsvielu vāji skābā vidē, pievieno speciālu anjonogēnu rezervējošu vielu.

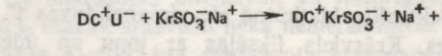
Pēc divvannu paņēmiena pirmajā vannā nokrāso vilnu ar skābajām krāsvielām, otrajā — celulozes šķiedras ar tiešajām krāsvielām. Ja pirmajā vannā krāsviela pilnībā izlietota, tad celulozes šķiedras var krāsot tajā, neitralizējot skābes paliekas ar sodu un pielejot tiešo krāsvielu šķīdumu.

Krāsojuma nostiprināšana. Tiešo krāsvielu būtisks trūkums ir to krāsojuma nelielā noturība slapjo apstrāžu laikā un gaismas iedarbībā. Tādēļ krāsojumu speciāli nostiprina: diazotē krāsvielu uz šķiedras un pēc tam sametina ar azokomponentu, apstrādā nokrāsoto materiālu ar diazotētiem amīniem vai metālu (vara, hroma) sāļiem, vai arī ar sintētiskiem preparātiem. Pēc pirmajiem trīs paņēmieniem var nostiprināt tikai krāsvielas ar noteiktu struktūru, pēdējais paņēmiens ir universāls un visvairāk lietotais.

Sintētisko preparātu DCU, DCM un U-2 iedarbības pamatā ir ūdenī mazšķīstošu sāļveida savienojumu izveidošanās uz šķiedras starp krāsvielu un nostiprinātāju. Piemēram, preparāts DCU ir šķīstošs diciāndiamīda un formaldehīda priekškondensāta etiķskābes sāls



Uz nokrāsotās šķiedras preparāta katjoni saistās ar krāsvielas anjoniem:



$$DC^{+}U^{-} + KrSO_3^{-}Na^{+} \longrightarrow DC^{+}KrSO_3^{-} + Na^{+} + U^{-}$$

radot mazdisociētu un mazšķīstošu savienojumu. Auduma žāvēšanas laikā DC+ kondensējas tālāk un uz šķiedru virsmas izveidojas nešķīstoša polimēra — krāsvielas plēvīte, kura palielina krāsojuma noturību, kā arī samazina auduma burzīšanos.

Sintētiskie nostiprinātāji palielina krāsojuma mazgāšanas, sviedru un berzes izturību, preparāts DCM arī gaismizturību.

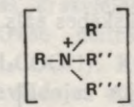
Preparātus DCU un DCM elektrolīti izgulsnē no šķīduma, tādēļ pirms krāsojuma nostiprināšanas audums rūpīgi jāizmazgā. U-2 ir nejutīgs pret elektrolītu iedarbību.

Periodiskas darbības iekārtās audumu apstrādā ar nostiprinātāja šķīdumu (2—5 g/l) vāji etiķskābā vidē (1—3 g/l 30% etiķskābes) 15—30 min pie 70—80 °C. Nepārtrauktas darbības iekārtās preparāta koncentrāciju palielina līdz 20—40 g/l.

Krāsošana ar katjonu krāsvielām

Katjonu krāsvielas ieguva uz novecojušo, nenoturīgo bāzisko krāsvielu bāzes, jo daži no šiem organisko bāzu sāļiem nokrāsoja poliakrilnitrila (PAN) šķiedras pret slapjām apstrādēm negaidīti noturīgās krāsās. Krāsojuma gaismizturība bija neliela. Gaismizturīgāku krāsvielu meklējumu rezultātā tika iegūtas speciālas katjonu krāsvielas (1950. g.). To krāsu gamma plaša, krāsojuma toņi tīri un spilgti, gaismizturība 4—6 punkti.

Katjonu krāsvielu ķīmiskais sastāvs ir dažāds. Tās ir polimetīna krāsvielas, kurās metīngrupa —CH=CH— saista divus aromātiskos radikālus (vienam ir bāzisks raksturs), vai antrahinona atvasinājumi, kuru sānu virkne ir amonija ceturtējās bāzes sāls u. c. To formula vispārējā veidā ir



$$\left[R-\overset{+}{N}(R')(R'')(R''') \right] A^{-},$$

kur R, R′, R″, R‴ ir alkil- vai arilradikāli, vai arī bāziska rakstura slāpekļa atoms atrodas heterociklā vai pozitīvais

lādiņš ieiet krāsvielas hromoforajā daļā. A^- ir kompensējošais anjons.

Padomju Savienībā šīs grupas krāsvielas sauc par katjonu krāsvielām. Ārzemēs tām ir dažādi firmu doti nosaukumi: astrazoni, bazakrili, deorlini, maksiloni, sandokrili, sevroni u. c.

Katjonu krāsvielas ierobežoti šķīst ūdenī, disociējot jonos: nokrāsotā katjonā (no kurienes arī nosaukums) un kompensējošā anjonā, visbiežāk Cl^-:

$$\left[Kr \equiv \overset{+}{N}\right] Cl^- \rightleftharpoons \left[Kr \equiv N\right]^+ + Cl^-$$

Etiķskābes klātbūtnē šķīdība palielinās, tādēļ pirms krāsošanas krāsvielu sajauc ar 30% etiķskābi (1 : 1). Skābā vide samazina arī krāsvielas hidrolīzi, ļauj iegūt vienmērīgāku krāsojumu.

Katjonu krāsvielas lieto PAN šķiedru un izstrādājumu krāsošanai galvenokārt vidējos un tumšos toņos. Gaišos toņos var krāsot arī ar dispersajām krāsvielām.

Krāsvielas katjoni saistās ar šķiedru ar sāļu jeb jonu saitēm, jo PAN kopolimēru šķiedras, kas satur karboksilgrupas —COOH (nitrons, kurtels) vai sulfogrupas $—SO_3H$, ūdens vidē disociējot, uzlādējas negatīvi.

$$Nitr—COO^- + H^+ + \left[Kr \equiv N\right]^+ + Cl^- \rightleftharpoons Nitr—COO^- \left[Kr \equiv N\right]^+ + H^+ + Cl^-$$

Rodas mazdisociēts krāsvielas un šķiedras sāļveida savienojums, kas nodrošina noturīgu krāsojumu.

Krāsošanas tehnoloģija. Neitrālā vidē PAN šķiedras un to izstrādājumi nokrāsojami ātri, bet nevienmērīgi. Lai krāsojums būtu vienmērīgs, samazina krāsvielas sorbcijas ātrumu, mainot krāsvielas šķīduma pH un t°.

Parasti krāso skābā vidē (pH=4—5) etiķskābes klātbūtnē. Skābe pazemina šķiedru karboksilgrupu —COOH un arī krāsvielas disociācijas pakāpi, tā palēninot krāsošanas procesu un nodrošinot krāsvielas vienmērīgu izdalīšanos pa visu šķiedrmateriālu. Pie pH>5 daudzas krāsvielas sāk hidrolizēties.

Procesu ļoti paātrina t° pacelšana. Zem 80 °C nokrāsošanās notiek pavisam lēni. Paaugstinot t° virs PAN stiklošanās t° (80—85 °C), process strauji paātrinās. Tuvu viršanai t° palielināšana par 1 °C paātrina nokrāsošanos par 30%.

Tādēļ, lai iegūtu vienmērīgu krāsojumu, t° robežās no 90 līdz 100 °C jāpaceļ ļoti lēni.

Vienmērīga krāsojuma nodrošināšanai krāsvielas šķīdumam pievieno arī katjonogēnu izlīdzinātāju, kura katjoni, konkurējot ar krāsvielas katjoniem par saistīšanos ar šķiedras aktīvajiem centriem, palēnina krāsošanas procesu.

Lieto arī dažus anjonogēnus izlīdzinātājus, kuri neizgulsnē krāsvielas katjonus (dispergators NF). Tas ar krāsvielu veido kompleksu, kas adsorbējas uz šķiedras, ķīmiski nesaistoties ar to, un tā nodrošina krāsvielai migrācijas iespēju un vienmērīgu izdalīšanos pa visu krāsojamo materiālu. Augstā t° komplekss sadalās un krāsviela saistās ar šķiedru ķīmiski.

Procesu palēnina arī neitrāla elektrolīta piedeva, jo palielinātā jonu koncentrācija šķīdumā pazemina krāsvielas disociācijas pakāpi.

Šķiedru blīvās struktūras un krāsvielu nelielās migrācijas spējas dēļ nitronu un tā izstrādājumus krāso periodiskas darbības iekārtās. Vispirms krāsojamo materiālu 5—10 min apstrādā vannā ar katjonogēna izlīdzinātāja un nātrija sulfāta (1% un 10% no TM svara) šķīdumu pie 60 °C. Tad sajauc krāsvielu (0,2—3% no TM svara) ar 30% etiķskābi (1 : 1). Iegūtajai pastveida masai pielej karstu ūdeni, maisot uzkarsē līdz viršanai un izlej vannā. Šķīduma pH ieregulē robežās no 4,5 līdz 5,0. Pēc tam t° paceļ līdz 80—85 °C un krāso 20 min. Tad vannu lēni (~40 min) uzkarsē līdz viršanai un krāso vēl 1—1,5 h. Temperatūru starpība dažādās vannas vietās nedrīkst pārsniegt 1—2 °C, lai nerastos nevienmērīgs krāsojums. Jānodrošina laba šķīduma cirkulācija. Nokrāsoto materiālu rūpīgi skalo, lai atdalītu TPV un vāji saistīto krāsvielu. Atdzesēšana līdz 60 °C jāizdara lēni, lai materiālā nerastos grūti likvidējami burzījumi.

Nitrona krāsošanas procesu ar katjonu krāsvielām var arī ievērojami intensificēt un realizēt pēc nepārtrauktā paņēmiena. Par intensifikatoriem izmanto rezorcīnu, β-naftolu, etilēnkarbonātu, propilēnkarbonātu u. c., kuri palielina krāsvielas šķīdību un vienlaikus uzbriedina šķiedru, tā paātrinot krāsvielas difūziju šķiedrā 2—14 reizes.

Viens nitrona nepārtrauktās krāsošanas procesa variants noris šādi. Piesūcināšanas mašīnā nitrona šķiedras 30 s piesūcina ar katjonu krāsvielas šķīdumu, kura koncentrācija 5 g/l, pH=4,5 un t° 100 °C. Šķīdums satur intensifikatoru: rezorcīnu (25 g/l), etilēnkarbonātu (60 g/l) vai β-naftolu

(3 g/l). Atdala lieko šķīduma daudzumu, šķiedras tvaicē pie 100—105 °C 1—2 min, rūpīgi mazgā un žāvē. Intensifikatoru daudzo trūkumu dēļ tos maz lieto. Ja krāso bez intensifikatora piedevas, jātvaicē augsttemperatūras tvaicētājā (līdz 130 °C).

Krāsvielas patēriņš parasti ir līdz 3% no TM svara (krāsojot melnā krāsā — līdz 7%). Ja patēriņš lielāks, PAN karboksilgrupas tiek piesātinātas, šķiedra krāsvielu vairs nesaista ar jonu saitēm un krāsojums kļūst nenoturīgāks; krāsvielas šķīdums tiek izmantots nepilnīgi.

Lietojot krāsvielu maisījumus, izvēlas savietojamas krāsvielas ar apmēram vienādu kombinējamības rādītāju K, ko uzrāda katalogos un kas mūsu krāsvielām ir robežās no 0,8 līdz 5.

Dažādšķiedru audumu krāsošana. No PAN šķiedrām vien izgatavo tikai tilpumdziju trikotāžas izstrādājumus. Audumus auž no PAN šķiedrām kompozīcijā ar vilnu. Tādus audumus, ja tie nav krāsoti šķiedrā vai suklentē, parasti krāso pēc divvannu paņēmiena, jo vienā vannā katjonu krāsvielas var reaģēt ar skābo krāsvielu anjoniem, kurus lieto vilnas krāsošanai, sevišķi krāsojot tumšos toņos, kad krāsvielu koncentrācijas ir lielākas. Divvannu process arī vieglāk regulējams un krāsojums noturīgāks. Pirmajā vannā krāso auduma PAN šķiedras ar katjonu krāsvielām etiķskābes un izlīdzinātāja klātbūtnē, otrajā — vilnu ar skābajām, nereti 1 : 2 kompleksa skābajām metālsaturošajām krāsvielām. Pēc krāsošanas pirmajā vannā izdara auduma reducējoši attīrošo apstrādi ar paskābinātu hidrosulfīta šķīdumu, lai atdalītu no vilnas vāji saistīto katjonu krāsvielu. Dažas katjonu un skābo krāsvielu kombinācijas ļauj krāsot audumu arī ar vienvannas paņēmienu. Biežāk abus komponentus, vilnu un nitronu, nokrāso šķiedrā vai lentē un audumu auž no krāsotām dzijām.

Krāsošana ar aktīvajām krāsvielām

Aktīvās krāsvielas atšķirībā no visām citām krāsvielām satur tādus aktīvus atomus vai grupas (—Cl, $—SO_2—CH=CH_2$ u. c.), kas ķīmiski reaģē ar celulozes šķiedru spirtu hidroksilgrupām un olbaltumvielu un poliamīdu šķiedru amīngrupām, izveidojot izturīgas kovalentās saites. Tā kā kovalento saišu enerģija ievērojami pārsniedz

jonu, ūdeņraža un Van der Vālsa saišu enerģiju, krāsojums ir sevišķi noturīgs gan slapjo apstrāžu un ķīmiskās tīrīšanas, gan berzes gadījumā. Bez tam krāsojums ir īpaši spilgts. Šo vērtīgo īpašību, kā arī krāsošanas paņēmienu vienkāršības dēļ aktīvās krāsvielas ir kļuvušas par vienu no svarīgākajām sintētisko krāsvielu grupām. Celulozes TM krāsošanā tās arvien vairāk izkonkurē kublu krāsvielas, nereti tās izmanto arī vilnas un poliamīdu TM krāsošanai.

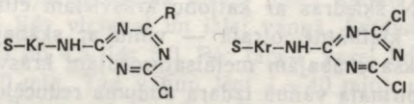
Aktīvo krāsvielu vispārējā formula shematiski ir šāda:

S—Kr—T—X,

kur Kr — krāsvielas molekulas hromoforā sistēma;
S — sulfogrupas, kas piešķir krāsvielai šķīdību;
X — aktīvās grupas, kas nosaka krāsvielas reaģētspēju;
T — aktīvo grupu nesējs.

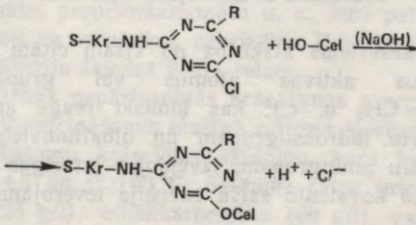
Ir vairāku tipu aktīvās krāsvielas atkarībā no aktīvo grupu nesēja struktūras: triazīna, pirimidīna, vinilsulfona krāsvielas u. c.

Visvairāk lieto triazīna krāsvielas ar aktīviem hlora atomiem un cianura gredzenu kā to nesēju. Ja pie gredzena ir viens hlora atoms, krāsvielas sauc par monohlortriazīna krāsvielām (I), ja divi — par dihlortriazīna krāsvielām (II):



I II

Monohlortriazīna krāsvielas (aktīvās bez indeksa, procioni H, cibakroni) ir mazāk aktīvas nekā dihlortriazīna (aktīvās ar indeksu H, procioni M, mikacioni). Pēdējās nokrāso celulozes šķiedras jau pie 20—30 °C, kamēr monohlortriazīna krāsvielas tikai pie 60—80 °C. Notiek nukleofila aizvietošanas reakcija. Reaģē galvenokārt celulozes pirmējās spirtu hidroksilgrupas.



Pirimidīna krāsvielas (drimarēni, reaktoni) ir mazāk aktīvas nekā triazīna krāsvielas. Aktīvās grupas nesējs ir pirimidīna gredzens ar trim hlora atomiem, no kuriem aktīvs ir galvenokārt viens, kas saistās ar celulozes šķiedrām līdzīgi kā iepriekšējā gadījumā.

Vinilsulfona krāsvielu $S—Kr—SO_2—CH_2—CH_2—OSO_3Na$ (aktīvās ar indeksu T, remazoli, dženafiksi) reaģētspējīgā molekulas daļa ir grupējums $—SO_2—CH_2—CH_2—OSO_3H$, t. i., β-oksietilsulfona sērskābes esteris. Šo krāsvielu izlaides forma ir neaktīva. Aktīvā vinilsulfona formā tās pāriet tikai sārma klātbūtnē

$$S-Kr-SO_2-CH_2-CH_2-OSO_3Na + NaOH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow S-Kr-SO_2-CH=CH_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

Krāsvielai saistoties ar šķiedru, notiek nukleofila pievienošanās reakcija:

$$S-Kr-SO_2-CH=CH_2 + HO-Cel \longrightarrow S-Kr-SO_2-CH_2-CH_2-OCel$$

Ūdens šķīdumā aktīvās krāsvielas disociē jonos, dodot krāsainu anjonu un kompensējošu katjonu:

$$Cl-Kr-SO_3Na \rightleftharpoons Cl-Kr-SO_3^- + Na^+$$

Aktīvo krāsvielu liels trūkums ir to tieksme hidrolizēties — šķiedru krāsošanas procesā reaģēt arī ar ūdeni:

$$S-Kr-Cl + HOH \longrightarrow S-Kr-OH + H^+ + Cl^- \quad \text{vai}$$
$$S-Kr-SO_2-CH=CH_2 + HOH \longrightarrow S-Kr-SO_2-CH_2-CH_2OH,$$

jo —ŌH grupām, kas rodas, ūdenim nedaudz disociējot jonos, ir elektronu donoru īpašības. Hidrolizējoties daļa krāsvielu (20—30%) pāriet neaktīvā formā un neproduktīvi zūd. Hidrolīze paātrinās, palielinot vides sārmainību un paaugstinot t°. Vairāk hidrolizējas aktīvākās dihlortriazīna krāsvielas, mazjutīgas ir pirimidīna krāsvielas. Hidrolizētai krāsvielai ir tāda pati krāsa kā nehidrolizētai, bet tā vāji saistās ar šķiedru — tikai ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem. Lai nepazeminātu krāsojuma mazgāšanas un berzes

izturību, hidrolizēto krāsvielu rūpīgi izmazgā no šķiedras ar SML šķīdumu pie viršanai tuvas t°.

Hidrolīzes dēļ pagatavoto krāsvielas šķīdumu nedrīkst ilgi uzglabāt. Piemēram, dihlortriazīna krāsvielas pilnīgi hidrolizējas ūdens šķīdumā pie pH=10,2 un 20 °C 3 h laikā. Pulverveida krāsviela jāglabā sausā vietā hermētiski slēgtā tarā.

Dažādu tehnoloģisko faktoru ietekme uz krāsošanas procesu. Krāsošanas procesu ar aktīvajām krāsvielām ietekmē pašas krāsvielas reaģētspēja un substantīvums, vides pH, t°, neitrāla elektrolīta piedeva.

Krāsojuma noturība un krāsošanas paņēmiens lielā mērā atkarīgs no krāsvielas reaģētspējas. Tai jānodrošina pietiekami ātra saistīšanās ar šķiedru pie minimāla hidrolīzes reakcijas ātruma. Bet reaģētspējīgākās krāsvielas arī ātrāk hidrolizējas. Tieši pēc krāsvielas reakcijas ātruma ar ūdeni spriež par tās reaģētspēju, aktivitāti. Tā palielinās, paaugstinot t° un vides sārmainību. Lai samazinātu hidrolīzes ātrumu, krāsojot celulozes šķiedras ar pašām aktīvākajām (dihlortriazīna) krāsvielām, t° nepaceļ augstāk par 20—30 °C un sārmainību — par pH 10,5. Tālāk pēc reaģētspējas seko vinilsulfona krāsvielas, ar kurām krāso pie 60 °C, pēc tam visas pārējās — monohlortriazīna, pirimidīna u. c. krāsvielas, ar kurām krāso pie 70—80 °C.

Krāsvielas nelielais substantīvums, nelielā tieksme saistīties ar šķiedru (tikai 1,8—4,0 kcal/mol) neitrālā vidē, kādā krāsvielu uznes uz šķiedras, nodrošina labu krāsvielas difūziju un vienmērīgu izkliedēšanos pa visu šķiedru, kā arī dod iespēju labi atdalīt hidrolizēto krāsvielu (kuras substantīvums arī nav liels) nokrāsotā materiāla skalošanas procesā.

Krāsvielas nelielais substantīvums nepazemina krāsojuma noturību, jo šajā gadījumā to nosaka krāsvielas reaģētspēja vāji sārmainā vidē procesa otrajā stadijā, kad starp šķiedru un krāsvielu izveidojas kovalentā saite.

Temperatūras koeficients visām aktīvajām krāsvielām apmēram vienāds. Paceļot t° par 10 °C, nokrāsošanās paātrinās 2—3 reizes. Bet vienlaikus paātrinās arī krāsvielas hidrolīze, turklāt vairāk nekā krāsošanas process. Tādēļ t° jāpaceļ piesardzīgi.

Neitrālais elektrolīts (NaCl), tāpat kā krāsojot ar tiešajām krāsvielām, samazina celulozes un krāsvielas anjonu

negatīvos lādiņus un atvieglo krāsvielas sorbciju un difūziju šķiedrā. Krāsojot periodiskas darbības iekārtās, pievieno 10—60 g/l NaCl atkarībā no krāsvielas patēriņa, visvairāk — krāsojot tumšos toņos. NaCl pievieno krāsvielas šķīdumam procesa sākumā, citādi daudzas aktīvās krāsvielas neadsorbējas uz šķiedras.

Neitrālā vidē krāsviela saistās ar šķiedru ļoti nestipri un to var viegli izmazgāt ar ziepju šķīdumu. Ķīmiskā reakcija starp krāsvielu un šķiedru notiek tikai sārmainā vidē pie pH 10—11, kad palielinās (~1000 reižu) celulozes jonizācijas pakāpe Cel-Ö un kļūst iespējama reakcija ar elektronakceptoro aktīvo krāsvielu. Vienlaikus palielinās arī ūdens jonizācijas pakāpe, bet mazākā mērā. Lai ierobežotu krāsvielas hidrolīzi, pH nepaceļ virs 11. Bez tam sārmainais aģents saista reakcijā ar celulozi izdalīto sālsskābi un tā virza procesu uz priekšu vai, krāsojot ar vinilsulfona krāsvielām, pārvērš tās aktīvā formā (177. lpp.). Par sārmaino aģentu visbiežāk lieto sodu, arī nātrija hidrogenkarbonātu un trinātrijfosfātu.

Celulozes tekstilmateriālu krāsošanas paņēmieni. Ar aktīvajām krāsvielām var krāsot periodiskas, pusnepārtrauktas un nepārtrauktas darbības iekārtās.

Krāsošanas process *periodiskas darbības iekārtās* sastāv no divām stadijām: krāsošanas neitrālā vidē elektrolīta klātbūtnē un krāsvielas fiksācijas uz šķiedras sārmainā vidē.

Pirmā stadija nodrošina krāsvielas maksimālu sorbciju un tās vienmērīgu sadalījumu pa visu TM krāsvielas nelielās tieksmes dēļ. Tā materiāls tiek sagatavots krāsošanas galvenajai stadijai, kad notiks ķīmiska reakcija starp krāsvielu un šķiedru. Ja procesu uzreiz sāk sārmainā vidē, tad lielākā daļa krāsvielas, nepaspējusi pāriet uz šķiedru, reaģē ar ūdeni, hidrolizējas un pāriet neaktīvā formā.

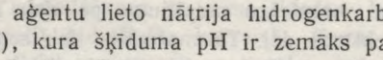
Šķīdums satur 0,5—5% krāsvielas no TM svara un 10—50 g/l vārāmā sāls. Pievieno arī urīnvielu (50—100 g/l), lai palielinātu krāsvielas šķīdību, sevišķi, ja krāso tumšos toņos. Pirmās stadijas ilgums 20—60 min. Krāsošanas t° atkarīga no krāsvielas tipa.

Otrajā stadijā vannai pievieno sodu (1—10 g/l). Sārmainajā vidē vienmērīgi izkliedētā, bet vāji saistītā krāsviela fiksējas uz šķiedras ķīmiski ar kovalento saiti. Otrās stadijas ilgums 1 h vai vairāk. Temperatūra 20—30 (40)°C, krāsojot ar dihlortriazīna, un 60—80 °C, krāsojot ar mazāk aktīvām

krāsvielām. Nokrāsoto materiālu rūpīgi mazgā, lai atdalītu hidrolizēto krāsvielu un TPV. Mazgā ar aukstu un karstu ūdeni, ziepju vai SML šķīdumu (1—3 g/l) pie viršanai tuvas t°, tad atkal ar ūdeni.

Krāsojot pēc *pusnepārtrauktā piesūcināšanas-uztīšanas paņēmiena*, audumu piesūcina ar vāji sārmainu krāsvielas šķīdumu, mitru uztin uz veltņa un tur vairākas stundas slēgtā kamerā pie noteiktas t° un augsta mitruma satura (sk. 36. att.). Pēc tam rūpīgi mazgā. Paaugstinātā krāsvielas koncentrācija (5—30 g/l) un mazais modulis 1 : 1 (audums ir tikai piesūcināts) samazina krāsvielas hidrolīzi. Paņēmienu sevišķi ieteic biezu, blīvu audumu un nevienādabīgas struktūras viskozes-kokvilnas dažādšķiedru audumu krāsošanai ar dihlortriazīna krāsvielām pie istabas t°. Piesūcināto audumu vairākas stundas tur satītu lēni rotējošā veltnī. Iegūst vienmērīgu, dziļu un noturīgu krāsojumu, fiksējot līdz 85% krāsvielas. Minētā sortimenta audumu krāsošanai šis ir visekonomiskākais paņēmiens.

Nepārtrauktas darbības iekārtās ar aktīvajām krāsvielām var krāsot pēc vienvannas un divvannu paņēmiena. Pēc vienvannas paņēmiena visus krāsošanai nepieciešamos komponentus uznes uz TM vienlaikus, pēc divvannu paņēmiena krāsvielu un sārmaino aģentu tās fiksēšanai uz šķiedras uznes atsevišķi. Pēc tam piesūcināto audumu tvaicē un mazgā. Pirmais paņēmiens ir vienkāršāks un ekonomiskāks, bet tā lietošanu ierobežo krāsvielas daļēja hidrolīze šķīdumā tā pagatavošanas un auduma piesūcināšanas laikā. Lai to ierobežotu, par sārmaino aģentu lieto nātrija hidrogenkarbonātu $NaHCO_3$ (5—20 g/l), kura šķīduma pH ir zemāks par nepieciešamo (pH=7,5—8). Piesūcināto audumu tvaicējot, $NaHCO_3$ sadalās, dodot sodu:



$$2NaHCO_3 \xrightarrow{>40^o} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

Soda rada vajadzīgo vides sārmainību (pH=10—11), lai krāsviela ķīmiski saistītos ar šķiedru.

Vienvannas piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu izmanto tikai krāsošanai gaišos un vidējos toņos, turklāt tikai ar visaktīvākajām, t. i., dihlortriazīna, krāsvielām. Ja starp piesūcināšanu un tvaicēšanu audumu žāvē, t. i., pagarina reakcijas laiku starp krāsvielu un šķiedru, var iegūt arī intensīvu krāsojumu. Turklāt krāsošanai var izmantot arī ma-

zāk aktīvas krāsvielas (pagarinot tvaicēšanas laiku). Lai novērstu krāsvielas migrāciju žāvēšanas laikā, šķīdumam pievieno neitrālu elektrolītu (~20 g/l), bet, lai palielinātu krāsvielas šķīdību, — urīnvielu (50—100 g/l).

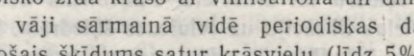
Krāsojot pēc divvannu piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmiena, audumu piesūcina ar neitrālu krāsvielas šķīdumu, izžāvē, pēc tam otrā vannā apstrādā ar sārmainu elektrolīta šķīdumu (elektrolīts aizkavē krāsvielas desorbciju no šķiedras). Šis paņēmiens novērš krāsvielas hidrolīzi auduma piesūcināšanas laikā, tāpēc par sārmaino aģentu var lietot nātrija hidroksīdu (2—20 g/l). Seko krāsvielas fiksācija tvaicēšanas kamerā un mazgāšana. Process noris pēc shēmas: piesūcināšana-žāvēšana, piesūcināšana-tvaicēšana-mazgāšana. Procesu intensificē tvaicēšana pārkarsēta tvaika atmosfērā.

Divvannu paņēmiena dažādus variantus lieto, lai iegūtu celulozes šķiedru audumu intensīvu krāsojumu ar dažāda tipa aktīvajām krāsvielām. Šajā ziņā paņēmiens ir universāls.

Lieto arī nepārtraukto piesūcināšanas-termisko paņēmienu, sevišķi krāsojot ar mazāk aktīvām krāsvielām, lai palielinātu to fiksācijas efektu. Procesu realizē pēc shēmas: piesūcināšana ar sārmainu krāsvielas, elektrolīta un urīnvielas šķīdumu, žāvēšana, termiskā apstrāde, mazgāšana. Termiskās apstrādes ilgums, piemēram, krāsojot ar monohlortriazīna krāsvielām, 4—5 min pie 120 °C vai 0,5—1 min pie 180 °C. Šīs apstrādes laikā izkususī urīnviela veido reakcijas vidi starp šķiedru un krāsvielu. Paņēmiens nodrošina maksimālu krāsvielas fiksāciju uz celulozes šķiedrām. To var izmantot poliesteru-kokvilnas šķiedru audumu krāsošanai ar dispersajām un aktīvajām krāsvielām.

Olbaltumvielu un poliamīdu tekstilmateriālu krāsošana. Ar vilnas keratīna amīnu un dažām citām grupām aktīvās krāsvielas kovalenti sāk saistīties ne vien sārmainā, bet arī vāji skābā vidē. Tā kā sārmainā vide vilnai ir bīstama, krāsošanu uzsāk vāji skābā vidē un realizē ar divstadiju paņēmienu. Pirmajā stadijā etiķskābes, elektrolīta un izlīdzinātāja klātbūtnē krāsvielas anjoni $^{-}O_3S—Kr—Cl$ samērā vienmērīgi izkliedējas pa visu TM un piesaistās tam ar jonu saitēm. Pamazām sākas reakcija arī starp krāsvielas aktīvajām grupām un vilnas keratīna nejonizētajām amīngrupām, bet daudz pilnīgāk šī reakcija notiek vāji sārmainā vidē, kad lielākā daļa amīngrupu ir nejonizētas. Tādēļ procesa otrajā stadijā krāsvielas šķīdumu pasārmo ar NH_4OH šķīdumu

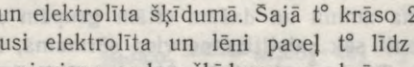
(~5% no TM svara) līdz pH 7—8 krāsvielas kovalentai saistīšanai:



$$Kerat-NH_2 + Cl-Kr-SO_3Na \longrightarrow Kerat-NH-Kr-SO_3Na + H^+ + Cl^-$$

Krāsvielas aktīvo grupu reaģētspēja ar keratīnu ir zemāka nekā ar celulozi, tāpēc krāso pie augstākas t° (~100 °C) 1 h. Pēc pasārmošanas krāsošanu turpina dziestošā vannā vēl 20—30 min, tad skalo. Tā kā procesa pirmā stadija notiek vāji skābā vidē, krāsvielas hidrolīze ir niecīga un fiksētās krāsvielas daudzums sasniedz 85—90%.

Līdzīgos apstākļos krāso ar speciālām aktīvām krāsvielām vilnai (aktīvās krāsvielas ar indeksu T, lanazoli, procilāni, cibalāni u. c.). Iegūst spilgtu, noturīgu krāsojumu.



$$Kr-SO_2-CH=CH_2 + H_2\dot{N}-Kerat \longrightarrow Kr-SO_2-CH_2-CH_2-NH-Kerat$$

Aktīvās krāsvielas var lietot arī pusvilnas audumu krāsošanai. Pēc divvannu paņēmiena pirmajā vannā krāso celulozes šķiedras ar celulozes aktīvajām krāsvielām, bet otrajā — vilnu ar vilnas aktīvajām krāsvielām. Pēc vienvannas paņēmiena ar dihlortriazīna krāsvielām vispirms pie 25—30 °C neitrālā, pēc tam vāji sārmainā vidē nokrāso celulozes šķiedras. Tad vannu neitralizē ar etiķskābi, paceļ t° līdz 100 °C un krāso vilnu.

Dabisko zīdu krāso ar vinilsulfona un dihlortriazīna krāsvielām vāji sārmainā vidē periodiskas darbības iekārtā. Krāsojošais šķīdums satur krāsvielu (līdz 5% no TM svara), neitrālu elektrolītu (20—30 g/l) un sodu (2 g/l).

Ar dihlortriazīna krāsvielām procesu sāk pie 20 °C krāsvielas un elektrolīta šķīdumā. Šajā t° krāso 20 min. Pievieno otru pusi elektrolīta un lēni paceļ t° līdz 25—50 °C. Pēc 15 min pievieno sodas šķīdumu un krāso vēl 40 min, tad mazgā.

Ar vinilsulfona krāsvielām process noris lēnāk. To sāk krāsvielas un elektrolīta (1/3) šķīdumā, lēni paceļot t° līdz 70 °C. 30 min laikā pievieno pārējo elektrolīta daudzumu (2/3), nākamajās 30 min — sodas šķīdumu atsevišķām porcijām un krāso vēl 30 min. Pēc tam TM mazgā un «atdzīvina» ar etiķskābes šķīdumu.

Poliamīdu TM ūdenī šķīstošās aktīvās krāsvielas var nokrāsot nevienmērīgi šķiedru neviendabīgās struktūras dēļ,

tāpēc tos ieteicams krāsot ar nešķīstošajām aktīvajām dispersajām krāsvielām. Vāji skābā vidē tās vienmērīgi nokrāso poliamīdu šķiedras, bet, vannu pasārmojot, kovalenti saistās ar šķiedrām:

$$\text{Kapr–NH}_2 + \text{Cl–Kr} \longrightarrow \text{Kapr–NH–Kr} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$$

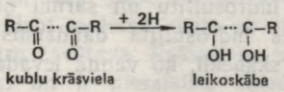
Krāso pie 95—100 °C. Pirmās stadijas ilgums 30—60 min, otrās — apmēram 1 h.

Krāsošana ar kublu krāsvielām

Kublu krāsvielas ir viena no tehniski vērtīgākajām krāsvielu klasēm kā audumu un triko drānu krāsošanai un apdrukāšanai, tā šķiedru un dziju krāsošanai, jo tās dod noturīgu krāsojumu ar plašu krāsu gammu. Pēdējā laikā gan ar tām sāk konkurēt aktīvās krāsvielas. Lieto galvenokārt celulozes šķiedru (kokvilnas, viskozes, linu) TM krāsošanai. Olbaltumvielu šķiedras ar tām nekrāso, jo sārmainā vidē notiek šķiedru destrukcija. Reizēm izmanto poliamīdu un poliesteru šķiedru krāsošanai.

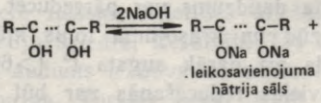
Pēc molekulu uzbūves kublu krāsvielas iedala indigo krāsvielās (indigo un tioindigo atvasinājumi) un policiklokētonu krāsvielās (antrahinona, benzantrona u. c. policiklokētonu atvasinājumi). Pēdējās dod spilgtāku un noturīgāku krāsojumu, arī balināšanas apstākļos, bet ir dārgākas.

Kublu krāsvielas nešķīst ūdenī. Tās vispirms jāpārvērš šķīstošā formā, bet tas sarežģī procesu. Šo pāreju nodrošina karbonilgrupas $>C=0$, kas reducējoties dod šķīstošu savienojumu.



(1)

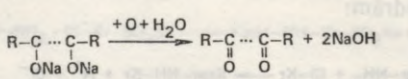
Ūdenī šķīstošs ir tikai leikoskābes nātrija sāls (leikokrāsviela), tādēļ krāsvielu reducē sārmainā vidē



(2)

Krāsošanas procesā TM piesūcina ar leikokrāsvielas šķīdumu, no kura krāsviela sorbējas uz šķiedras un piesaistās

tai ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem. Leikokrāsvielas ir nestabilas. Gaisa skābeklis vai ūdeņraža peroksīds tās oksidē uz šķiedras un atgriež sākotnējā nešķīstošajā formā:



(3)

Celulozes tekstilmateriālu krāsošanas paņēmieni. Kublu krāsvielas uznes uz TM šķīstošā, jau reducētā formā vai arī suspensijas veidā un reducē tās tieši uz šķiedras.

Vecākais un vēl tagad plaši lietots ir pirmais, t. s. *sārma-reducēšanas paņēmiens.* Tam ir vairākas stadijas:

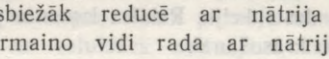
1) krāsvielas reducēšana sārmainā vidē par ūdenī šķīstošu leikosavienojuma nātrija sāli;

2) TM piesūcināšana ar leikokrāsvielas šķīdumu, no kura krāsviela sorbējas uz šķiedras un difundē tajā;

3) leikokrāsvielas oksidēšana uz šķiedras atpakaļ par nešķīstošu krāsvielu;

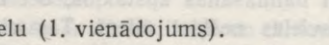
4) nokrāsotā materiāla apstrāde ar mazgāšanas līdzekļa šķīdumu, lai iegūtu spilgtāku un noturīgāku krāsojumu.

Krāsvielu visbiežāk reducē ar nātrija hidrosulfītu $Na_2S_2O_4$, bet sārmaino vidi rada ar nātrija hidroksīdu NaOH. Ūdens šķīdumā hidrosulfīts oksidējas, izdalot atomāru ūdeņradi:



kas reducē krāsvielu (1. vienādojums).

Pēc vienādojumiem (1. un 2.) uz 1 molu krāsvielas vajag 1 molu $Na_2S_2O_4$ un 4 molus NaOH (2 molus leikokrāsvielas nātrija sāls izveidošanai un 2 — $NaHSO_3$ pilnīgai neitralizēšanai). Praksē hidrosulfītu un sārmu ņem 1,5—2 reizes vairāk. Palielināts hidrosulfīta daudzums nepieciešams reakcijai ar gaisa skābekli, ko vannā ievada audums:



Pārāk liels hidrosulfīta daudzums var pārreducēt krāsvielu, tad daļa krāsvielas zūd un krāsojuma tonis kļūst netīrs. Līdzīgu parādību rada arī pārāk augsta t° (>60 °C). Pie pārāk zemas t° krāsvielas reducēšanās var būt nepilnīga. Reducēšanas, kā arī krāsošanas optimālā t° dažādām kublu krāsvielām ir atšķirīga (25—60 °C), tāpat arī reducētāja un

sārma patēriņš. Tos uzrāda speciālos katalogos un rokasgrāmatās.

Nātrija hidroksīda pārākums šķīdumā novērš leikokrāsvielas nātrija sāls hidrolīzi un leikoskābes izkrišanu nogulšņu veidā (2. vienādojums). Ja sārma nepietiek, leikokrāsviela var tautomerizēties. Tautomērajai formai ir pazemināta šķīdība un neapmierinoša krāsošanas spēja. Tā kā sārmam ir tieksme saistīties ar celulozes šķiedrām, tas palēnina leikokrāsvielas pāriešanu uz šķiedrām un visu procesu, tā veicinot vienmērīgāka krāsojuma rašanos.

Reducēšanai pulverveida krāsvielu saberž ar VAS, izveidojot pastu. Pagatavo sārma šķīdumu, uzsilda līdz ~50 °C, pievieno hidrosulfītu un krāsvielas pastu. Iegūto maisījumu atstāj, kamēr krāsviela pilnīgi reducējusies un izšķīdusi (pārbauda, uzliekot šķīduma pilienu uz filtrpapīra). Tā pagatavo samērā koncentrētu krāsvielas šķīdumu (līdz 20 g/l), kuru pēc vajadzības atšķaida. Vārāmā sāls piedeva ietekmē procesu tāpat, kā krāsojot ar tiešajām krāsvielām.

Kokvilnas audumu krāsošanai ar kublu krāsvielām vēl bieži vien lieto klasisko nepārtraukto piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu. Audumu piesūcina ar sārmainu leikokrāsvielas šķīdumu un tvaicē kamerā, lai paātrinātu difūziju šķiedrās, tad audums nonāk mazgāšanas agregātā. Tā pirmajās divās vannās krāsvielu fiksē uz šķiedras, oksidējot leikokrāsvielu ar paskābinātu ūdeņraža peroksīda (2—3 g/l+ +3 g/l 30% etiķskābes), retāk bihromāta šķīdumu atpakaļ par nešķīstošu krāsvielu (3. vienādojums). Pēc tam audumu apstrādā ar verdošu mazgāšanas līdzekļa un sodas šķīdumu, lai atdalītu vāji saistīto krāsvielu un, galvenais, lai panāktu fiksētās molekulārdispersās krāsvielas agregāciju un kristalizāciju, kas palielina krāsojuma noturību un spilgtumu. Beidzot audumu skalo ar siltu un aukstu ūdeni un žāvē cilindru žāvētavā. Krāsojums noturīgs, jo krāsviela nešķīst ūdenī un ir piesaistīta šķiedrai ar Van der Vālsa spēkiem.

Šim paņēmienam ir vairāki trūkumi. Daudzas reducētās krāsvielas sorbējas uz šķiedras ātri un tāpēc nevienmērīgi. Samērā lielā tieksme saistīties ar šķiedru kavē arī krāsvielas difūziju šķiedrā. Rezultātā TM nokrāsojas virspusēji, sevišķi, ja audums ir blīvs un biezs. Krāsojums arī mazāk berzes izturīgs. Turklāt nevar iegūt intensīvu krāsojumu leikokrāsvielas ierobežotās šķīdības dēļ. Paņēmienu lieto galvenokārt krāsošanai gaišos toņos.

Suspensijas paņēmienam šo trūkumu nav. Krāsojot ar suspensijas paņēmienu, TM apstrādā ar smalkdispersu nereducētas krāsvielas suspensiju un pigmentu reducē tieši uz šķiedras. Tā kā pigmentam nav tieksmes saistīties ar celulozes šķiedrām, tas vienmērīgi izkliedējas pa visu krāsojamo materiālu. Procesa otrajā stadijā vāji saistīto, bet vienmērīgi izkliedēto krāsvielu pārvērš leikoformā tieši uz šķiedras. Tā panāk šķiedru vienmērīgāku un dziļāku nokrāsošanos, kas sevišķi svarīgi, krāsojot blīvus, biezus kokvilnas audumus.

Tā kā audumu piesūcināšanai var izmantot arī koncentrētas suspensijas, var iegūt jebkuras intensitātes krāsojumu ne tikai periodiskas, bet arī nepārtrauktas darbības iekārtās.

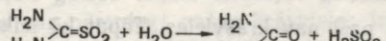
Minēto priekšrocību dēļ suspensijas paņēmienu lieto arvien plašāk, un it sevišķi krāsošanai tumšos toņos ar kublu krāsvielām tas ir galvenais un progresīvākais paņēmiens.

Suspensijas paņēmienu var sekmīgi lietot tikai tad, ja krāsviela ir ļoti smalkdispersā formā un dod suspensiju ar daļiņu izmēriem no 1—3 μm un koloidālam šķīdumam tuvām īpašībām. Piemērotākās ir kublu krāsvielu pastas, var lietot arī pulverveida krāsvielas vai nu ar marku D (smalkdispersa), vai granulu veidā. Šīs krāsvielas izlaides formas satur daudz VAS, kas ļauj iegūt stabilas suspensijas. Parastās pulverveida kublu krāsvielas ar samērā zemu un nevienmērīgu dispersijas pakāpi dod nevienmērīgu, plankumainu krāsojumu. Diemžēl pastas ne vienmēr pieejamas pietiekamā daudzumā.

Krāsojot ar suspensijas nepārtraukto piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu, audumu piesūcina ar krāsvielas suspensiju (līdz 30 g/l), izžāvē, pēc tam piesūcina ar sārmaina hidrosulfīta šķīdumu un laiž caur tvaicēšanas kameru, kur pie 102—104 °C krāsviela reducējas un šķīstošā leikokrāsviela difundē šķiedrās. Seko parastā auduma oksidējošā apstrāde, apstrāde ar mazgāšanas līdzekļu šķīdumu un skalošana. Procesu realizē agregētās līnijās LKS-140-6 un LKS-140-7.

Lai samazinātu operāciju skaitu un vienkāršotu iekārtu, cenšas apvienot abas piesūcināšanas operācijas — ar krāsvielas suspensiju un reducētāja šķīdumu. Tas iespējams, lietojot reducētājus, kas pie istabas t° nav aktīvi, galvenokārt tiourīnvielas dioksīdu $(NH_2)_2C=SO_2$ formalīna klātbūtnē, lai reducētāju papildus inaktivētu piesūcināšanas vannā. Tvaika

vidē tas sadalās, dodot urīnvielu un sulfoksilskābi H_2SO_2, kura ir spēcīgs reducētājs



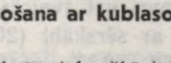
Poliesteru-celulozes šķiedru audumu krāsošanai lieto speciālu suspensijas paņēmiena variantu. Tā kā daudzas kublu krāsvielas augstā t° šķīst poliesteru šķiedrās, krāsošanai izmanto termozola paņēmienu, t. i., pēc piesūcināšanas ar pigmenta suspensiju audumu izžāvē un termiski apstrādā. Krāsviela tiek fiksēta uz auduma poliestera šķiedrām. Lai krāsvielu fiksētu uz celulozes šķiedrām, audumu pēc termiskās apstrādes piesūcina ar pasārmotu hidrosulfīta šķīdumu, tvaicē, oksidē leikokrāsvielu, apstrādā ar mazgāšanas līdzekļu šķīdumu, skalo.

Leikoskābes paņēmienu var uzskatīt par suspensijas paņēmiena paveidu. Materiālu piesūcina ar leikoskābes R—C(OH) . . . C(OH)—R suspensiju, kuru iegūst, ja sārmainu reducētas kublu krāsvielas šķīdumu maisot pamazām izlej etiķskābes un dispergatora šķīdumā. Suspensijas daļiņu lielums <0,01 μm. Leikoskābei, tāpat kā kublu krāsvielas pigmentam, nav tieksmes saistīties ar šķiedru, tāpēc tā vienmērīgi izkliedējas pa visu TM. Apstrādājot audumu ar sārmainu hidrosulfīta šķīdumu, leikoskābi pārvērš šķīstošā leikoskābes nātrija sālī, lai tā varētu difundēt šķiedrā. Tālāk process noris pēc klasiskās shēmas.

Leikoskābes paņēmiena galvenā priekšrocība ir iespēja izmantot visparastāko krāsvielas izlaides formu vienmērīgāka krāsojuma iegūšanai, trūkums — lielāks operāciju skaits procesā, grūtāka tā vadāmība (jāiegūst stabila suspensija, nevar dabūt tumšus toņus). Ja ir pietiekamā daudzumā kublu krāsvielu pastas, priekšroka jādod suspensijas paņēmienam.

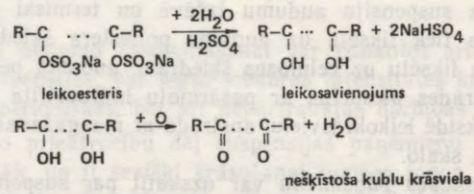
Krāsošana ar kublasoliem

Kublasoli ir kublu krāsvielu šķīstoša forma. Tie ir krāsvielu leikosavienojumu sērskābes esteru nātrija sāļi



Tā kā kublasoliem ir neliela tieksme saistīties ar šķiedru, tie vienmērīgi izkliedējas pa visu materiālu un dod vienmērīgu krāsojumu.

Kublasoli paši nav krāsvielas. Tāpat kā leikosavienojumi, tie ir kublu krāsvielu starpforma, kas jāpārvērš sākotnējā pigmentā. Tādēļ uz TM uznesto kublasolu attīsta, pārziepojot un oksidējot to skābā vidē; leikoesteris pārziepojas par leikosavienojumu, kurš tūlīt oksidējas par nešķīstošu pigmentu:



Vidi paskābina ar atšķaidītu sērskābi, par oksidētājiem lieto nātrija nitrītu, kālija vai nātrija bihromātu, ūdeņraža peroksīdu, var oksidēt arī ar gaisa skābekli tvaika vidē. Atkarībā no lietotā oksidētāja izšķir nitrīta, hromāta vai tvaicēšanas paņēmienu. Pēdējo lieto audumu apdrukāšanai. Krāsošanai izplatītākais ir nitrīta paņēmiens, kas ļauj iegūt spilgtākus un tīrākus krāsu toņus. Tā kā procesā izdalās kaitīgie slāpekļa oksīdi, jāstrādā piesardzīgi, labi ventilējot darba telpas.

Krāsojot pēc nitrīta paņēmiena, nitrītu (10—20 g/l) pievieno kublasola šķīdumam (25—50 g/l), jo vāji sārmainā vidē (soda 0,5—1 g/l) priekšlaicīga kublasola oksidēšanās vannā nenotiek. Biezinātāja piedeva (25—50 g/l 6% traganta šķīduma) veicina krāsvielas vienmērīgāku sorbciju. Lai krāsviela pilnīgāk sorbētos no vannas, var pievienot vārāmo sāli. Apstrādes t° 50—70 °C.

Kublasoli ir gaismjutīgi. Lai nesāktos to priekšlaicīga oksidēšanās, ar kublasola šķīdumu piesūcināto audumu tūlīt padod tālāk uz žāvētavu vai tvaicēšanas kameru, pēc tam uz attīstīšanas vannu ar sērskābi (20—40 g/l). Attīstīšanas vannā (5—10 s pie 50—70 °C) notiek divi procesi: leikoestera pārziepošana un tūlītēja leikosavienojuma oksidēšanās par nešķīstošu kublu krāsvielu. Nokrāsoto audumu apstrādā ar mazgāšanas līdzekļu šķīdumu, skalo, žāvē. Krāso parasti nepārtrauktas darbības agregātos (speciāli krāsošanai ar kublasoliem).

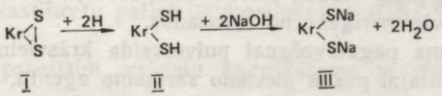
Kublasoli ir ievērojami dārgāki par kublu krāsvielām, tāpēc tos lieto tikai augstvērtīgu kokvilnas audumu krāsošanai un visbiežāk gaišos toņos. Krāsojot gaišos toņos, kad TPV izmaksas var pārsniegt pašas krāsvielas izmaksu, krāsošana ar kublasoliem var kļūt ekonomiski izdevīga, jo hidrosulfīts un NaOH kublu krāsvielu reducēšanai ir ievērojami dārgāki par nitrītu un sērskābi kublasolu attīstīšanai.

Kublasolus var izmantot ne tikai celulozes šķiedru, bet arī olbaltumvielu un reizēm poliamīdu un poliesteru šķiedru krāsošanai, tikai pirmajos divos gadījumos nitrīta paņēmiens jāaizstāj ar hromāta paņēmienu, jo, amīniem diazotējoties ar nitrītu, TM kļūst sarkanīgi brūns. Kublasolu attīstīšanai ieteic arī aktivētu (ar amonija vanadātu) H_2O_2 šķīdumu.

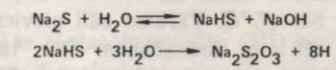
No poliesteru šķiedru TM ar kublu krāsvielām galvenokārt krāso poliesteru-celulozes šķiedru audumus, visbiežāk pēc suspensijas-termozola paņēmiena (187. lpp.).

Krāsošana ar sēra krāsvielām

Sēra krāsvielas, tāpat kā kublu krāsvielas, ir ūdenī nešķīstošas. Pirms krāsošanas tās jāpārvērš šķīstošā formā. To panāk, reducējot nešķīstošās krāsvielas (I) disulfīdgrupas —S—S—. Rodas leikosavienojums (II), kas šķīst atšķaidītā sārmā, veidojot leikosavienojuma nātrija sāli (III):



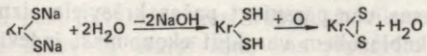
Kā reducētāju un vides pasārmotāju lieto nātrija sulfīdu:



Sulfīdu un krāsvielu parasti ņem vienādos daudzumos.

Ar sēra krāsvielām krāso celulozes TM. Tos apstrādā ar izšķīdināto leikokrāsvielu, kurai ir zināma tieksme saistīties ar celulozi, pēc tam uz šķiedras to oksidē atpakaļ par sākotnējo nešķīstošo formu, tā iegūstot pietiekami noturīgu krāsojumu. Leikokrāsvielas oksidēšanās notiek jau ar gaisa

skābekli, apstrādāto materiālu skalojot. Procesu paātrina oksidētāja piedeva.



Sēra krāsvielu koloristiskās īpašības ir sliktākas nekā citu klašu krāsvielām — tās nedod spilgtus, tīrus toņus un pilnu krāsu gammu (nav dzeltenās, sarkanās, sārtās krāsas). To krāsošanas spēja ir neliela un tāpēc krāsvielas patēriņš ļoti liels — 10—20% no TM svara, jo tehniskā krāsviela satur daudz blakusproduktu. Bet, tā kā sēra krāsvielas iegūst no nedeficīta izejvielām, tās ir lētas. Tādēļ tās vēl arvien lieto kokvilnas rūpniecībā galvenokārt tehnisko un darba apģērbu audumu krāsošanai tumšos toņos. Pēdējos gados sēra krāsvielu patēriņš sistemātiski samazinās, jo to vietā arvien biežāk lieto vairāk kvalitatīvās kublu vai aktīvās krāsvielas, kuras dod arī ievērojami noturīgāku krāsojumu.

Krāso periodiskas vai nepārtrauktas darbības iekārtās.

Krāsojot vidējos un tumšos toņos periodiskas darbības iekārtā, šķīduma sastāvā ir (% no TM svara): krāsviela — 5—15, Na_2S (62%) — 5—15 (30), NaOH vai soda — 0,5—2, vārāmais sāls — 10—20, VAS — 5 (maksimāli 1—2 g/l). Sārma vai sodas piedeva uzlabo leikokrāsvielas šķīdību, vārāmais sāls — krāsvielas sorbēšanās spēju, VAS veicina auduma labāku piesūkšanos, sevišķi, ja tas ir nebalināts, un vienmērīgāku nokrāsošanos.

Šķīduma pagatavošanai pulverveida krāsvielu saberž ar VAS, iegūtajai pastai pievieno sārmaino aģentu, nātrija sulfīdu un nelielu daudzuma karsta (85—90 °C) ūdens. Šķīdumu izmaisa un atstāj 5—10 min pie 85—90 °C līdz krāsvielas izšķīšanai. Pēc tam šķīdumu atšķaida līdz vajadzīgajam tilpumam ar karstu ūdeni un krāso 1 h pie optimālās t°, kas visbiežāk ir 80—85 °C. Vārāmo sāli pievieno vienādās devās pēc 10 un 25 min krāsošanas. Pēc tam audumu mazgā, lai oksidētu leikokrāsvielu un atdalītu TPV.

Biežāk kokvilnas audumus krāso nepārtrauktas darbības iekārtās ar piesūcināšanas-tvaicēšanas paņēmienu. Audumu piesūcina ar šķīdumu, kas satur (g/l): krāsvielu — 120—150, Na_2S (62%) — 75, NaOH (40%) — 10, trietanolamīnu — 20, vārāmo sāli — 5; tvaicē īslaicīgi (~1 min) un leikokrāsvielu uz šķiedras oksidē atpakaļ par sākotnējo nešķīstošo krāsvielu ar atšķaidītu H_2O_2 šķīdumu vāji etiķskābā

vidē pie 50 °C. Nokrāsoto audumu mazgā ar aukstu un karstu ūdeni, apstrādā ar karstu SML šķīdumu un atkal mazgā ar karstu ūdeni.

Krāsojumu nostiprina ar preparātiem DCU, DCM vai U-2.

Ūdenī šķīstošās sēra krāsvielas — tiozoli BS ir parasto sēra krāsvielu atvasinājumi. Tās ir samērā dārgas, un tās izmanto galvenokārt viskozes šķiedru krāsošanai masā.

Krāsošana ar pigmentiem

Pigmenti ir nešķīstošas krāsvielas, kam nav tieksmes saistīties ar šķiedru; tās pielīmē TM ar speciālām saistvielām.

Pigmentēto saistvielu grūti pilnīgi vienmērīgi uznest uz auduma un līdz ar to grūti iegūt vienmērīgu krāsojumu. Tāpēc pigmentus lieto galvenokārt apdrukāšanai, jo rakstā, sevišķi vairākkrāsainā, šī nevienmērība nav saskatāma. Ar pigmentiem krāsotiem audumiem ir arī citi trūkumi: nereti pigmenta saistviela palielina auduma cietību pēc taustes, krāsojumam ir neliela berzes izturība.

Mūsu republikā ar pigmentiem krāso dekoratīvos stikla šķiedru audumus, par saistvielu izmantojot hidrolizētu polihloroprēna kaučuku. Lai palielinātu krāsojuma noturību un uzlabotu citas īpašības, nokrāsoto audumu apretē ar modificētu un plastificētu polialkilhidrosiloksāna (GKŽ-94) emulsiju.

Sīkāk apskatīsim audumu apdrukāšanu ar pigmentiem.

Nešķīstošo oksiazokrāsvielu sintēze uz šķiedras

Nešķīstošās oksiazokrāsvielas (III) rodas tieši uz šķiedras azo- (II) un diazokomponenta (I) sametināšanas reakcijā:

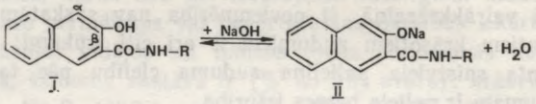
$$\underset{\mathrm{I}}{\left[R-\overset{+}{N}\equiv N\right]Cl^{-}} + \underset{\mathrm{II}}{R_1-ONa} \longrightarrow \underset{\mathrm{III}}{R-N=N-R_1-OH} + NaCl$$

Tā kā krāsviela ir ūdenī nešķīstoša, iegūtais krāsojums ir slapjo apstrāžu sevišķi izturīgs. Krāsojuma berzes izturība ne vienmēr augsta, ne visai augsta arī gaismizturība molekulā esošo azogrupu dēļ. Krāsas spilgtas un daudzveidīgas.

Šīs grupas krāsvielas galvenokārt lieto celulozes šķiedru audumu, reizēm arī sintētisko un acetātu šķiedru TM krāsošanai. Olbaltumvielu šķiedru izstrādājumus ar parastajām nešķīstošajām oksiazokrāsvielām nekrāso agresīvās sārmainās vides dēļ. Ar nešķīstošajām oksiazokrāsvielām lielākoties krāso dzeltenā, oranžā, sarkanā un brūnā krāsā, kurās ar citām krāsvielām grūti iegūt tikpat noturīgu krāsojumu.

Parastā krāsošanas procesa shēma ir šāda: vispirms uz TM uznes azokomponentu, pēc tam to apstrādā ar diazokomponenta šķīdumu. Abiem komponentiem reaģējot savā starpā, parādās materiāla krāsojums. Par azokomponentu izmanto azotolus, par diazokomponentu — galvenokārt diazotētus aromātiskos amīnus.

Azotoli ir β-oksinaftalīnskābes atvasinājumi, tās arilamīdi (R ir arilradikāls ar $—OCH_3$, $—CH_3$ grupām, —Cl). Azotoli (I) nešķīst ūdenī, bet ar nātrija hidroksīdu veido ūdenī šķīstošus sāļus — azotolātus (II):

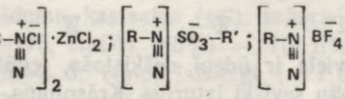


Sārmu ņem ~3 reizes vairāk nekā vajadzīgs pēc reakcijas vienādojuma, lai novērstu azotolāta hidrolīzi un sametināties nespējīga azotola izdalīšanos gaisa ogļskābās gāzes iedarbībā. Azotolāta stabilitāti palielina arī VAS piedeva.

Azotolātiem ir tieksme piesaistīties celulozes šķiedrām ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem un ūdeņraža saitēm. Neitrāla elektrolīta piedeva sorbciju paātrina, t° paaugstināšana — palēnina. Azotolāts var sadalīties tiešā saules gaismā, tādēļ azotolētu audumu vislabāk tūlīt apstrādāt tālāk vai arī uzglabāt aptumšotā vietā.

Diazokomponents ir kāds diazotēts aromātiskais amīns, kurus izlaiž stabilā aktīvā vai pasīvā formā.

Plaši lieto diazosavienojumu stabilo aktīvo formu, t. s. diazolus, kas ir gatavi stabili diazonija divkāršie sāļi ar cinka hlorīdu vai arī diazonija un aromātisko sulfoskābju vai fluorborātu sāļi:



Šie diazoli ūdens vidē ir aktīvi un sametinās ar azotoliem.

Ir arī diazosavienojumu stabilās pasīvās formas, no kurām lielākā nozīme ir diazaminoliem, t. i., diazoaminosavienojumu R—N=N—NH—R′ un azotolu maisījumam. Stabilo pasīvo formu galvenā priekšrocība — abus komponentus var uznest uz auduma no vienas vannas, jo tie nereaģē savā starpā. Parastajos apstākļos tās ir stabilas un pie istabas t° var saglabāties ilgu laiku. Skābā vidē, bet daļa no tām arī neitrālā vidē tvaicējot sadalās par amīnu un diazosavienojuma aktīvo formu, kura sametinās ar azotolu:

$$R{-}N{=}N{-}NH{-}R' \xrightarrow[\text{(skābā vidē)}]{+H_2O} R{-}\underset{\underset{HO{-}N}{\|}}{N} + R'{-}NH_2$$

Diazosavienojumu stabilās pasīvās formas lielākoties lieto audumu apdrukāšanai (228. lpp.).

Krāsošanai par diazokomponentu parasti izmanto diazolu pastas (20—25%). Tās uzglabājot, jāievēro zināma piesardzība, jo sausi diazosavienojumi ir eksplozīvi.

Diazonija sāls šķīdumā disociē jonos. Rodas aktīvs diazosavienojums diazonija katjona $R{-}N{\equiv}N^{+}$ vai (mazāk skābā vidē) sindiazohidrāta veidā. Pēdējais rodas, diazonija sālim hidrolizējoties un pārgrupējoties

$$\left[R{-}\overset{+}{\underset{\underset{N}{\|}}{N}}\right]\overset{-}{Cl} + H_2O \longrightarrow R{-}\underset{\underset{HO{-}N}{\|}}{N} + H^{+} + Cl^{-}$$

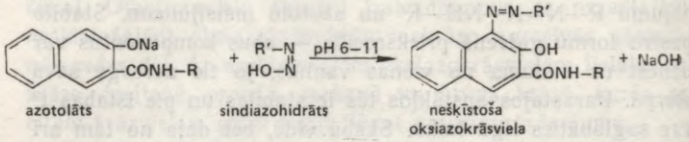
Stipri sārmainā vidē (pH$\geqslant$12) šķīdumā var parādīties diazokomponenta neaktīvās formas: antidiazohidrāts (1) un pat antidiazotāts (2):

$$R{-}\underset{\underset{N{-}OH}{\|}}{N} \quad (1); \qquad R{-}\underset{\underset{N{-}ONa}{\|}}{N} \quad (2)$$

Tas rada krāsvielas zudumus, pazemina krāsojuma intensitāti un vienmērību.

Azosametināšanās reakcija notiek starp azokomponentu, t. i., azotolu, kas uznests uz auduma sārmaina šķīduma veidā, un šķīdumā aktīvā formā esošo diazokomponentu. Re-

zultātā uz auduma izveidojas nešķīstoša krāsviela pēc shēmas:



Tā kā diazokomponenta šķīdumā vienmēr ir neliels brīvas skābes daudzums, NaOH tūlīt tiek neitralizēts.

Azosametināšanās reakcija notiek aukstumā, tāpēc šo krāsošanas paņēmienu sauc arī par auksto krāsošanu.

Sametināšanās reakcija visātrāk noris pie pH 6—11. Vēl skābākā vidē uz auduma uznestais azotolāts kļūst neaktīvs, pārvēršoties nešķīstošā azotolā, turpretī, ja vide pārāk sārmaina, diazonija sāls pāriet neaktīvā antiformā. Diazosavienojumu reaģētspēja ir dažāda. Aktīvākie sāk reaģēt ar azotolu pat skābā vidē pie pH≃5, kamēr neaktīvākie tikai vāji sārmainā vidē pie pH 7—8. Lai sametināšanās reakcijai radītu optimālo vidi, neitralizē diazokomponenta šķīdumā esošo skābes pārākumu ar nātrija acetāta vai citu buferšķīdumu (līdz pH 5—7).

Sametināšanās reakcija uz auduma parasti beidzas jau 1—2 min laikā. Īslaicīga siltumapstrāde pēc sametināšanas, piemēram, tvaicēšana dažas s pie 100 °C vai apstrāde ar karstu ūdeni 10—20 s, palielina pigmenta iznākumu par 15—20%, kas tad sasniedz 95—100%. Līdzīgu rezultātu iegūst, nokrāsoto audumu turot gaisa nogatavinātājā 1 min.

Celulozes tekstilmateriālu krāsošanas tehnoloģija. Visbiežāk ar nešķīstošajām azokrāsvielām krāso kokvilnas, arī viskozes šķiedru audumus pēc nepārtrauktā paņēmiena. Process ietver šādas operācijas:

1) auduma piesūcināšanu ar sārmainu azotola šķīdumu (azotolēšana, naftolēšana), kas satur (g/l): azotolu 10—15, NaOH (32%) — 15—30 ml/l, VAS — 2. Azotolēšanas t° 35—45°, daļai azotolu 75—90 °C;

2) žāvēšanu vai apžāvēšanu līdz mitruma saturam 20—30% un atdzesēšanu līdz ceha t°;

3) auduma apstrādi ar diazokomponenta šķīdumu, kas satur (g/l): diazolu (20%) 20—40, diazolu melno — līdz 60, etiķskābi (80%) — 5 (diazola šķīdības palielināšanai) un nātrija acetātu — līdz neitrālai reakcijai ar kongo sarkano. Šķīduma t° 5—10 °C. Apstrādes laikā uz šķiedras notiek azosametināšanās reakcija;

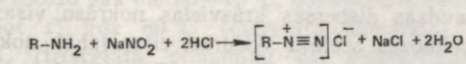
4) nokrāsotā auduma izlaišanu caur gaisa nogatavinātāju, lai pabeigtu sametināšanās reakciju;

5) rūpīgu mazgāšanu ar ūdeni, mazgāšanas līdzekļu šķīdumu pie paaugstinātas t° un atkal ar ūdeni. Apstrādes nozīme tāda pati, kā krāsojot ar kublu krāsvielām;

6) nokrāsotā auduma žāvēšanu.

Procesu realizē nepārtrauktas darbības iekārtās, piemēram, azotolēšanu un žāvēšanu naftolēšanas un žāvēšanas līnijā LNS-120-1 vai krāsošanas-žāvēšanas līnijā LKS-140-6 vai LKS-180-6, vai visu procesu agregātā, ko veido viena minētā līnija un piesūcināšanas-tvaicēšanas-mazgāšanas-žāvēšanas līnija LKS-140-7 vai LKS-180-7.

Sintētisko tekstilmateriālu krāsošana. Hidrofobās sintētiskās šķiedras nevar nokrāsot ar nešķīstošajām oksiazokrāsvielām pēc parastās shēmas. Tās krāso ar azoacetiem, kas ir speciāli atlasītu smalkdispersu azotolu un azoamīnu maisījums ar nelielu Mm. Atšķirībā no celulozes šķiedrām acetātu, poliamīdu un poliesteru šķiedras adsorbē no azoacetu (2—5% no TM svara) suspensijas vienlaikus abus komponentus. Tā kā to molekulu izmēri ir relatīvi nelieli, tās pie paaugstinātas t° var difundēt plastificētajā sintētiskajā polimērā. Kad abi komponenti pilnībā sorbējušies uz šķiedras, šķīdumu no vannas izlaiž un turpat izdara diazotēšanu ar paskābinātu nātrija nitrīta šķīdumu:



$$R-NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \longrightarrow \left[R-\overset{+}{N}\equiv N\right]Cl^- + NaCl + 2H_2O$$

Tieši uz šķiedras notiek azoamīna diazotēšana un citā vannā vāji sārmainā vidē (acetātu šķiedrām) vai turpat iegūtā diazosavienojuma sametināšanās ar azotolu. Pēc nešķīstošās azokrāsvielas izveidošanās TM rūpīgi skalo un apstrādā ar mazgāšanas līdzekļu šķīdumu.

Atšķirībā no celulozes TM sintētisko materiālu apstrādi ar azoacetu suspensiju un diazotēšanu izdara pie paaugstinātas t° (75—80 °C). Poliesteru šķiedras vai to izstrādājumus krāso pat spiedieniekārtās pie 120—130 °C vai pie 100 °C intensifikatoru klātbūtnē; tas plastificē šķiedras un paātrina azoacetu komponentu iekļūšanu tajās.

Nereti poliesteru štāpeļšķiedru krāsošanai, sevišķi melnā krāsā, par diazokomponentu izmanto diazotējamās dispersās krāsvielas. Tā kā, krāsojot vienā vannā, viegli var notikt

komponentu sasveķošanās, procesu realizē ar divvannu paņēmienu. Pirmajā vannā uz šķiedrām uznes diazotējamo disperso krāsvielu, otrajā — azokomponentu. Kad materiāls piesūcināts, izdara diazotēšanu un komponentu sametināšanu uz šķiedras. Visas operācijas izdara vai nu pie 120—125 °C, vai intensifikatora (o-fenilfenola) klātbūtnē pie t° līdz 100 °C. Katra operācija ilgst 1 h.

Krāsošana ar dispersajām krāsvielām

Dispersās krāsvielas nokrāso celulozes acetātu un sintētiskās šķiedras, kam salīdzinājumā ar dabiskajām šķiedrām ir blīvāka struktūra, pazeminātс higroskopiskums un uzbriešanas spēja, zemāka ķīmiskā aktivitāte.

Pēc ķīmiskās uzbūves dispersās krāsvielas ir galvenokārt aminoazokrāsvielas vai aminoantrahinona atvasinājumi ar nelielu Mm. Tās nesatur jonogēnas grupas, tāpēc to šķīdība ūdenī ir ļoti niecīga — līdz dažiem mg/l pie istabas t° un līdz 100—300 mg/l pie 85—90 °C.

Pēc uzbūves, krāsošanas paņēmieniem un pielietojuma dispersās krāsvielas iedala parastajās, diazotējamajās, metālsaturošajās, aktīvajās un ūdenī šķīstošajās dispersajās krāsvielās. Pēdējās gan maz lieto, jo to krāsojuma noturība ir zema. Daudzas dispersās krāsvielas nokrāso visas sintētiskās un celulozes acetātu šķiedras, citas labāk nokrāso tikai poliesteru vai poliamīdu šķiedras. Tās attiecīgi apzīmē par poliesteru vai poliamīdu dispersajām krāsvielām.

Dispersās krāsvielas izlaiž smalkdispersu pulveru, pastu vai granulu veidā (pēdējās mazāk put). Šīs izlaides formas satur 15—40% krāsvielas, pārējais ir dispergatori, slapinātāji, pildvielas un citas palīgvielas. Krāsvielas daļiņu galvenās masas izmēri ir 0,5—2 μm.

Lai šķiedrmateriālu nokrāsotu vienmērīgāk un krāsvielu izmantotu pilnīgāk, ūdenī nešķīstošās dispersās krāsvielas lieto iespējami smalkdispersas suspensijas veidā, kurā tikai ļoti neliels krāsvielas daudzums ir izšķīdušā stāvoklī. Izšķīdušajai krāsvielai sorbējoties uz šķiedras, no suspensijas šķīdumā pāriet jaunas krāsvielas molekulas. Tādējādi krāsošanas process vienmēr notiek it kā no piesātināta krāsvielas šķīduma. Tehnoloģiskie faktori, kas nosaka krāsvielas daudzumu šķīdumā un līdz ar to intensificē krāsošanas procesu

(bez šķīdības), ir t° un VAS krāsvielas solubilizēšanas, t. i., koloidālas šķīdināšanas spēja.

Dažādiem VAS ir dažāda solubilizēšanas spēja, tomēr visos gadījumos krāsvielu koloidālā šķīdība un TM nokrāsošanas spēja palielinās līdz ar VAS koncentrācijas palielināšanu šķīdumā (no 0 līdz 10 g/l), kā arī paaugstinot t°.

Par krāsošanas procesa mehānismu ar dispersajām krāsvielām pastāv divas hipotēzes. Uzskata, ka nokrāsošanās notiek, krāsvielām izšķīstot šķiedru veidojošajā polimērā un dodot cietu šķīdumu vai krāsvielām sorbējoties, difundējot šķiedrās un fiksējoties uz tām ar ūdeņraža saitēm un Van der Vālsa spēkiem. Vairāk pamatots ir otrs uzskats.

Tā kā stipras ķīmiskas saites starp šķiedru un krāsvielu neizveidojas, krāsojums nav sevišķi noturīgs, toties ļoti vienmērīgs, un tas nereti noslēpj ķīmisko šķiedru struktūras neviendabību. Krāsojuma gaismizturība samērā zema. Daudzas dispersās krāsvielas sublimējas augstās t°, tādēļ pēc termozola paņēmiena var krāsot tikai ar speciāli atlasītām vai speciāli sintezētām termiski izturīgām krāsvielām.

Krāsošanas tehnoloģija ar dispersajām krāsvielām ir ļoti vienkārša. Materiālu apstrādā ar ļoti smalkdispersu krāsvielas suspensiju ūdenī VAS klātbūtnē (1—2 g/l). Krāsvielas patēriņš 0,5—5% no TM svara. Krāsvielas pastu vienkārši atšķaida ar siltu ūdeni, pulverveida krāsvielu vispirms saberž ar VAS. Procesu sāk pie 30—40 °C, pakāpeniski (40—45 min) paaugstinot t° līdz 80 °C (diacetāta šķiedrām) vai līdz 95—100 °C (triacetāta, poliamīdu vai poliakrilnitrila TM) un krāso pie šīs t° 1—1,5 h. Poliesteru šķiedras un izstrādājumi līdz 100 °C nokrāsojami tikai ļoti gaišos toņos, tāpēc tos krāso galvenokārt pēc augsttemperatūras paņēmieniem, piemēram, spiedienaparātos pie 125—130 °C.

Krāso vienmēr VAS klātbūtnē. Tā piedeva palielina suspensijas stabilitāti un krāsvielas disperģēšanos un šķīdību, kā arī veicina vienmērīgāku nokrāsošanos. Šķīduma pH un neitrāla elektrolīta piedevai nav nozīmes, jo dispersās krāsvielas ūdens šķīdumā nedisociē un nesorbējas uz šķiedras jonu veidā. Dažu skābju (etiķskābes, skudrskābes) piedeva tomēr paātrina nokrāsošanos, jo uzbriedina acetātu un poliamīdu šķiedras.

Acetātu un sintētisko šķiedru audumi jākrāso, izplesti visā platumā, jo to šķiedras ir termoplastiskas un, krāsojot grīstē, audumos parādās grūti likvidējamas ieloces un burzījumi, ja materiāls nav iepriekš termofiksēts.

Dispersās krāsvielas plaši lieto celulozes acetātu un poliamīdu TM, arī kaprona zeķu krāsošanai. Krāsojums vienmērīgs, kaut arī ne sevišķi noturīgs. Poliamīdu TM noturīgāku krāsojumu dod aktīvās dispersās krāsvielas, ar kurām process noris divās stadijās. Pirmajā stadijā krāsviela sorbējas uz šķiedras vāji skābā vai neitrālā vidē un vienmērīgi izkliedējas pa visu TM, otrajā — nokrāsoto materiālu apstrādā ar vāji sārmainu šķīdumu, lai izveidotu noturīgas kovalentās saites starp krāsvielu un šķiedras —NH_2 vai —NH— grupām.

No diazotējamām krāsvielām noturīga, intensīva krāsojuma iegūšanai lieto tikai disperso diazomelno un diazozilo, galvenokārt krāsojot celulozes acetātu un poliesteru TM. Pēdējos krāso spiedienaparātos pie 120—125 °C vai intensifikatoru klātbūtnē pie 100 °C.

Metālsaturošās dispersās krāsvielas nokrāso tikai poliamīdu šķiedras (krāsvielas ar indeksu «MP»). To krāsojums noturīgs, bet nav spilgts un, krāsojot gaišos toņos, nav visai vienmērīgs. Ar tām krāso lielākoties šķiedras.

Poliamīdu TM, kā jau atzīmēts, var krāsot arī ar skābajām metālsaturošajām un aktīvajām krāsvielām, kuras visas dod noturīgu krāsojumu.

Poliakrilnitrila šķiedras ar dispersajām krāsvielām nokrāsojamas tikai gaišos toņos. Zemā šķiedru galējā piesātinātība ar šīm krāsvielām pazemina arī augsttemperatūras paņēmiena un intensifikatoru lietošanas efektivitāti. Vidējos un tumšos toņos poliakrilnitrala TM krāso ar katjonu krāsvielām.

Arī poliuretāna TM ar dispersajām krāsvielām krāso tikai gaišos toņos, vidējos toņos — ar skābajām, bet tumšos — ar skābajām metālsaturošajām krāsvielām.

Lielākos disperso krāsvielu daudzumus izlieto poliesteru TM krāsošanai, turklāt galvenās grūtības sagādā šķiedru hidrofobums un blīvā struktūra. Disperso krāsvielu difūzijas ātrums poliesteru šķiedrās ir 10—50 reižu mazāks nekā poliamīdu vai acetātšķiedrās. Šīs grūtības pārvar, lietojot augsttemperatūras krāsošanas paņēmienus: krāsošanu spiedienaparātos vai pēc termozola paņēmiena. Šajās iekārtās poliesteris augstajā t° plastificējas, palielinās tā labilais starpsegmentālais brīvais tilpums un difūzā caurlaidība.

Spiedienaparātos pie 125—130 °C lielākoties krāso poliesteru šķiedras (aparātos UKB vai citur), bet krāso arī audumus un triko drānas veltnī vai ežektormašīnās

(145. lpp.). Process ilgst 60—90 min (neskaitot uzsildīšanu un atdzesēšanu).

No nepārtrauktajiem augsttemperatūras paņēmieniem vairāk lieto termozola paņēmienu. Audumu piesūcina ar krāsvielas un dispergatora (3—5 g/l) šķīdumu, apžāvē līdz mitruma saturam ~30%, lai samazinātu krāsvielas migrāciju, izžāvē pie 60—70 °C, tad termiski apstrādā pie 190—210 °C 30—90 s. Audumi labi nokrāsojami gaišos un vidējos toņos. Pievienojot krāsvielas suspensijai intensifikatorus — taukskābju etanolamīdus, dietilēnglikolu, etilēn- vai propilēnkarbonātus, dimetilformamīdu vai citus, var iegūt arī intensīvu krāsojumu.

Teksturētus materiālus, kuru teksturējums augstās t° atliksējas, krāso intensifikatoru — fenolu, benzo- vai salicilskābes, hlorbenzola u. c. (3—10 g/l) klātbūtnē verdošā vannā 1—2 h. Pēc tam TM rūpīgi mazgā.

Anilīna melnās iegūšana uz šķiedras

Anilīna melnā ir nešķīstoša krāsviela, kuru iegūst tieši uz šķiedras, oksidējot anilīnu skābā vidē katalizatora klātbūtnē. Krāsojošais šķīdums auduma piesūcināšanai satur anilīna sālsskābes sāli $C_6H_5—NH_2 \cdot HCl$, oksidētāju (kālija vai nātrija hlorātu) un katalizatoru (vara sulfātu, vanādija sāļus, kālija heksaciāno (2) vai (3) ferātu). Lai radītu nepieciešamo skābo vidi (pH 3,5—4), šķīdumam pievieno amonija hlorīdu NH_4Cl, kas hidrolizējoties izdala sālsskābi. NH_4Cl ar savu higroskopiskumu nodrošina arī vajadzīgo auduma mitrumu apstrādes procesā, kā arī veido šķīstošu kompleksu ar vienvērtīgo vara sāli anilīna katalītiskās oksidēšanās laikā. Piesūcināto audumu apstrādā pie paaugstinātas t° ar ūdens tvaiku. Anilīnam pamazām oksidējoties un kondensējoties, uz auduma parādās sarežģītas uzbūves zaļganmelns krāsojums. Lai iegūtu pilnīgi melnu krāsojumu, audumu papildus oksidējoši apstrādā ar kālija bihromāta vai ūdeņraža peroksīda šķīdumu etiķskābā vidē. Iegūst intensīvu, koloristiski vislabāko melno krāsojumu ar reti labu mazgāšanas, gaismas un ķīmisko (skābju, oksidētāju, reducētāju) izturību, ko nosaka krāsvielas uzbūve, nešķīdība ūdenī un saistība ar šķiedru ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem un ūdeņraža saitēm.

Anilīna melno galvenokārt lieto kokvilnas, arī viskozes štāpeļšķiedru apģērbu un oderu audumu krāsošanai, arī apdrukāšanai. Krāsošanas laikā skābajā vidē spēcīga oksidētāja klātbūtnē vienmēr notiek daļēja celulozes šķiedru destrukcija un to izturības pazemināšanās par 6—13%.

Ir trīs anilīna melnās iegūšanas paņēmieni uz šķiedras: vienvannas, oksidēšanas un tvaicēšanas.

Vienvannas paņēmiens ir vienkāršākais un lētākais. Reizēm to lieto kokvilnas dziju krāsošanai. Dziju šķeteres iemērc paskābinātā anilīna sālsskābes sāls un bihromāta šķīdumā pie VM 1 : 20. Anilīna patēriņš 13%, bihromāta — 20% no dziju svara (šķīdumus pagatavo atsevišķi). Sākumā $^1/_2$ h krāso pie istabas t°, tad to paceļ līdz 70—80 °C un krāso vēl 30 min. Dziju skalo ar karstu ūdeni, SML šķīdumu, ūdeni. Krāsojuma mazgāšanas un berzes izturība mazāka, arī krāsas tonis nav tik sulīgi melns, kā krāsojot ar citiem paņēmieniem.

Oksidēšanas paņēmiens dod vislabākās kvalitātes krāsojumu. To lieto kokvilnas apģērbu audumu krāsošanai nepārtrauktas darbības agregātā (CA-186). Vispirms piesūcināšanas mašīnā audumu piesūcina ar anilīna šķīdumu, kas satur (g/l): anilīna sālsskābes sāli — 64, nātrija hlorātu — 32, vara sulfātu — 9 un amonija hlorīdu — 12. Piesūcināto audumu padod uz žāvēšanas-oksidēšanas mašīnu, kas sastāv no trim sekcijām. Pirmajā sekcijā audumu pie 80—100 °C apžāvē līdz mitruma saturam 30—40%, otrajā pie 80—85 °C anilīns uz pusizžuvušā auduma šķiedrām oksidējas par zaļi melnu krāsvielu. Pēdējā sekcijā pie 30 °C audums izžūst līdz mitruma saturam ~10% un atdziest. Apstrādes ilgums mašīnā 8—10 min. Pilnīgai anilīna oksidēšanai un kondensēšanai audumu vairākās vannās pie 25—85 °C apstrādā ar paskābinātu bihromāta šķīdumu (15—20 g/l). Pēdējā laikā to ieteic aizstāt ar ūdeņraža peroksīdu. Nokrāsoto audumu tur kompensatoros $^1/_2$—1 h, pēc tam mazgā mazgāšanas mašīnā.

Tvaicēšanas paņēmiens ir augstražīgāks nekā oksidēšanas, jo aktīvāku katalizatoru (kālija heksaciāno (2) vai (3) ferātu) dēļ anilīns oksidējas un kondensējas ievērojami ātrāk. Audumu piesūcina ar anilīna šķīdumu, izžāvē, tvaicē oksidējošā tvaicētājā pie 98—100 °C 45—60 s, tad apstrādā ar amonjaka tvaikiem, lai neitralizētu sālsskābi, kas uz auduma radusies procesa laikā. Tālāk audumu īslaicīgi ap-

strādā ar paskābinātu bihromāta šķīdumu (5 g/l) un mazgā. Paņēmienu lieto galvenokārt audumu apdrukāšanai.

Krāsošanas procesā izdalās toksiskie anilīna un arī ciānūdeņražskābes HCN tvaiki (ja par katalizatoriem lieto kālija heksaciāno (2) vai (3) ferātus), pazeminās auduma izturība, tādēļ būtu jāizbeidz anilīna lietošana audumu apdarei. Tomēr vēl arvien nav iegūts līdzvērtīgs tā aizstājējs gan krāsojuma kvalitātes, gan izmaksu ziņā.

Līdzīgu rezultātu dod paraaminodifenilamīns, kuru vairākas firmas izlaiž sulfamīnskābes sāls veidā C_6H_5—NH—C_6H_4—$NHSO_3Na$ ar nosaukumu difenilmelnais, solanilmelnais, poļu melnais A. Šis savienojums oksidējas vieglāk nekā anilīns — jau organisku skābju klātbūtnē, tāpēc celulozes šķiedru destrukcija nenotiek; tas nav arī gaistošs, tādēļ processs ir mazāk toksisks. Paraaminodifenilamīna atvasinājumu plašu lietošanu kavē to dārgums.

Citu nešķīstošu krāsvielu sintēze uz šķiedras

Krāsvielas sintēzes un krāsošanas procesu apvienošana padara tos ekonomiski ievērojami izdevīgākus. Turklāt komponentus krāsvielas sintēzei uz šķiedras izvēlas ar tādu aprēķinu, lai iegūtais krāsainais savienojums būtu ūdenī nešķīstošs, kā arī gaismas un ķīmiski izturīgs. Tādējādi nodrošina sevišķu krāsojuma noturību bez tā papildu nostiprināšanas.

Līdz šim uz šķiedras sintezēja tikai nešķīstošās oksiazokrāsvielas un anilīna melno. Pēdējos gados palielinās interese par aroilēnimidazolu rindas pigmentu un ftalocianīnu sintēzi uz šķiedras.

Aromātiskie o-diamīni paaugstinātā t° organisko skābju klātbūtnē viegli reaģē ar aromātiskām polikarbonskābēm, veidojot intensīvi nokrāsotus kublu un disperso krāsvielu tipa pigmentus ar lielu gaismas un ķīmisko izturību. Komponentus uznes uz auduma ar vienvannas vai divvannu paņēmienu, audumu izžāvē un termiski apstrādā pie 120—140 °C 3—5 min, pēc tam rūpīgi mazgā ar karstu SML šķīdumu un ūdeni. Šādā veidā var, piemēram, nokrāsot vai apdrukāt kokvilnas audumus ar sevišķi gaismizturīgām aroilēnimidazolu rindas dispersajām krāsvielām spilgtos un tīros toņos; līdzīgi var lietot pirmā tipa kubogēnus, kas sausā veidā

satur visus komponentus, kuri nepieciešami sintēzei uz šķiedras.

Kombinējot dažādus o-diamīnus ar dažādām aromātiskajām polikarbonskābēm, var iegūt pigmentus ar samērā plašu krāsu gammu (dzeltens, oranžs, sārts, violets, brūns, haki u. c.).

No ftalocianīnu rindas pigmentiem uz šķiedras sintezē dažus zilos un zilizaļos pigmentus.

Ftalocianīni ir metālorganiskās krāsvielas, kas uz auduma dod sevišķi spilgtu, tīru un noturīgu zilu, arī zaļu krāsojumu. Pigmentus veidojošie komponenti — ftalogēni — vara (arī Ni, Co) jonu un reducētāja klātbūtnē paaugstinātā t° viegli dod attiecīgu ftalocianīnu. Padomju Savienībā ftalocianīna sintēzei uz šķiedras galvenokārt izmanto ftalocianogēnu debeszilo 4ZM. Krāsojot audumu piesūcina ar ftalogēna šķīdumu, kas satur katalizatoru un urīnvielu, izžāvē un termiski apstrādā, piemēram, pie 140 °C 5 min, tad mazgā. Krāsojums vairāku iemeslu dēļ nav sevišķi vienmērīgs (hidrolīze, migrācija). Tādēļ ar ftalocianīniem galvenokārt apdrukā celulozes šķiedru audumus, ja vajadzīgs sevišķi spilgts un noturīgs gaišzils krāsojums.

V. DRUKĀŠANA

Par drukāšanu sauc vien- vai daudzkrāsaina raksta uznešanu uz tekstilizstrādājuma. Apdrukā kokvilnas un zīda audumus, arī veļas un apģērbu triko drānas, vilnas galvas lakatus.

Apdrukāšanu var uzskatīt par atsevišķu auduma iecirkņu nokrāsošanu; to lielums un forma atkarīga no uznesamā raksta. Drukāšana no krāsošanas tomēr atšķiras kā pēc drukas krāsas sastāva, tā pēc aparatūras noformējuma un procesa norises. Aparatūra ir sarežģītāka, bet drukas krāsa atšķirībā no krāsvielas šķīduma vienmēr satur biezinātāju. Tikai sabiezināts krāsvielas šķīdums labi turas rakstu veltņa gravējumā vai uz sietu šablona un, pārejot uz auduma, dod asas, neizplūdušas rakstu kontūras. Pēc apdrukāšanas audumu izžāvē. Krāsviela tiek ieslēgta biezinātāja plēvē, tās difūzija šķiedrā pārtraukta. Difūzija atjaunojas un notiek tikai tad, ja biezinātāja plēvi uzbriedina tvaicēšanas apstākļos vai plastificē kūstošu vielu (urīnvielas) vai VAS klātbūtnē augsttemperatūras fiksēšanas apstākļos.

Drukā gan uz balta, gan krāsaina pamata. Atkarībā no tā izšķir tiešo un netiešo raksta iespiešanas paņēmienu. Parasti rakstu iespiež tieši ar attiecīgu drukas krāsu. Rakstu netieši iespiežot, audumam uznes nevis vēlamo krāsu, bet sastāvu, kas izkodina rakstu uz krāsotā pamata (izkodināšanas paņēmiens) vai novērš auduma nokrāsošanos attiecīgajās vietās (drukāšana ar rezervi). Rezervēšanas paņēmienu lieto reti.

BIEZINĀTĀJI

Biezinātāji visbiežāk ir lielmolekulāri savienojumi, kas, stipri uzbriestot vai izšķīstot ūdenī, dod viendabīgu viskozu, līmīgu masu — elastīgu gelu ar noteiktu iekšēju telpisku struktūru. Tieši tā piešķir savienojumam biezinātāja īpašības.

Biezinātājs nedrīkst saistīties ar citiem drukas krāsas komponentiem, sevišķi ar krāsvielu, citādi tvaicētājā tiks kavēta tās difūzija šķiedrā no uzbriedušās biezinātāja plē-

ves, bet mazgājot liela daļa krāsvielas nomazgāsies no auduma kopā ar biezinātāju. Krāsvielas saistību ar biezinātāju var pavājināt, ja sarauj daļu ūdeņraža saišu, pievienojot drukas krāsai kādu aktīvu piedevu (urīnvielu), kas samazina krāsas, bet ne biezinātāja strukturēšanās pakāpi un viskozitāti. Biezinātājam un drukas krāsai jābūt pietiekami viskozai, labi plūstošai un tiksotropai, t. i., tai jāspēj patvaļīgi atjaunot savu iekšējo struktūru pēc tās mehāniskas noārdīšanas, krāsu maisot vai uznesot uz auduma no raksta veltņa vai šablona. Pēc īslaicīgas sašķidrināšanās deformācijas rezultātā tai atkal jāpāriet elastīgā gelā un jāatgūst sava viskozitāte. Tieši šīs deformācijas īpašības nodrošina drukas krāsas nepārtrauktu un vienmērīgu pāriešanu uz auduma un raksta kontūru neizplūšanu. Mazgāšanas procesā biezinātājam viegli un pilnīgi jāatdalās no auduma.

Ir polimērie un emulsijas biezinātāji. Galvenokārt lieto **polimēros biezinātājus**, kas ir dabiski, retāk sintētiski ūdenī šķīstoši lielmolekulāri savienojumi. Visvairāk lietotie ir augu izcelsmes *polisaharidu klases savienojumi* 6—15% šķīdumu veidā: ciete, tās ēteri (KMK, solvitoze) un depolimerizācijas produkti (dekstrīni), jūras ūdensaugu milti un no tiem iegūtais nātrija algināts, kauleņkoku un dažu krūmu sveķi (tragants u. c.), guarans (sena Indijas kultūrauga sēklu galvenā sastāvdaļa) un tā atvasinājumi, daži celulozes ēteri (KMC). No sintētiskajiem biezinātājiem lieto polimērās skābes un to atvasinājumus.

Hidrofilie polimēri dod stipri strukturētus želejveida šķīdumus ūdenī. No tiem visvairāk lieto cieti (kukurūzas), gan tikai kompozīcijā ar dekstrīna, traganta, algināta vai citu biezinātāju, kas dod stabilāku, tiksotropāku sistēmu. To izmanto, drukājot gandrīz ar visu klašu krāsvielām, izņemot sintētisko materiālu apdrukāšanu. Dekstrīnu sabiezināšanas spēja neliela (jālieto 50—60% šķīdumi), bet tie ir sārmizturīgi, ar labu līmēšanas spēju. Izplatīti arī cietes karboksimetilēteri Ciete—OCH_2—COONa (KMK jeb solvitozes), kas labi šķīst jau aukstā ūdenī, dod kvalitatīvu drukājumu (6% šķīdumi) un samazina biezinātāja patēriņu. Karboksimetilcelulozei Cel—OCH_2—COONa (KMC) ir laba sabiezināšanas spēja, bet tā saistās ar tiešajām un aktīvajām krāsvielām. KMC amonija sāļus ieteic par biezinātāju, apdrukājot sintētisko šķiedru audumus. Algināti, kas ir mannuron-, glukuron- u. c. algīnskābju sāļi, ir labākie biezinātāji, drukājot

ar aktīvajām krāsvielām, jo tie ķīmiski nesaistās ar krāsvielu. Tos lieto arī drukāšanai ar dispersajām un daudzām citām krāsvielām, arī sārmainā vidē.

Guarāna un karubīna sastāvā ir daudz galaktomannāna ar ļoti labu sabiezināšanas spēju (5—10 g/kg). Izmanto to ēterificēšanas produktus: karboksimetil- vai oksietilatvasinājumus u. c. Piemēram, guaranātu lieto ķīmisko zīdu apdrukāšanai ar smalkām kontūrlīnijām. Indalkas (karubīna galaktomannāna ēteri) ir vieni no labākajiem biezinātājiem sintētisko materiālu apgrukāšanai. Tie labi šķīst ūdenī, iespiežas sintētisko šķiedru audumos, pēc izžāvēšanas biezinātāja plēve neatlīmējas no hidrofobā sintētiskā materiāla, labi izmazgājami no auduma. Galaktomannāna ēteri dod neitrālus šķīdumus, ir skābju un sārmu izturīgi. Tragantu, kura galvenā sastāvdaļa ir dažādu polisaharīdu maisījums, lielākoties izmanto par cietes piedevu, lai palielinātu tās šķīduma stabilitāti un sabiezināšanas spēju.

No *sintētiskajiem biezinātājiem* izplatītākie ir poliakrilskābes atvasinājumi. Izcila sabiezināšanas spēja (1,5—2% šķīdumiem) ir poliakrilskābes un polimetakrilskābes amonija sāļiem. Tie noderīgi, drukājot ar kublu, aktīvajām un nešķīstošajām azokrāsvielām, kā arī ar pigmentiem. Pigmentu drukai vēl piemērotāki ir luteksāli (VFR), kas ir polimēras skābes ar ļoti lielu sabiezināšanas spēju (5—10 g/kg). Šāda tipa biezinātāji rada iespēju aizstāt benzīnu saturošus emulsijas biezinātājus, neienesot pigmenta saistvielā lielāku hidrofilā biezinātāja daudzumu. Luteksāliem ir laba plūstamība un izcilas tiksotropās īpašības, kas ļauj iegūt ļoti filigrānu rakstu. Padomju Savienībā sāk ražot pie šīs grupas piederošus biezinātājus, kas ir akrilskābes un heksaalilsaharozes (SAKAS) vai pentaeritrīta (SAKAP) vietvietām sašūti kopolimēri ar ļoti lielu sabiezināšanas spēju. Reizēm lieto poliakrilnitrila un tā kopolimēru pārziepošanas produktus (sopans), lai pagatavotu sārmaina rakstura drukas krāsas. Poliakrilamīds un polivinilspirts izmantojami kompozīcijās. Paši par sevi tie slikti biezina, nedod asas raksta kontūras.

Emulsijas biezinātāji ir dispersas sistēmas ar spilgti izteiktu robežvirsmu. Emulsijas var izmantot par biezinātājiem tikai pie noteiktām fāžu tilpuma attiecībām, kad tās veido viskozas sistēmas: emulsijā «eļļa ūdenī» lakbenzīna ($T_{virš.}$ 155—210 °C) daudzums ir 60—70 tilpuma %, emulsijā «ūdens eļļā» — 5—10%. Emulsiju biezinātājiem ir nozīme, ja drukā ar pigmentiem, kad lakbenzīns, iztvaikojot žāvēša-

nas procesā, nepaliek pigmenta saistvielā un nesamazina krāsojuma noturību pretēji ūdenī šķīstošajiem polimēru biezinātājiem. Lieto arī pusemulsijas biezinātājus, kur daļa benzīna aizstāta ar polimēra biezinātāju. Reizēm šos biezinātājus izmanto arī sintētisko šķiedru audumu apdrukāšanai.

Emulsijas biezinātāju plašāku lietošanu kavē benzīna radītā uguns- un sprādziennedrošība, zināms toksiskums, nepieciešamība attīrīt atstrādāto gaisu un atūdeņus. No šī viedokļa perspektīvāki ir biezinātāji «ūdens eļļā». Tomēr tos maz lieto, jo tos nedrīkst atšķaidīt ar ūdeni, tāpēc ka dispersijas vide ir hidrofoba; to pagatavošanai vajadzīgi ātrgaitas maisītāji (1500—3000 apgr./min); dažas krāsvielas satur palīgvielas, kas noārda radušos emulsiju. Tagad arvien vairāk ievieš bezbenzīna drukāšanas paņēmienus ar pigmentiem.

Drukas krāsu **pagatavošanai** vispirms parasti savāra biezinātāju nelielā katlā (100—500 l), kam ir dubultsienas apsildīšanai ar tvaiku un viens vai divi maisītāji. Process ilgst 1—3 h atkarībā no biezinātāja. Tragants ir grūti savārāms, tādēļ to vispirms uzbriedina un tad vāra autoklāvā >100 °C.

Lielākus cietes u. c. biezinātāju daudzumus bieži vien gatavo Šahova sistēmas iekārtā. Tajā iepriekš sagatavotu cietes suspensiju centrbēdzes sūknis padod katlā (1200 l) ar ūdeni. Vārīšana notiek, biezinātājam cirkulējot noslēgtā sistēmā: katls — zobratu sūknis — siltummainis — katls. Vārīšana ilgst ~20 min pie 90—95 °C. Pēc atdzesēšanas klīsteri caur filtrēšanas ierīci pārsūknē uz gatavā biezinātāja tvertni. Ātrāk un pilnīgāk ciete saskaldās pie 130 °C autoklāvā.

Jauktu biezinātāju (cietes-traganta, cietes-algināta u. c.) pagatavošanai katru komponentu savāra atsevišķi, pēc tam salej kopā un vēlreiz vāra, līdz iegūst viendabīgu masu.

Emulsijas biezinātājs ir četrkomponentu sistēma. To iegūst, disperģējot nepolāro šķidrumu (lakbenzīnu, retāk minerāleļļu) ūdenī (emulsija «eļļa ūdenī») vai otrādi — ūdeni nepolārā šķidrumā (emulsija «ūdens eļļā»). Vairāk lieto tiešās emulsijas — «eļļa ūdenī». Emulsiju iegūst, ūdenim, kurā izšķīdināts emulgators un emulsijas stabilizators, pakāpeniski pievienojot benzīnu. Process noris tvertnē ar maisītāju, līdz rodas pilnīgi viendabīga masa. Emulsijas biezinātāji ir koncentrētas emulsijas, kurās dispersās fāzes

daudzums ir līdz 60—70 tilpuma %. Sistēmas stabilitāti nosaka emulgators (nejonogēns VAS), optimālie pilieniņu izmēri 1—5 μm.

DRUKAS KRĀSAS UN DRUKĀJUMA KVALITĀTE

Drukas krāsa ir daudzkomponentu sistēma. Tajā ietilpst krāsviela, biezinātājs un dažādas TPV, kas palielina krāsvielas šķīdību vai dispersijas pakāpi ūdenī, vai šķiedras uzbriešanas spēju, paātrina kublu krāsvielu reducēšanos, maina vides pH u. tml.

Drukā ar visnoturīgākajām krāsvielām, lai, TM mazgājot, nesakrāsotos baltie vai citas krāsas raksta laukumi. Tādēļ celulozes šķiedru audumus un triko drānas visvairāk apdrukā ar aktīvajām, kublu un nešķīstošajām oksiazokrāsvielām, arī pigmentiem un anilīna melno. Sintētisko un acetātšķiedru audumus lielākoties apdrukā ar dispersajām krāsvielām, kapronu arī ar skābajām poliamīdu, skābajām metālsaturošajām un aktīvajām krāsvielām, nitronu — ar katjonu krāsvielām. Vilnas audumus (galvas lakatus) apdrukā ar skābajām metālsaturošajām vai aktīvajām krāsvielām.

Drukas krāsas **pagatavo** pēc vārīšanas vai salikšanas paņēmiena. Vairāk lieto otro paņēmienu, jo tas ir ērtāks. Pēc tā biezinātāju vāra atsevišķi un atdzesētu sajauc ar krāsvielu u. c. drukas krāsas komponentiem mehanizētā vai automatizētā iekārtā. Pēc sajaukšanas drukas krāsu filtrē neizšķīdušu daļiņu un mehānisku piemaisījumu atdalīšanai, lai neaizķepētu sietu šablonus vai rakstu veltņus. Pēc vārīšanas paņēmiena visus komponentus vāra kopā, iegūstot viendabīgāku drukas krāsu.

Drukas krāsu parasti gatavo ar maksimālu krāsvielas saturu un tās koncentrāciju apzīmē ar 1/0. Gaišāku toņu ieguvei koncentrēto krāsu atšķaida; to apzīmē ar daļskaitli, piemēram, $^2/_3$. Tas nozīmē, ka 2 svara daļas koncentrētās krāsas jāatšķaida ar 3 svara daļām biezinātāja.

Drukas krāsas kvalitāte, tās viskozitāte un tiksotropās īpašības nosaka arī iespiestā **raksta kvalitāti.** Tieši no biezinātāja un drukas krāsas viskozitātes un struktūras atgriezenības pakāpes un ātruma visvairāk ir atkarīgas to drukāšanas tehniskās īpašības: krāsas plūstamība un drukā-

juma vienmērība, kontūru asums, krāsas iespiešanās dziļums audumā, krāsas iznākums.

Drukājuma vienmērību lielā mērā nosaka drukas krāsas viskozitāte. Ļoti viskozas stipri strukturētas krāsas var nevienmērīgi pāriet uz auduma un nevienmērīgi to samitrināt, tā veicinot nevienmērīga drukājuma rašanos. Drukājuma vienmērība atkarīga arī no auduma tipa, drukāšanas apstākļiem, raksta veltņa gravējuma rakstura u. c. Uz gludākiem audumiem jādrukā ar viskozāku krāsu nekā uz raupjākiem. Liela nozīme ir spiedienam raksta veltņa vai šablona un auduma kontaktzonā. Pie lielāka spiediena uz auduma padod vairāk krāsas, un raksts var iznākt nevienmērīgāks un vairāk izplūdis. Drukājuma vienmērība palielinās, palielinot drukāšanas ātrumu, jo samazinās uz auduma pārnestās krāsas daudzums. Palielinot raksta veltņa gravējuma dziļumu un tilpumu vai šablona sietauduma rupjumu, uz auduma tiek pārnests lielāks krāsas daudzums, kas samazina drukājuma vienmērību.

Audumā *dziļāk iespiežas* mazāk viskozas un mazāk strukturētas drukas krāsas, kas biezinātas ar kauleņkoku sveķiem, dekstrīnu, arī alginātu, KMC. Krāsu dziļāka iespiešanās un audumu labāka caurkrāsošanās nepieciešama, apdrukājot dekoratīvus audumus, galvas lakatus u. c. Bieziem audumiem kreisā puse paliek praktiski neiekrāsota, plānākiem — daļēji iekrāsota (par 20—40%).

Kontūru asums atkarīgs pirmām kārtām no drukas krāsas viskozitātes. Stipri viskoza krāsa nodrošina tikai smalko līniju labu asumu. Lielāku laukumu apdrukāšanai nepieciešama mazāk viskoza krāsa, citādi attiecīgās krāsas raksts var pāriet uz auduma nevienmērīgi. Pēc čehu zinātnieka R. Roupa pētījumiem drukas krāsu optimālās viskozitātes ir šādas: 20—40 puāzu, drukājot smalkas kontūrlīnijas, 5—20 pz, apdrukājot nelielus un 1—5 pz — apdrukājot lielus laukumus. Turklāt kontūru asums ir lielāks, ja drukas krāsas iekšējās struktūras tiksotropā atjaunošanās ir ātrāka un pilnīgāka.

Krāsas iznākums saistīts ar krāsvielas iespiešanās dziļumu audumā. Stipri strukturētās drukas krāsas uz cietes vai traganta biezinātāju bāzes dod lielāku krāsvielas iznākumu, bet nevienmērīgāku drukājumu, jo tās mazāk iespiežas audumā un mazāk saista krāsvielu biezinātāja plēvē. Krāsviela vairāk koncentrēta uz auduma virsmas; tas dod lielāku vizuālo efektu. Mazāk strukturētās drukas krāsas

ātri iespiežas audumā, krāsviela izkliedējas lielākā šķiedru masā, daļa krāsvielas paliek saistīta ar biezinātāju, tāpēc krāsas iznākums un optiskais efekts ir mazāks, bet drukājuma vienmērība lielāka.

AUDUMA SAGATAVOŠANA DRUKĀŠANAI

Apdrukā iepriekš sagatavotus audumus. Ķīmiski audumus attīra atsmitēšanas, novārīšanas vai mazgāšanas un, ja vajadzīgs, balināšanas procesos. Raksta izkodināšanai audumu iepriekš nokrāso ar krāsvielām, kas viegli noārdāmas līdz bezkrāsainiem savienojumiem. Stikla šķiedru audumus pirms apdrukāšanas koronizē, t. i., augstā t° (650—700 °C) no tiem izdedzina eļļošanas preparātus. Jo labāk audums sagatavots, jo lielāka tā kapilaritāte un drukas krāsas uzsūkšanas spēja un spilgtāks uzdrukātais raksts.

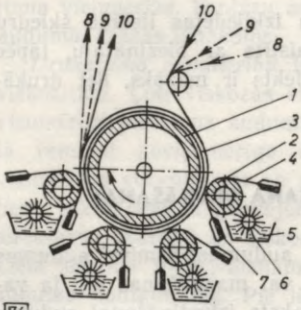
Auduma mehāniskā sagatavošana ietver tā cirpšanu un attīrīšanu no pūkām (kokvilnas, vilnas un štāpeļšķiedru audumiem), žāvēšanu, platināšanu un sašķiebumu likvidēšanu. Sintētisko un acetātšķiedru audumiem nepieciešama arī priekšstabilizācija.

Drukāšanas procesa pamatoperācijas ir drukas krāsas uznešana uz auduma un žāvēšana, apdrukātā auduma tvaicēšana un mazgāšana.

DRUKAS KRĀSAS UZNEŠANA UZ AUDUMA

Drukas krāsas mehāniska uznešana uz auduma virsmas pie parastās t° notiek drukāšanas mašīnās ar gravētiem rakstu veltņiem vai mašīnās ar plakansietu vai cilindriskiem sietu šabloniem. Katru krāsu uznes ar savu šablonu vai veltni. Drukāšanas mašīna ir agregēta ar apdrukātā auduma žāvētavu, lai mitrais raksts neizsmērētos. Sintētisko šķiedru audumu un trikotāžas apdrukāšanai ar dispersajām krāsvielām lieto arī termodrukas paņēmienu, pēc kura rakstu pārnes uz auduma no papīra, tos kontaktējot pie 180—210 °C. Krāsviela sublimējas un tvaika fāzē pāriet uz auduma.

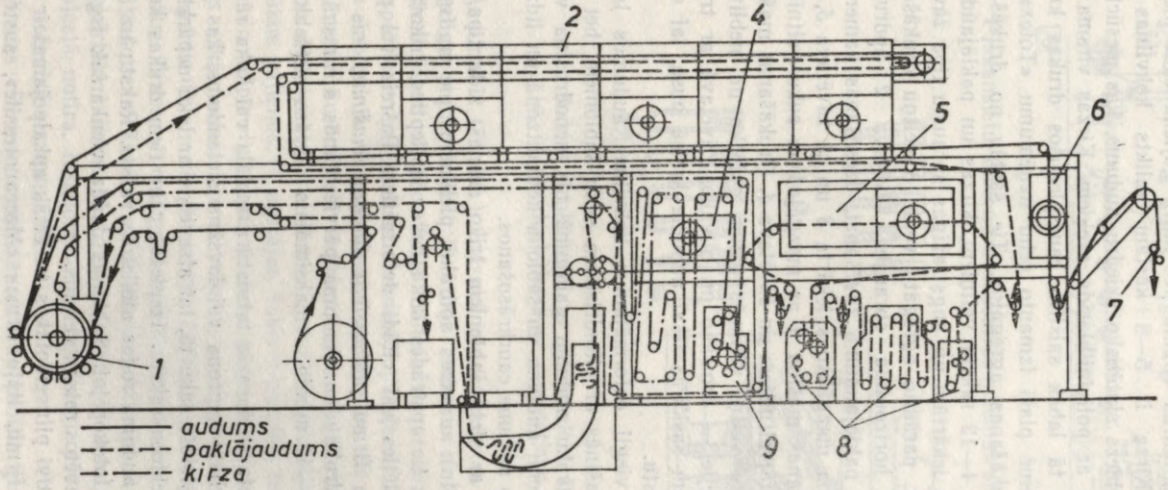
Mašīnas ar gravētiem rakstu veltņiem plaši lieto kokvilnas audumu, sevišķi biezāko un blīvāko, apdrukāšanai. Tās ir augstražīgas — audumu padeves ātrums tajās 10—120, visbiežāk 50—60 m/min, bet audums tiek izstiepts, tādēļ šīs



74. att. Četrveltņu drukāšanas mašīnas shēma

mašīnas neizmanto zīda audumu vai trikotāžas apdrukāšanai.

Drukāšanas mašīnas galvenā darbīgā daļa ir hromēti raksta veltņi *2* (74. att.). Katra veltņa virsmā iegravēta tā raksta daļa, kas iespiežama ar vienu krāsu. Visparastākās ir mašīnas ar 6—8 veltņiem. Raksta veltņi novietoti ap centrālo veltni *1*, kura virsma nosegta ar biezu filcu vai daudzām auduma kārtām *3*, kas padara to elastīgu. Zem katra raksta veltņa ir šaura vanna *5* ar drukas krāsu un suku veltnīti *6*, kas noziež veltņa *2* virsmu ar krāsu. Lieko krāsu noņem veltnim visā garumā pierīkota šaura metāla plāksne — rakle *4*, tādēļ, mašīnai strādājot, drukas krāsa paliek tikai veltņa gravējumā. Kontrrakle *7* attīra veltni no pūkām un pielipušās krāsas pēc raksta uznešanas. Lai krāsa pārietu uz apdrukājamo audumu *8*, kas pārvietojas starp centrālo veltni un raksta veltņiem, tam pneimatiski vai hidropneimatiski piespiež raksta veltni. Uz auduma rodas raksts, kas atbilst veltņa gravējumam. Lai rastos saskaņots daudzkrāsains auduma raksts, precīzi jāieregulē raksta veltņu savstarpējais novietojums, tiem jābūt ar vienādu diametru un jārotē ar pilnīgi vienādu ātrumu. Kopā ar apdrukājamo audumu *8* mašīnai bezgalīgas lentes veidā iet cauri paklājaudums *9*, kas uzsūc audumam caurspiedušos krāsu un novērš tā kreisās puses notraipīšanos, un kirza *10*, kura palielina centrālā cilindra virsmas elastību. Paklājaudums sevišķi nepieciešams, uzdrukājot daudzkrāsainu, blīvu rakstu uz viegliem audumiem, bet tas sadārdzina procesu. Tādēļ līdz 70% visu kokvilnas audumu, ko apdrukā ar neblīvu, pāris krāsu vai izkodinošu rakstu, tāpat smagākos, biezākos un blīvākos audumus apdrukā mašīnas bez paklājauduma.



75

75. att. Drukāšanas agregāta shēma ar gravētiem rakstu veltņiem

Šajā gadījumā ne visai lielo caurspiedušās krāsas daudzumu uzņem kirza, kuras virsmu pēc katra gājiena caur mašīnu nomazgā. Kirza ir 5—8 kārtām salikts kokvilnas vai 1,5—5 mm biezs sintētisko šķiedru audums, kas piesūcināts un pārklāts ar polivinilhlorīda sveķiem. Kirzas virsma sīki rievota, lai tā labāk saistītu caurspiedušos drukas krāsu.

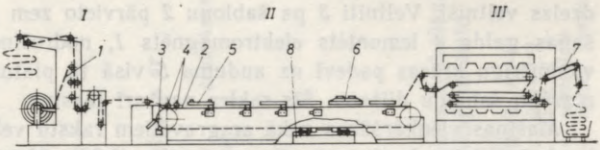
Mūsu zemē plaši izmanto čehu uzņēmumu «Totex» un «Kovo» drukāšanas agregātus. Tie sastāv no drukāšanas mašīnas ar 4—12 raksta veltņiem, kirzas un paklājauduma mazgāšanas iekārtām un augstražīgas sprauslu tipa žāvētavas. 75. att. parādīto agregātu veido 8 veltņu drukāšanas mašīna *1*, horizontāla sprauslu žāvētava *2* apdrukātā auduma un paklājauduma žāvēšanai, dzesēšanas kamera *6*, paklājauduma mazgāšanas iekārta *8* un tā žāvētava *5*, kirzas mazgāšanas mašīna *9* ar mazgājošiem suku veltnīšiem un nosusinātājveltnīšiem un žāvētava *4*. Drukāšanas mašīnas pirmie raksta veltņi vienmēr uznes gaišāko un neblīvāko rakstu, pēdējie — tumšāko un blīvāko. Žāvētavā ar transportveltnīšiem saskaras tikai auduma kreisā puse, lai neizsmērētu rakstu.

Plānus, viegli deformējamus kokvilnas audumus labāk apdrukāt mašīnās ar cilindriskiem sietu šabloniem, bet biezāku un blīvāku audumu gadījumā tās nenodrošina vajadzīgo spiedienu auduma un šablona kontaktzonā un līdz ar to vajadzīgo auduma caurkrāsošanos.

Mašīnās ar sietu šabloniem triko drānas, zīda tipa, arī vilnas (lakatu) audumus apdrukā, pielīmētus pie transportlentes, tāpēc tie apstrādes laikā nevar izstiepties, trikotāžas malas sarullēties vai citādi deformēties. Pašreiz vēl plaši lieto dažādu firmu *plakansietu šablonu mašīnas*, kas dod kvalitatīvu drukājumu. Auduma pārvietošanās ātrums šajās mašīnās 4—12 m/min, maksimālais krāsu (šablonu) skaits — 8.

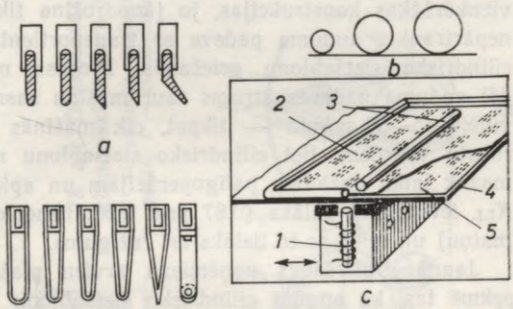
Plakansieta šablons ir taisnstūra metāla vai koka rāmis, uz kura uzvilkts kaprona vai lavsāna sietaudums, kas pārklāts ar nešķīstošu laku tā, lai atsevišķie ar laku nepārklātie laukumi izveidotu rakstu. Izspiežot caur tiem drukas krāsu ar rakli, uz auduma rodas atbilstošs raksts. Rakstu uz šablona iegūst fotokopējot. Šablonus daudz vienkāršāk izgatavot nekā gravētos rakstu veltņus.

Konstruktīvi pilnveidotākas un ērtāk apkalpojamas ir dažas japāņu firmu, itāļu firmas «Meccanotessile», austriešu firmas «Zimmer» mašīnas.



76

Plakansietu šablonu drukāšanas mašīnas shēma



77

Rakles drukāšanai ar plakansietu šabloniem (*a*, *b*) un drukāšana ar magnētisko rakli (*c*)

Audumu *1* (76. att.) apdrukā uz drukāšanas galda *II* ar bezgalīgu transportlenti *2*, kurai audumu pielīmē ar piespiedveltnīšiem *4* pēc līmes uznešanas ar ierīci 3. Virs transportlentes ar audumu novietoti paceļami un nolaižami sietu šabloni *5*. Transportlentei apstājoties, tie nolaižas uz auduma un automātiski ieslēdzas rakļu *6* pārvirzītāji katras krāsas uznešanai uz auduma. Kad rakle izdarījusi 1—2 vai vairākus gājienus, tā apstājas, šabloni paceļas, transportlente ar audumu pārvirzās par šablona platumu uz priekšu. Šablonus atkal nolaiž, uznes rakstu, paceļ šablonus, pārvirza transportlenti, un tā daudzkārt, kamēr auduma partija apdrukāta. Transportiera galā audums no lentes atraujas un tiek padots uz žāvētavu *III* un pašizkrāvēju *7*, kas to saliek kārtām ratiņos. Mazgāšanas ierīce *8* transportlenti atpakaļceļā notīra, izsmidzinot uz tās ūdeni, pēc tam ar sukām noberžot un nosusinot.

Firmas «Zimmer» mašīnai dažāda profila gumijas rakļu (77. att.) vietā ir magnētiskās rakles *b* — dažāda diametra

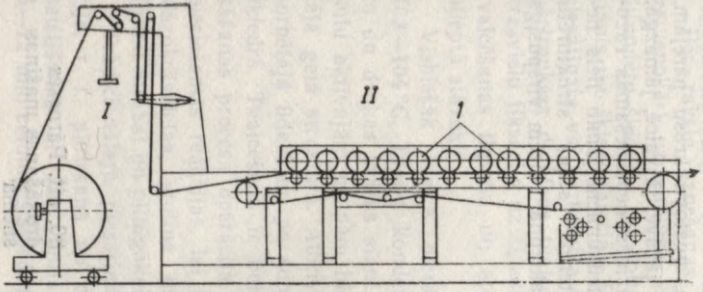
dzelzs veltnīši. Veltnīti *3* pa šablonu *2* pārvieto zem drukāšanas galda *4* iemontēts elektromagnēts *1*, nodrošinot ļoti vienmērīgu krāsas padevi uz auduma *5* visā tā platumā un mazāku šablonu dilšanu. Šīs rakles nav arī jāasina.

Mašīnas vienkāršākas nekā ar gravētiem rakstu veltņiem, lietderīgā laika koeficients K_{LL} augstāks (0,96). Mazā ražīguma dēļ tās izmanto nelielu audumu partiju apdrukāšanai.

Plakansietu šablonu mašīnu vietā arvien vairāk stājas *mašīnas ar cilindriskiem sietšabloniem* (78. att.). Tās ir vienkāršākas konstrukcijas, jo jānodrošina tikai vienmērīga nepārtraukta auduma padeve ar transportlenti un sinhrona cilindrisko sietšablonu griešanās. Procesa nepārtrauktības dēļ auduma padeves ātrums caur mašīnu sasniedz 70—100, vidēji 45—60 m/min — tikpat, cik mašīnās ar gravētiem rakstu veltņiem. Bet cilindrisko sietšablonu mašīnas prasa mazāk laika dažādām palīgoperācijām un apkopei, tādēļ to K_{LL} ievērojami lielāks (0,87 pret 0,66, neņemot vērā raksta maiņu) un reizē ar to lielāks arī ražīgums.

Jaunā drukāšanas paņēmiena arvien plašāku lietošanu sekmē tas, ka apgūta cilindrisko sietšablonu izgatavošanas tehnoloģija, kā arī izveidots atbilstošas sistēmas rakles mehānisms. Labākos bezšuvju plānsienu cilindriskos šablonus iegūst, radot attiecīgo perforāciju tajos tieši izgatavošanas procesā pēc galvanoplastikas paņēmiena, t. i., metālu elektrolītiski nogulsnējot uz oriģināla matrices un iegūstot tā precīzu kopiju. Rakles (79. att.) ir magnētiskās veltnīšu (*a*) vai arī slīdošās rakles (*b*). Pēdējā ir elastīga tērauda vai gumijas plāksnīte *1*, kas piestiprināta šablona *2* centrā novietotai nedaudz paceļamai un nolaižamai caurulei, kurā ar saspiestu gaisu padod drukas krāsu. Pa šauru spraugu vai perforāciju krāsa ieplūst šablonā. Šablonam rotējot, rakle izspiež krāsu uz auduma, jo vairāk, jo lielāks rakles spiediens uz šablonu vai jo lielāks ir magnētiskās rakles diametrs. Šablona kontakta laukums ar audumu tuvojas līnijai, kas samazina raksta sasmērēšanās iespēju. Raksts iznāk precīzs, ar neizplūdušām kontūrām.

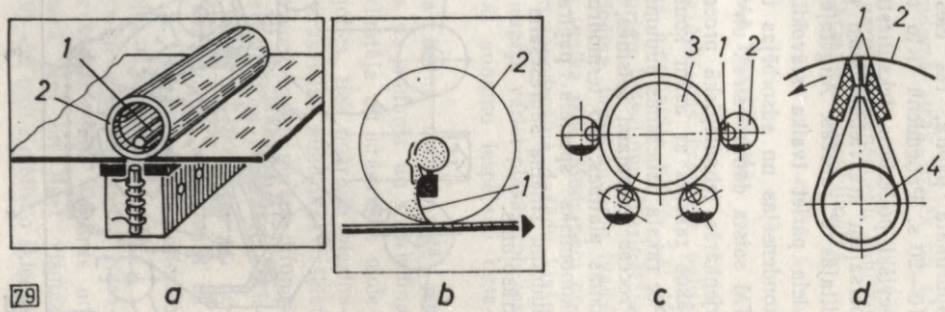
Čehu tekstilmašīnbūves rūpnīca «Totex» vēl tālāk racionalizējusi drukāšanu ar cilindriskajiem sietšabloniem, novietojot tos ap lielu centrālo veltni līdzīgi kā drukājot ar gravētiem raksta veltņiem. Tā samazinās mašīnas izmēri, sevišķi garums, vieglāk vizuāli kontrolēt drukājuma kvalitāti, kompaktāks ir vadības mehānismu novietojums. Grūtības sagādā piemērotu rakļu konstruēšana drukas krāsas



78

78. att. Drukāšanas mašīnas shēma ar cilindriskiem sietu šabloniem:

I — auduma padevējiekārta; *II* — drukāšanas galds; *1* — cilindriskie sietu šabloni



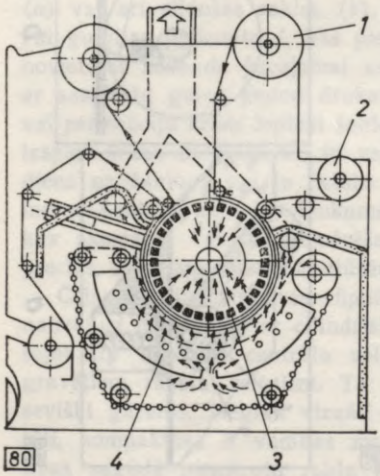
79

79. att. Rakles drukāšanai ar cilindriskajiem sietu šabloniem:

a — magnētiskā; *b* — slīdošā; *d* — sprauslas rakle; *1* — rakle; *2* — šablons; *3* — centrālais veltnis; *4* — rakles korpuss

uznešanai uz auduma, jo krāsa novietojas šablona *2* lejasdaļā, nevis auduma un šablona kontaktzonā (79. att. *c*). «Totex» konstruktori ieteic sprauslu rakles (*d*). No rakles korpusa *4* dozējošs sūknis drukas krāsu ar noteiktu spiedienu padod uz sprauslu, ko veido gumijas plāksnītes *1*, lai izspiestu cauri šablonam *2*. Rakli piespiež šablonam ar atsperu mehānismu. Rakļu konstrukciju pilnveido.

Pēdējos 15 gadus arvien plašāk ieviešas **pārneses drukāšanas paņēmiens.** Parasti to realizē kā termodrukāšanas paņēmienu, kura pamatā ir raksta pārnešana uz auduma no apdrukāta papīra, tos cieši kontaktējot pie 185—210 °C 10—20 s. Paņēmienu lieto triacetāta un sintētisko šķiedru, sevišķi poliesteru, tekstilizstrādājumu apdrukāšanai ar dispersajām krāsvielām, kuru galvenā masa sublimējas norādītajās t° robežās. Augstajā t° uz papīra uzdrukātā krāsviela pāriet tvaika stāvoklī, sublimējas, difundē audumā, kondensējas un adsorbējas tur. Turklāt sublimēto krāsvielu TM saista daudz vairāk un ātrāk nekā no ūdens vides. Tā vienkārša tehnoloģiskā procesa rezultātā iegūst vissarežģītākos rakstus ar asām kontūrām, pustoņu krāsu pārejām. Pēc raksta uznešanas audums nav jāžāvē, jātvaicē, jāmazgā. Process ievērojami saīsinās, samazinās nepieciešamās ražošanas platības. No termodrukas trūkumiem jāmin liels neekonomisks speciāla papīra patēriņš, stipri strukturētu audumu zināma sapresēšana kontaktzonā, reizēm virspusīgs krāsojums.



80. att. Pārneses drukāšanas mašīnas shēma

Drukāšanai izmanto: 1) periodiskas darbības plakanās termopreses ar nelielu ražīgumu emblēmu un zīmējumu uzdrukāšanai gabalizstrādājumiem, pusfabrikātiem; 2) nepārtrauktas darbības augsttemperatūras filckalandrus raksta pārnešanai no papīra uz auduma vai triko drānas ar ātrumu līdz 30—40 m/min. Vēl vairāk process intensificējas mašīnās, kurās rakstu uz auduma pārnes vakuumā un papīra lenti *2* audumam *1* nevis piespiež bezgalīga vadmala, bet gan piesūc vakuums, kuru rada perforētā cilindra *3* iekšpusē (80. att.). Audumu un papīru uzkarsē nevis no cilindra iekšpuses kā kalandrā, bet no ārpuses IS starotājs *4*. Krāsviela sublimējas un iespiežas audumā ātrāk, dziļāk un zemākā t° (160 °C).

Mēģina izstrādāt arī slapjo pārneses paņēmienu dabisko šķiedru TM apdrukāšanai, jo to krāsvielas nesublimējas.

APDRUKĀTĀ AUDUMA TVAICĒŠANA

Pēc raksta uznešanas un izžāvēšanas krāsviela paliek galvenokārt uz auduma virsmas biezinātāja plēvē. Lai tā difundētu šķiedrās un dotu noturīgu krāsojumu, biezinātāja slānis un šķiedrmateriāls jāuzbriedina, tāpēc audumu tvaicē piesātināta vai pārkarsēta ūdens tvaika vidē. Modernam nepārtrauktas darbības tvaicētājam jānodrošina dažādu klašu krāsvielu fiksācija uz šķiedrām, iespēja variēt plašās robežās tvaicēšanas ilgumu un apstrādāt audumu iespējami nesastieptā stāvoklī.

Visbiežāk tvaicē **piesātināta ūdens tvaika vidē pie 102—104 °C.** Tvaiks kondensējas uz auduma un uzbriedina to un drukas krāsas slāni. Biezinātāja un krāsvielas molekulu aktīvajām grupām hidratējoties, tiek noārdīta biezinātāja gela struktūra. Atbrīvotās krāsvielas molekulas izšķīst sorbētajā ūdenī un pa submikroskopiskajām porām difundē šķiedrā. Tvaicēšana ir būtiski svarīga un komplicēta drukāšanas procesa operācija. Tās laikā tiek izraisītas arī nepieciešamās reakcijas, lai krāsviela (kublu, nešķīstošās oksiazokrāsvielas, anilīna melnā u. c.) pieņemtu optimālo formu ātrākai un pilnīgākai pārejai uz šķiedru.

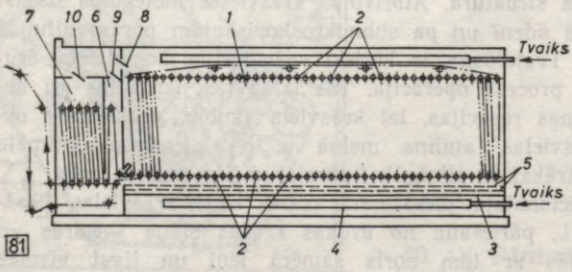
Tradicionālajā piesātināta tvaika vidē krāsvielas fiksācija, t. i., pāriešana no drukas krāsas slāņa šķiedrās un saistīšanās ar tām noris samērā lēni un ilgst vismaz 5—12 min celulozes šķiedru un 30—60 min sintētisko šķiedru

audumos. Tomēr šis paņēmiens ir visvairāk lietotais, jo tas nodrošina spilgtākos krāsu toņus un noturīgāko krāsojumu ar daudzu klašu krāsvielām, apdrukājot dabisko, kā arī sintētisko (izņemot poliesteru) šķiedru drānas. Acetātu un sintētisko TM tvaicēšanas ilgumu (20—45 min) var saīsināt līdz 10—12 min, ja drukas krāsai pievieno speciāli piemeklētus fiksācijas paātrinātājus (luprintānu ATP, gliecīnu FPD).

Ar piesātinātu tvaiku krāsvielas attīsta un fiksē nepārtrauktas darbības reducējošos, daudz retāk oksidējošos tvaicētājos atkarībā no tur norisošajiem ķīmiskajiem procesiem.

Reducējošajos tvaicētājos ZV-120, ZV-220 u. c. attīsta un fiksē kublu, pologēnu, aktīvās u. c. krāsvielas un izkodinošus sastāvus galvenokārt uz celulozes šķiedru audumiem. Tvaicētājs (81. att.) ir kamera *1* ar divām veltnīšu rindām *2*, pa kurām pārvietojas audums, turklāt piedzen katru trešo veltnīti augšējā rindā. Tvaika vidi rada verdošs ūdens slānis *3*, ko uzkarsē tvaika kalorifers *4* un tiešs tvaiks. Restes *5* virs ūdens līmeņa veicina tvaika vienmērīgāku sadalījumu telpā. Tvaika vides relatīvais mitrums 99,7%, gaisa saturs 0,3—0,4%, lai nekavētu reducēšanās procesus kamerā. Kameras griesti ir dubultsienu, apsildāmi, lai uz tiem nekondensētos tvaiks un, pilot uz auduma, neradītu traipus. Pēc tvaicēšanas no auduma atdala tvaiku priekškamerā *6* un audumu atdzesē kamerā *7*. Tvaika cirkulāciju regulē ar aizbīdņiem *8*, *9* un *10*. Auduma padeves ātrums caur tvaicētāju 14,7—44,5 m/min, tvaicēšanas ilgums 3,6—11 min.

Firmas «Textima» tvaicētājs ir ietilpīgāks, tāpēc var tvaicēšanas ilgumu variēt plašākās robežās, bez tam audums tajā iekārtots spirālveidā un saskaras ar transportveltnīšiem



Reducējošā tvaicētāja shēma

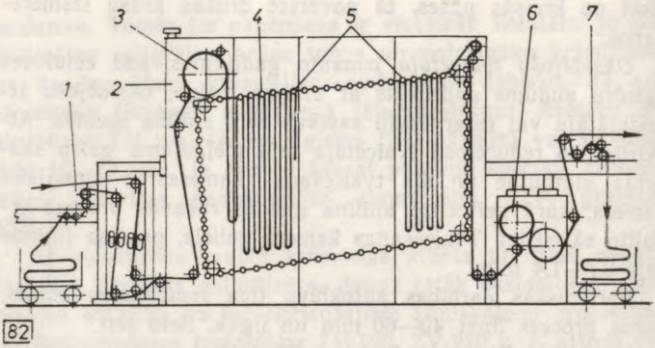
tikai no kreisās puses, tā novēršot drukas krāsu izsmērēšanos.

Oksidējošo tvaicētāju izmanto gadījumos, kad celulozes šķiedru audums apdrukāts ar anilīna melno, oksidējošu izkodinātāju vai rezervējošu sastāvu zem anilīna melnās. Atšķirībā no reducējošā tvaicētāja tajā pieļaujama gaisa skābekļa klātbūtne un aiz tvaicēšanas kameras ir amonjaka kamera, kurā neitralizē anilīna melnās rašanās procesā izdalīto sālsskābi. Tvaicēšanas kamera neliela, procesa ilgums tajā 0,7—1,4 min.

Periodiskas darbības autoklāvu tipa *tvaicēšanas katlus*, kuros process ilgst 40—60 min un ilgāk, lieto reti.

Lai intensificētu krāsvielas fiksācijas procesu, sevišķi hidrofobajās sintētiskajās šķiedrās, lieto **augsttemperatūras paņēmienus.** No tiem arvien plašāk izmanto tvaicēšanu ar pārkarsētu ūdens tvaiku pie 120—180 °C, kas paātrina procesu divas un vairākas reizes. Dispersās krāsvielas uz poliesteru šķiedrām fiksējas 4—8 min pie 165—180 °C, uz triacetāta šķiedrām — 1—2 min pie 180 °C. Raksta spilgtums ievērojami lielāks, nekā fiksējot krāsvielu ar karstu gaisu, bet mazāk spilgts nekā tad, ja šo procesu izdara spiedienaparātos ar piesātinātu tvaiku. Lai iegūtu tumšus toņus, drukas krāsai pievieno fiksācijas paātrinātājus. Atšķirībā no tvaicēšanas ar piesātinātu tvaiku nerodas auduma satecējumi, piles. Daudzi tvaicētāji iekārtoti tā, ka tvaicēšanu tajos var realizēt gan ar piesātinātu, gan pārkarsētu tvaiku. Tādi ir arī cilpu tvaicētāji. Tā kā audums tajos netiek sastiepts, *cilpu tvaicētāji* iegūst arvien lielāku nozīmi triko drānu, teksturēto pavedienu audumu, ķīmisko un dažādšķiedru audumu un jebkura viegli deformējamas struktūras auduma apstrādē. Dažādie cilpu tvaicētāji (firmas «Artos», «Stork», «Arioli», ZZ) atšķiras ar auduma cilpas iekāršanas ierīces konstrukciju un tvaika pārkarsēšanas paņēmienu. Tvaika pārkarsētāji var būt elektriski, ar eļļu vai gāzi apsildāmi. Tvaika cirkulāciju nodrošina ar inžektoriem, speciāliem ventilatoriem vai citādi.

Mūsu zemē izveidots universāls cilpu tvaicētājs ZZ (82. att.), kurā ar piesātinātu vai pārkarsētu ūdens tvaiku pie 102—180 °C tvaicē visdažādāko šķiedru audumus un triko drānas, kas apdrukātas ar kublu, aktīvajām, dispersajām krāsvielām vai pigmentiem. Temperatūru un tvaika patēriņu kontrolē automātiski. TM apstrādā brīvi krītošu cilpu veidā, tādēļ tas netiek izstiepts un labi saglabā savu struk-

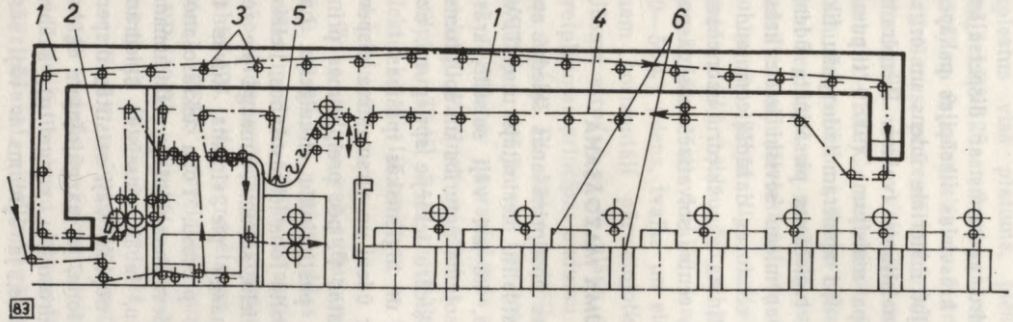


Cilpu tvaicētāja shēma:
1 — auduma padošanas iekārta; *2* — tvaicēšanas kamera; *3* — vilcējveltnis; *4* — bezgalīga ķēde ar transportveltnīšiem *5*; *6* — auduma dzesēšanas iekārta; *7* — auduma salicējs

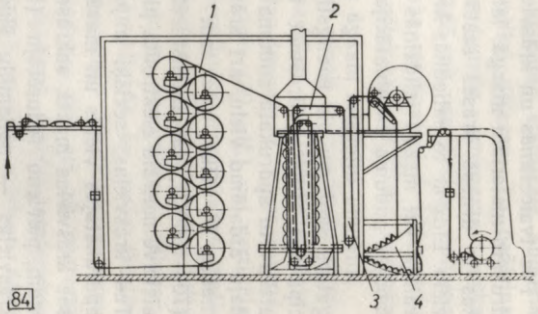
tūru un izmērus. Cilpu garums atkarīgs no auduma padeves un veltnīšu transportiera kustības ātruma. Audums ar veltnīšiem saskaras tikai no kreisās puses.

Pārkarsēta tvaika lietošana ļauj plašāk izmantot arī *ātrgaitas slapjās attīstīšanas tvaicētājus* un progresīvo divfāžu paņēmienu drukāšanai ar kublu vai aktīvajām krāsvielām. Šajos gadījumos audumu tvaicē mitru tūlīt pēc piesūcināšanas ar attīstošo šķīdumu; tas vienkāršo procesu un palielina krāsvielas lietderīgās izmantošanas pakāpi līdz 90—95%. Šie tvaicētāji var būt kanāla, loka, spirāles tipa. Padomju Savienībā izveidots kanāla tipa slapjās attīstīšanas tvaicētājs ZMP-120 (83. att.). Tvaicēšanas kameras *1* sākuma zonā audumu strauji uzkarsē ar infrasarkano starotāju. Tālākās zonās t° uztur ar pārkarsētu tvaiku. Transportveltnīši *3* saskaras ar mitro audumu tikai no kreisās puses. Auduma pārvietošanās ātrums 20—100 m/min. Apstrāde notiek pie 110—160 °C 12—60 s. Kublu krāsviela reducējas un difundē šķiedrās. Tās oksidēšanās un galīgā fiksācija šķiedrās notiek gaisa nogatavinātājā *4* un kompensatorā *5*. Tvaicētājs agregēts ar auduma piesūcināšanas mašīnu *2* un mazgāšanas līniju *6*.

Krāsvielu *fiksēšanas paņēmienu termokamerās ar karstu gaisu* galvenokārt lieto aktīvo krāsvielu un pigmentu saistīšanai uz celulozes šķiedru audumiem, reizēm arī apdrukājot poliesteru un triacetāta šķiedru izstrādājumus ar dispersajām krāsvielām. Paņēmiena galvenā priekšrocība ir tā nepārtrauk-



83. att. Slapjās attīstīšanas tvaicētāja shēma



84. att. Kontakta-radiācijas termoaparāta shēma

tība un īslaicīgums — 30—60 s pie 180—210 °C, bet var mainīties krāsas tonis un t° svārstības radīt nevienmērīgu krāsojumu.

Procesu realizē veltnīšu vai citās termokamerās. Kontakta-radiācijas termoaparātā KRTA-120 agregēti žāvēšanas cilindri *1* ar radiācijas termokameru *2*, kam ir IS starotāji, nodrošinot materiāla ātru uzkarsēšanu. Uz uztīšanas iekārtu audumu padod caur dzesēšanas kameru *3* un kompensatoru *4* (84. att.).

Apdrukājot sintētisko šķiedru audumus ar dispersajām krāsvielām, labākos rezultātus krāsvielas fiksācijas pakāpes un ātruma ziņā iegūst, tvaicējot materiālu ūdens un organiska šķīdinātāja **azeotropa maisījuma tvaikos.** Piemēram, ūdens un benzilspirta azeotropa maisījuma (91 : 9 tilpuma %) tvaiki pie 98 °C 2—3 min dod apmēram tādu pašu fiksācijas efektu kā 60 min ilga tvaicēšana piesātināta ūdens tvaika vidē. Šo perspektīvo paņēmienu sevišķi ieteic krāsvielu fiksēšanai sintētisko un celulozes dažādšķiedru audumos, jo vienlaikus tiek nodrošināta abu šķiedru uzbriešana un plastificēšanās un to aktīvo centru solvatizēšanās, tā paātrinot krāsvielu difūziju.

APDRUKĀTĀ AUDUMA MAZGĀŠANA

Pēc tvaicēšanas un krāsvielas nostiprināšanas šķiedrā apdrukāto materiālu mazgā, lai atdalītu biezinātāju u. c. TPV, kas ir drukas krāsas sastāvā, kā arī vāji saistīto krāsvielu. Līdz ar to palielinās krāsojuma noturība un spilgtums, vairāk vai mazāk izlīdzinās šķiedru iekšējie spriegumi, uzlabojas auduma ekspluatācijas un higiēniskās īpašības.

Audumu intensīvi mazgā ar ūdeni un virsmaktīva dispergatora šķīdumu pie paaugstinātas t°, pēc pretplūsmas principa vai citādi nodrošinot tā pastiprinātu cirkulāciju. Lai aizkavētu apdrukātā auduma baltā fona iekrāsošanos, lielāko daļu atdalāmo vielu, arī krāsvielu, sākumā izmazgā pie zemākas t°. Tikai pēc tam mazgā pie viršanai tuvas t° (70—100 °C), lai intensificētu procesu. Fona iekrāsošanos aizkavē neitrāla elektrolīta piedeva mazgājošajam šķīdumam. Tad krāsvielas, sevišķi anjonu, labāk piesaistās šķiedrām apdrukātajās vietās un mazāk noplūk. Vāji saistītās dispersās krāsvielas mazāk sakrāso fonu, ja mazgājošajam šķīdumam pievieno reducētāju (hidrosulfītu, rongalītu), skābās krāsvielas — poliamīdu šķiedras, ja šķīdums ir vāji sār-

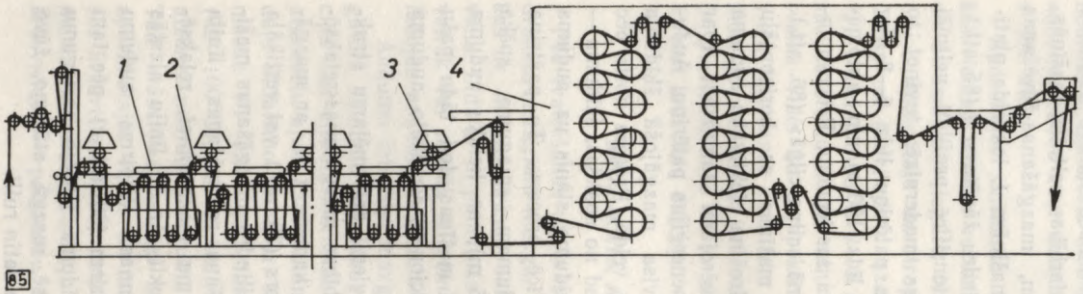
mains (1 g/l sodas) un t° <60 °C. Mazgāšanas ilgums daudz mazāk ietekmē procesa rezultātu nekā t° paaugstināšana.

Mazgāšanu veic dažādās mašīnās. Izplatītākās ir veltnīšu mašīnas, mašīnas ar piesūcošu vai vibrējošu sietcilindru, MP-220-T un universālās motorvannas (105., 94. lpp.)

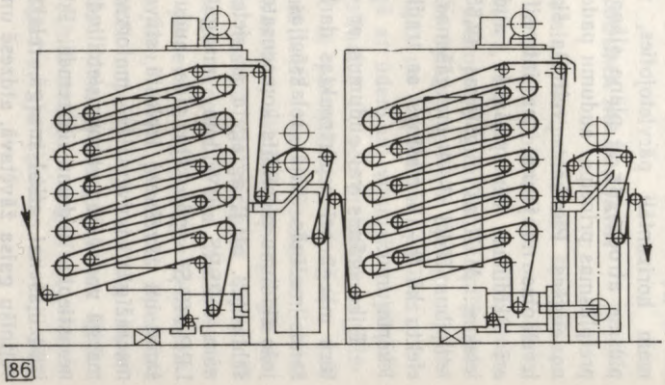
Kokvilnas, linu un poliesteru-celulozes šķiedru audumus mazgā galvenokārt nepārtrauktas darbības veltnīšu mašīnās, izplestus visā platumā, piemēram, mazgāšanas-žāvēšanas līnijā LPS-120 ar 9 mazgāšanas mašīnām *1*, lokveida platinātājiem *2*, spiedveltņiem *3* un cilindru žāvētavu *4* (85. att.). Attīrīšanas procesu mehāniski intensificē profilēti veltnīši cilindrisko vietā. Veltnīšu mašīnas modernizē, tuvinot to darba t° 100 °C, samazinot ūdens patēriņu līdz 6—8 l/kg auduma, palielinot darba ātrumu līdz 150 m/min, automātiski regulējot un novēršot auduma sastiepumu. Procesu intensificē auduma iekārtojums mašīnā «cilpa cilpā» (86. att.).

Jaunās torņa tipa veltnīšu mašīnas ar horizontālu auduma iekārtojumu (86. att.) nodrošina efektīvāku auduma izmazgāšanu un turklāt ļauj ievērojami samazināt (par 40—50%) ūdens, tvaika un elektroenerģijas patēriņu. Audumam horizontāli pārvietojoties, visa mazgājošā šķīduma plūsma atrodas uz tā plāna slāņa veidā. Process noris pēc pretplūsmas principa: audumu padod no apakšas, šķīdumu — no augšas. Pie katra veltnīša šķīduma slānis uz auduma izveidojas no jauna; tas intensificē procesu. To paātrina arī šķīduma caurspiešanās audumam smaguma spēka ietekmē. Mašīnas augstākas (2,65 m), ar lielāku auduma ietilpību. Tādēļ 3—4 mazgāšanas mašīnas dod tādu pašu efektu kā 9—10 mašīnas ar tradicionālo vertikālo auduma iekārtojumu.

Triko drānas vai audumus ar viegli deformējamu struktūru mazgā arī nepārtrauktas darbības mazgāšanas-relaksēšanas mašīnās. Tajās relaksācijas kamera, t. i., ar mazgājošo šķīdumu piepildīts kompensators (39. att.) vai vertikāla šahta (23. att.), agregēta ar sietcilindru mazgāšanas mašīnām. PSRS izveidota mazgāšanas-relaksēšanas līnija LRP-140-Šl apdrukātu zīda audumu mazgāšanai, relaksēšanai un žāvēšanai izplestā stāvoklī. Ar šo līniju aizstās mazražīgās universālās motorvannas. Vispirms audumu mazgā vannās ar vakuumsietcilindriem (38. att. *c*), pēc tam nesastieptu audumu iegremdē šķīdumā iekšējo spriegumu izlīdzināšanai, atkal mazgā, relaksē, mazgā, atūdeņo, žāvē veltnīšu gaisa žāvētavā, atdzesē un satin rullī.



85. att. Mazgāšanas-žāvēšanas līnijas LPS-120 shēma



86. att. Torņa tipa mazgāšanas mašīnas shēma

Apdrukāto audumu mazgāšanai vajadzīgs ievērojams ūdens daudzums. Efektīvākais virziens ūdens patēriņa samazināšanai ir audumu apdrukāšana ar pigmentiem vai termodrukas paņēmienu.

DRUKĀŠANA AR DAŽU KLAŠU KRĀSVIELĀM

Aktīvās krāsvielas arvien plašāk lieto celulozes šķiedru audumu apdrukāšanai. Sagatavotajam audumam jābūt ar neitrālu reakciju, tas nedrīkst saturēt ūdeņraža peroksīda un hlora paliekas, kas sadala krāsvielu. Drukāšanai ieteic mazāk aktīvās monohlortriazīna, vinilsulfona u. c. krāsvielas, kas dod stabilāku drukas krāsu. Biezināšanai lieto nātrija alginātu, arī KMC, kam ir noteikta eterifikācijas pakāpe un kas ķīmiski nereaģē ar krāsvielu. Drukā pēc vienfāzes vai divfāžu paņēmiena.

Pēc *vienfāzes paņēmiena* audumu apdrukā ar pasārmotu drukas krāsu, žāvē un tvaicē vai termiski apstrādā. Drukas krāsa satur (g/kg): krāsvielu — 15—80, urīnvielu (1 : 1 ar ūdeni) krāsvielas šķīdības palielināšanai vai reakcijas vides radīšanai, krāsvielu termiski fiksējot, — 150—200; alginātu biezinātāju (6%) — 400—500, nātrija hidrogenkarbonātu vides pasārmošanai tvaicēšanas apstākļos — 15 un ūdeni — līdz 1000. Tvaicēšanas ilgums piesātināta tvaika vidē — 5—10 min; krāsvielas fiksācija ar karstu gaisu pie 150—170 °C — 3—5 min, ja drukas krāsā ir palielināts urīnvielas un $NaHCO_3$ daudzums. Pēc tam audumu rūpīgi mazgā ar ūdeni, VAS šķīdumu un ūdeni hidrolizētās krāsvielas, biezinātāja u. c. vielu atdalīšanai.

Divfāžu paņēmienam ir vairākas priekšrocības. Tā kā drukas krāsa nesatur sārmaino aģentu, tā ir daudz stabilāka. Drīkst uzglabāt arī izžāvētu apdrukāto audumu. Auduma apstrāde ar sārmaino aģentu atsevišķā operācijā procesa otrajā stadijā ļauj lietot stiprākus sārmus — NaOH un sodu, kas ievērojami paātrina krāsvielas fiksāciju. Pēc piesūcināšanas ar sārma un vārāmā sāls šķīdumu mitro (80%) audumu padod uz tvaicētāju un īslaicīgi tvaicē vai arī žāvē un termiski apstrādā pie 140—150 °C.

Aktīvās krāsvielas var lietot raportā ar nešķīstošajām oksiazokrāsvielām (uz azotolēta auduma). Lietošana kopā ar kublu krāsvielām ierobežota, jo rongalīts var nevēlami reducēt aktīvās krāsvielas. Nevar lietot kopā ar krāsvielām,

kuras fiksē skābā vidē, jo aktīvajām krāsvielām nepieciešama sārmaina vide.

Dabiskā zīda audumus apdrukā ar vienfāzes paņēmienu, pasārmošanai ņemot 10—15, bet pusvilnas audumu apdrukāšanai — 5—10 g/kg $NaHCO_3$. Apdrukājot vilnas audumus (lakatus), sārmaino aģentu nepievieno, jo krāsviela fiksējas jau neitrālā vai pat vāji skābā vidē.

Kopā ar dispersajām krāsvielām aktīvās krāsvielas samērā plaši lieto celulozes-poliesteru dažādšķiedru audumu apdrukāšanai. Drukas krāsa satur abas minētās krāsvielas, $NaHCO_3$, urīnvielu un biezinātāju. Pēc izžāvēšanas krāsvielas fiksē uz auduma ar termisko paņēmienu. Sārmainajā vidē iespējama celulozes šķiedru sadzeltēšana. Tas nenotiek, ja abas krāsvielas fiksē ūdens un benzilspirta azeotropa maisījuma tvaikos vai arī lieto divfāžu paņēmienu. Tādā gadījumā uz auduma uznes neitrālu drukas krāsu, termiski fiksē dispersijas krāsvielu, tad audumu piesūcina ar sārmaina aģenta šķīdumu un tvaicējot fiksē aktīvo krāsvielu.

Ar kublu krāsvielām apdrukā celulozes šķiedru audumus pēc sārma-hidrosulfīta, rongalīta-potašas vai divfāžu paņēmiena.

Sārma-hidrosulfīta paņēmiens ir vecākais, bet mazāk lietotais. Drukas krāsas sastāvā ietilpst iepriekš reducēta krāsviela, kas ļauj izmantot krāsas pagatavošanai parastās rupjdispersās pulverveida krāsvielas. Bet, tā kā raksta uznešanas un žāvēšanas laikā leikokrāsviela daļēji oksidējas ar gaisa skābekli, drukas krāsai jāpievieno rongalīts krāsvielas otrreizējai reducēšanai tvaicētājā.

Rongalīta-potašas paņēmiens pamatojas uz kublu krāsvielu pastu lietošanu. Smalkdispersais pigments iepriekš nav jāreducē, un tas ievērojami vienkāršo drukas krāsu pagatavošanu. Krāsvielas pasta labi sajaucas ar glicerīnu un biezinātāju. Drukas krāsas sastāvā ietilpst (g/kg): kublu krāsvielas pasta — 120, glicerīns — 80, potaša (ar ūdeni 1 : 1) — 240, rongalīts (ar biezinātāju 1 : 1) — 200, cietes-traganta vai cietes-dekstrīna biezinātājs — līdz 1000. Potaša K_2CO_3 ir sārmains aģents, kura klātbūtnē iegūst tīrākus toņus nekā ar NaOH, rongalīts $NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O$ ir pigmenta reducētājs ar optimālo aktivitāti $>110\,°C$, glicerīns — higroskopiska viela, kas palīdz uzturēt audumā vajadzīgo mitrumu tvaicēšanas laikā.

Pēc apdrukāšanas un žāvēšanas audumu tvaicē reducējošā tvaicētājā pie 103—104 °C 10 min. Tvaiks sorbējas uz

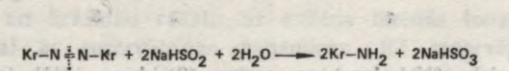
auduma, kondensējas, uzbriedina biezinātāja plēvi un šķiedru. Sorbētajā ūdenī izšķīst drukas krāsas komponenti, krāsviela reducējas par šķīstošu leikosavienojuma kālija sāli, difundē šķiedrā un sorbējas tur. Krāsvielas fiksāciju ievērojami paātrina daži kobalta kompleksie savienojumi (0,5 g/kg). Tad auduma mazgā, oksidē leikosavienojumu ar paskābinātu H_2O_2 vai bihromāta šķīdumu, mazgā, apstrādā ar SML šķīdumu un skalo.

Vienfāzes paņēmienu kopējs trūkums ir krāsvielas, reducētāja un sārma vienlaicīga atrašanās drukas krāsā. Apdrukāto audumu žāvējot, daļa rongalīta sadalās, sevišķi, ja audumu pāržāvē. Nepilnīgi izžāvēts audums, uzglabāts ilgāku laiku kaudzē, stipri sakarst, daļa rongalīta sadalās. Samazinās drukājuma intensitāte un vienmērība.

Divfāžu paņēmienam minētie trūkumi nepiemīt, jo drukas krāsa reducētāju nesatur. Audumu apdrukā ar sabiezinātu krāsvielas suspensiju un izžāvē. Ar sārmainu reducētāja šķīdumu, kas satur (g/l): hidrosulfītu — 50, NaOH — 35 un sodu — 25, audumu piesūcina tieši pirms tvaicēšanas slapjās attīstīšanas tvaicētājā ZMP-120 ar pārkarsētu tvaiku. Krāsvielas iznākums sasniedz 90—95% un ir par 15—20% lielāks nekā pēc rongalīta-potašas paņēmiena. T° tvaicētāja vertikālajā daļā (221. lpp.) ir 160—180, horizontālajā — 110—120 °C. Auduma apstrādes ātrums 100 m/min, ilgums 25—45 s. Tad apdrukāto audumu mazgā mazgāšanas līnijā, kas agregatēta ar tvaicētāju. Lai auduma piesūcināšanas laikā ar sārmaino hidrosulfīta šķīdumu drukas krāsa neizplūstu vai nenomazgātos, to biezina ar sārmainā vidē ātri koagulējošu alginātu, cietes-formaldehīda vai celulozes ēteru biezinātāju. Piesūcinātā auduma mitrums nedrīkst pārsniegt 80—90%, lai nerastos satecējumi.

Divfāžu paņēmienu izmanto arī celulozes-poliesteru dažādšķiedru audumu apdrukāšanai. Tad pirms auduma piesūcināšanas ar sārmaino hidrosulfīta šķīdumu to vispirms termiski apstrādā, lai pigmentu fiksētu uz poliestera šķiedrām.

Kublu krāsvielas lieto arī krāsaina izkodinātā raksta iegūšanai. Drukas krāsas sastāvs līdzīgs kā tiešās drukas gadījumā, tikai rongalīta saturs lielāks, lai tā pietiktu arī fona izkodināšanai raksta vietās. Viegli izkodināmas ir azokrāsvielas, kas noārdoties dod bezkrāsainus šķīstošus amīnus:

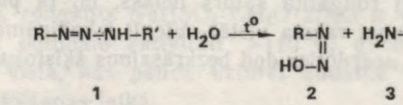


$$Kr-N \overset{+}{\underset{+}{N}}-Kr + 2NaHSO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Kr-NH_2 + 2NaHSO_3$$

Ar **nešķīstošajām oksiazokrāsvielām** celulozes šķiedru audumus apdrukā pēc diviem paņēmieniem: azotolētu audumu apdrukā ar sabiezinātu diazola šķīdumu vai drukā ar azotola un diazokomponenta stabilās pasīvās formas maisījumu.

Plašāk lieto pirmo paņēmienu. Pēc azotolēšanas (8—10 g/l azotola) izžāvētu audumu tūlīt apdrukā ar sastāvu, kas satur (g/kg): diazolu (20%) — 40—80, nātrija acetātu līdz neitrālai reakcijai ar kongo sarkano, cietes, KMC vai cietes-traganta biezinātāju un etiķskābi (50%) azotolētā auduma sārmainības neitralizēšanai — 8—10. Reakcija starp azo- un diazokomponentu sākas jau raksta uznešanas brīdī. Audumu izžāvē un 2—3 min tvaicē, lai pilnīgāk notiktu sametināšanās reakcija un iegūtu spilgtāku un noturīgāku krāsojumu. Pēc tam audumu rūpīgi mazgā: vispirms ar sārma šķīdumu (3—5 g/l) pie 75—80 °C, tad ar SML šķīdumu un karstu ūdeni, lai izmazgātu visu lieko azotolu no vietām, kas nav klātas ar rakstu, kā arī vāji saistīto krāsvielu. Pigmenta iznākums raksta vietās sasniedz 90—95%. Paņēmiena galvenie trūkumi — nepieciešamība azotolēt visu audumu, tā palielinot azotola patēriņu, un ierobežota krāsu gamma, jo variēt var tikai diazokomponentu.

Otrs paņēmiens ir vienkāršāks. Drukas krāsas sastāvā ietilpst abi komponenti — azotols un diazokomponents stabilā pasīvā formā, kuri nereaģē parastajos apstākļos. No diazosavienojumu stabilajām pasīvajām formām drukāšanai lieto galvenokārt diazoaminosavienojumus. Nitrozamīni un diazosulfonāti ir mazāk stabili. Kompozīcijā ar azotolu lieto tos diazoaminosavienojumus, kas pāriet aktīvā formā tvaicēšanas apstākļos neitrālā vidē: diazaminolus ar marku N, neitrogēnus N, pologēnus N, ciba-neitrēnus u. c. Drukas krāsa satur (g/kg): diazaminolu N — 30—100, NaOH (35%) — 10—20, urīnvielu — 20, cietes-traganta biezinātāju — 500, ūdeni — līdz 1000. Apdrukāto audumu izžāvē un tvaicē 5—8 min pie 102—103 °C. Diazaminola sastāvā ietilpstošais diazoaminosavienojums (1) sadalās par aktīvu sindiazohidrātu (2), kas sametinās ar azotolu par nešķīstošo



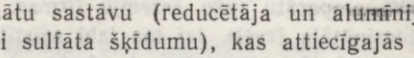
azokrāsvielu (194. lpp.) un amīnu (3), kuru vēlāk izmazgā

no auduma kopā ar biezinātāju, citām TPV un vāji saistīto krāsvielu ar SML šķīdumu pie 90—95 °C.

Pologēnu u. c. pasīvo formu galvenais trūkums ir neliels pigmenta iznākums — 25—30% no teorētiskā — un atūdeņu piesārņošanās ar stabilizējošo amīnu (3). Diazaminolu lietošana izdevīga, drukājot neblīvu baltīona rakstu, kad drukāšana uz viscaur azotolēta auduma nav racionāla.

Uz audumiem, kas krāsoti ar nešķīstošajām oksiazokrāsvielām, var viegli iegūt baltu vai krāsainu rakstu arī netieši — pēc izkodināšanas vai rezervēšanas paņēmiena.

Pēc izkodināšanas paņēmiena vienkrāsaino audumu apdrukā ar sabiezinātu reducētāja, parasti rongalīta (200 g/kg) šķīdumu. Rongalīts noārda krāsvielu raksta vietās līdz bezkrāsainiem, labi šķīstošiem un viegli izmazgājamiem amīniem:



$$R{-}N{=}N{-}R'{-}OH + 4H \longrightarrow R{-}NH_2 + H_2N{-}R'{-}OH$$

Drukas krāsai pievienots antrahinons (20 g/kg) katalizē krāsvielas noārdīšanas reakciju. Solucijas sāls (40 g/kg) palielina krāsvielas reducēšanas produktu šķīdību. Apdrukāto audumu žāvē, tvaicē, mazgā. Ja grib iegūt nevis baltu, bet krāsainu rakstu, izkodinošajam sastāvam pievieno krāsvielu, ko rongalīts nenoārda, piemēram, policikloketonu kublu krāsvielu.

Pēc rezervēšanas paņēmiena azotolētu audumu apdrukā ar tādu sabiezinātu sastāvu (reducētāja un alumīnija vai cinka acetāta vai sulfāta šķīdumu), kas attiecīgajās vietās neļauj izveidoties nešķīstošai azokrāsvielai pēc piesūcināšanas ar diazokomponenta šķīdumu.

Anilīna melno reizēm izmanto tiešai raksta iespiešanai ar tvaicēšanas paņēmienu. Drukas krāsas sastāvā ietilpst anilīna sāls, oksidētājs, katalizators — kālija heksaciāno (2) vai (3) ferāts un cietes-dekstrīna biezinātājs. Pēc apdrukāšanas audumu žāvē un apstrādā oksidējošā tvaicētājā 1 min pie 97—98 °C, pēc tam papildus oksidē ar paskābinātu H_2O_2 šķīdumu, mazgā ar ūdeni, ziepju-sodas šķīdumu, ūdeni. Lai paātrinātu anilīna oksidēšanos, drukas krāsai pievieno 4—5 g/kg parafenilēndiamīna.

Baltu un krāsainu rakstu uz anilīna melnās fona var iegūt tikai ar rezervēšanas paņēmienu. Kā rezervējošas vielas lieto sabiezinātu sārmainu reducētāja šķīdumu, ko

raksta veidā uznes uz auduma, kurš piesūcināts ar anilīna melnās sastāvu un uzmanīgi izžāvēts. Pēc rezervējošā sastāva uznešanas audumu vēlreiz izžāvē un attīsta anilīna melno ar tvaicēšanas paņēmienu (200. lpp.). Rezervētājās vietās sārms un reducētājs novērš anilīna oksidēšanos un auduma nokrāsošanos. Tādā veidā uz melna fona izveidojas balts raksts. Krāsainu rakstu iegūst, ja rezervējošajam sastāvam pievieno kublu krāsvielu. Pēc fona nokrāsošanas audumu apstrādā reducējošā tvaicētājā kublu krāsvielas reducēšanai un difūzijai šķiedrā, pēc tam leikokrāsvielu oksidē par pigmentu.

Dispersās krāsvielas visvairāk lieto poliesteru un celulozes acetātšķiedru audumu un trikotāžas apdrukāšanai. Poliamīdu šķiedru audumus biežāk apdrukā ar skābajām un skābajām metālsaturošajām, arī aktīvajām krāsvielām, poliakrilnitrila šķiedru audumus — ar katjonu krāsvielām, kas dod noturīgāku krāsojumu.

Sintētisko un celulozes acetātšķiedru struktūras blīvuma un hidrofobuma dēļ drukas krāsai pievieno vairāk vielu, kas veicina šķiedru samitrināšanos, uzbriešanu, palielina krāsvielu šķīdību vai disperģēšanos, lai atvieglotu krāsvielu difūziju šķiedrā tvaicēšanas apstākļos. Šiem nolūkiem lieto dažādas hidrotropas vielas — urīnvielu, tiourīnvielu, glikolus un to ēterus, etalonamīnus (20—100 g/kg). Pārāk lielas higroskopisko vielu padeves var izraisīt raksta izplūšanu. No šķiedru uzbriedinātājiem lieto propilēn- un etilēnkarbonātus, rezorcīnu, o- un p-fenilfenolus, β-naftolu u. c. Daudz visdažādāko preparātu ražo ārzemju firmas. Svarīga arī pareiza biezinātāja izvēle, lai tas labi saistītos ar hidrofobajām sintētiskajām šķiedrām, iespiestos to struktūrā, pēc izžāvēšanas neatlīmētos no auduma, dotu rakstu ar neizplūdušām kontūrām. Apdrukājot ķīmisko šķiedru audumus ar dispersajām krāsvielām, biezināšanai lieto nātrija alginātu, KMC, metilcelulozi MC-100, solvitozi C5, manuteksu RS, indalku PA/3, guaranātu GSM/3.

Visvairāk ar dispersajām krāsvielām apdrukā *poliesteru šķiedru* audumus un trikotāžu, lietojot poliesteru dispersās krāsvielas, kas nesublimējas augstās t° pie 190—210 °C un ir gaismizturīgākas. Pie tam poliesteru šķiedru krāsojums vienmēr ir noturīgāks nekā poliamīdu vai acetātšķiedrām. Drukas krāsa satur krāsvielu, biezinātāju, hidrotropu vielu, intensifikatoru, organisku skābi (pH 5—6), jo daudzas krāsvielas ir sārmjutīgas.

Krāsvielas fiksēšana ar piesātinātu tvaiku pie 102—104 °C ir mazefektīva. Tā dod labu rezultātu tikai lielāka intensifikatora daudzuma klātbūtnē. Šim nolūkam ieteic p-oksidifenilu, rezorcīnu, tumeskalu PH, salicilanilīdu, benzoskābes atvasinājumus, propilēnkarbonātu. Drukas krāsa tad satur, piemēram, (g/kg): krāsvielu — 20, saslapētāju NB — 2, etiķskābi (30%) — 10, benzoskābi — 50, propilēnkarbonātu — 50, manuteksa biezinātāju — 550, ūdeni — līdz 1000. Tvaicē pie 102—104 °C 15—20 min. Katlu tipa tvaicētājos pie paaugstināta spiediena tvaicē 20—40 min hidrotropu vielu — urīnvielas (100 g/kg) vai tiourīnvielas (50 g/kg), dispersola HT vai citu klātbūtnē.

Intensīvāku un spilgtāku rakstu uz poliesteru un acetātšķiedru audumiem iegūst, pievienojot drukas krāsai urīnvielu (80—200 g/kg) un tvaicējot pie 150 °C dažas minūtes. Urīnviela ar kondensēto ūdens tvaiku veido eitektisku maisījumu, kas rada vidi disperso krāsvielu difūzijai no biezinātāja plēves šķiedrā. Urīnvielas iedarbības efektivitāte ir atkarīga no šķiedras ķīmiskās dabas, tvaicēšanas t° un dispersās krāsvielas markas. Pārāk lieli tās daudzumi var palielināt biezinātāja plēves cietumu, pasliktināt biezinātāja nomazgāšanos no auduma, sevišķi >150 °C, kad var sākties urīnvielas sadalīšanās. Lielāku urīnvielas daudzumu klātbūtnē kā biezinātājs noderīgs tikai nātrija algināts. Urīnvielas daļēja vai pilnīga aizstāšana ar citiem preparātiem — ateksolu PN-HT, dispersolu HT u. c. — novērš ar tās lietošanu saistītos trūkumus un paplašina biezinātāju izvēli.

Visbiežāk krāsvielu uz apdrukāta poliestera šķiedru auduma fiksē ar pārkarsētu ūdens tvaiku pie 160—180 °C 4—10 min. Ievērojami palielinās krāsu intensitāte un spilgtums, sevišķi paātrinātāju luprintānu ATP un HDF, levegalu PEB, PT, C, merprinta AP, samarona HT, AAP-02 u. c. (10—50 g/kg) klātbūtnē. Kā biezinātājus krāsvielas fiksēšanai ar pārkarsētu tvaiku galvenokārt lieto alginātu (manuteksu), KMK (solvitozi C-5) kopā ar alginātu, luteksāla tipa sintētiskos biezinātājus. Drukas krāsas sastāvā ir krāsviela, biezinātājs, intensifikators, bieži arī organiska skābe, piemēram, (g/kg): sumikaroni (japāņu poliesteru dispersās krāsvielas) — 20—40, intensifikators AAP-02 — 40, manuteksa biezinātājs (2%) — līdz 1000. Drukājot mašīnās ar cilindriskajiem sietšabloniem ar relatīvi lielu ātrumu, pievieno putu dzēsēju (nafome DP) vai citu (5—10 g/kg). Var

pievienot arī urīnvielu (20—50 g/kg). Tvaicē pie 165—170 °C 10 min.

Krāsvielas fiksēšana ar karstu gaisu pie 200—210 °C 45—60 s dod mazāk intensīvu un mazāk spilgtu rakstu, audums ir cietāks pēc taustes, teksturētiem pavedieniem var zust teksturēšanas efekts.

Apdrukāto audumu mazgā ar ūdeni, SML šķīdumu, tad ar verdošu sārmainu hidrosulfīta šķīdumu (reducējošā attīrīšana), lai pilnīgāk atdalītu vāji saistīto krāsvielu, intensifikatoru, biezinātāju u. c. vielas. Beigās audumu skalo ar ūdeni.

Uz *acetātšķiedru* audumiem ar dispersajām krāsvielām var iegūt bagātu krāsu gammu, bet raksts nav sevišķi noturīgs. Noturīgums palielinās pēc 20—30 min tvaicēšanas periodiskas darbības katlos pie paaugstināta spiediena, bet šis paņēmiens nav ekonomiski izdevīgs. Krāsvielas difūziju šķiedrā paātrina urīnvielas piedeva drukas krāsai (50—100 g/kg). Apdrukātais materiāls jātvaicē pie 102—104 °C 25—30 min.

Uz triacetāta šķiedru audumiem un trikotāžas raksts ir noturīgāks, bet, lai paātrinātu krāsvielas fiksācijas procesu, drukas krāsai jāpievieno intensifikatori — šķiedru uzbriedinoši vai krāsvielu disperģējoši sastāvi, piemēram, (g/kg): propilēnkarbonāts — 50, rezorcīns — 20 un urīnviela — 50 vai tiourīnviela — līdz 100, vai preparāti uz p-fenilfenola, polietilēnglikola bāzes u. c. Intensifikatoru klātbūtnē tvaicēšanu var realizēt parastajos tvaicētājos, reizēm arī pie paaugstināta spiediena.

Tvaicējot ar pārkarsētu tvaiku, maksimālo krāsu intensitāti uz triacetāta šķiedru audumiem iegūst 3—5 min pie 180—190 °C, ja urīnvielas koncentrācija drukas krāsā 75—100 g/kg. Ir gan arī dati par auduma izturības pazeminināšanos par 54%, tvaicējot ar pārkarsētu tvaiku (180 °C, 2 min). No importa intensifikatoriem ieteic luprintānu ATP, sandotermu ACS, merprintu AP u. c. Krāsvielu fiksē ar pārkarsētu tvaiku pie 180—190 °C 1—2 min vai pie 165—170 °C 4—8 min. Lieto algināta, KMC un KMK, manuteksa un KMC (1 : 1) biezinātājus.

Procesa beigās audumu rūpīgi mazgā un izdara reducējošo attīrīšanu, lai nesakrāsotos baltais fons vai gaišākie laukumi.

Daļu celulozes acetātu un poliesteru materiālu apdrukā ar dispersajām krāsvielām pēc termodrukas paņēmiena.

Kaprona audumu apdrukāšanai nereti lieto metālsaturošās dispersās krāsvielas, kas dod slapjo apstrāžu un gaismizturīgāku rakstu. Drukas krāsas sastāvā ir, piemēram, (g/kg): krāsvielas pasta — 10—30, algināta biezinātājs (8%) — 750, urīnviela — 50, rezorcīns — 20, preparāts TMS — 10. Audumu tvaicē 20—30 min pie 102—104 °C.

Spilgtu, noturīgu rakstu uz poliamīdu šķiedru izstrādājumiem dod skābās krāsvielas. Drukas krāsa satur (g/kg): krāsvielu — 30—40, biezinātāju (algināta, KMK, modificēta dekstrīna) — 500—790, hidrotropas vielas (tiourīnvielu, tiodiglikolu) — 20—50 vai urīnvielu — 100, rezorcīnu vai fenolu — 30—45, etiķskābi (80%) — 40 vai amonija sulfātu — 40—50 skābas vides radīšanai. Tvaicēšanas ilgums 15—30 min pie 102—103 °C. Līdzīga receptūra un režīms ir, drukājot ar skābajām metālsaturošajām krāsvielām, kas dod noturīgāku, bet mazāk spilgtu krāsojumu.

Noturīgu rakstu dod arī aktīvās krāsvielas vāji skābā vidē (pH 5—7), ko rada ar amonija sulfāta piedevu. Lai palielinātu krāsvielas šķīdību, drukas krāsai pievieno urīnvielu. Biezinātājs — algināta, KMC vai emulsijas. Drukā, žāvē, tvaicē pie 103—104 °C 25—30 min, intensīvi mazgā.

Aktīvās krāsvielas lieto arī celulozes-poliamīdu dažādšķiedru audumu apdrukāšanai. Drukā ar neitrālu drukas krāsu. Tvaicējot to fiksē uz poliamīdu šķiedrām, tad piesūcina ar vāji sārmainu šķīdumu, lai rakstu fiksētu uz celulozes šķiedrām.

Poliakrilnitrila šķiedru audumus (dekoratīvos, aizkaru, lakatu audumus) parasti apdrukā ar katjonu krāsvielām, lai iegūtu noturīgāku rakstu vidējos un tumšos, spilgtos toņos. Drukas krāsa satur (g/kg): krāsvielu — 20—40, etiķskābi (40%) — 50, biezinātāju (indalkas, traganta, algināta) — 600—700, ūdeni — līdz 1000. Etiķskābe palielina krāsvielas šķīdību un rada skābu vidi. Pievieno arī negaistošas skābes (citronskābi, vīnskābi). Pie 102—103 °C tvaicēšana ilgst vismaz 30 min, pie paaugstināta spiediena — mazāk. Procesa paātrināšanai ieteic arī tādu vielu piedevas, kas uzbriedina šķiedru: rezorcīnu, β-naftolu, propilēnkarbonātu, gliecīnu PFD u. c. Pēc tvaicēšanas audumu rūpīgi mazgā ar ūdeni, SML šķīdumu, tad atkal ar ūdeni.

Pigmenti ir ūdenī nešķīstošas krāsvielas. Tekstilrūpniecībā galvenokārt lieto organiskos pigmentus — azobenzola, antrahinona, ftalocianīna u. c. atvasinājumus, bet izmanto arī titāna dioksīdu, bronzas un alumīnija pulverus. Tos izlaiž

pastu (pigmenta saturs 20—30%) vai smalkdispersu pulveru veidā (daļiņu izmēri 0,6—2 μm). Pigmentiem nav tieksmes saistīties ar šķiedrām, tāpēc tos pielīmē šķiedrām ar speciālām saistvielām.

Pigmentu drukas priekšrocības: 1) ar pigmentiem var apdrukāt dažādu šķiedru audumus un iegūt spilgtu gaismizturīgu, slapjo apstrāžu un ķīmiskās tīrīšanas izturīgu rakstu uz dekoratīvajiem, portjeru, veļas, bērnu apģērbu u. c. audumiem un trikotāžas; 2) vienkāršāka procesa norise — audumu apdrukā, žāvē un termiski apstrādā, bet jāmazgā tas nav.

Drukājuma kvalitāti lielā mērā nosaka saistviela. Tai labi jāsaistās kā ar pigmentu, tā šķiedru. Saistvielas plēvei jābūt bezkrāsainai, caurspīdīgai, elastīgai, pietiekami cietai un mehāniski, ūdens un gaismas izturīgai, lai raksts būtu noturīgs, arī fizioloģiski nekaitīgai. Lai nodrošinātu visas šīs īpašības, saistviela parasti ir kombinēta un sastāv no 1) plēvi veidojoša termoplastiska kopolimēra (kaučukveidīga vai poliakrilāta) sintētiskā lateksa un 2) ūdenī šķīstoša bi- vai polifunkcionāla termoreaktīvo sveķu priekškondensāta jeb sašujošā aģenta (metazīns, glikazīns, urīnvielas vai triazinona metilolatvasinājumi, etilēnamīna atvasinājumi). Sašuvējs apdrukātā auduma termiskās apstrādes laikā kondensējas tālāk un vienlaikus reaģē ar šķiedru un lateksa kopolimēra aktīvajām grupām, saistoties ar tiem un pigmentu vienotā kompleksā un nodrošinot raksta noturību.

Lieto karboksilgrupas saturošus butadiēna-stirola (SKS-65-GP), butadiēna-akrilnitrila (SKN-40-GP), butadiēna-metilmetakrilāta (DMMA-65-GP) u. c. lateksus. Perspektīvākie plēvi veidojošie polimēri ir akrilskābes atvasinājumi — polifunkcionāli tās trīskomponentu kopolimēri ar aktīvām metilol- vai citām grupām. Tie ir pašsašujošies plēvi veidojoši savienojumi, kuru lietošana vienkāršo drukas krāsas sastāvu un pigmenta fiksācijas tehnoloģiju šķiedrā. Akrilātu saistvielas nodrošina labu raksta mazgāšanas, berzes un gaismizturību, mīkstu auduma grifu. No šāda tipa preparātiem Padomju Savienībā ražo emukrilus (emukrils M).

Drukas krāsa sastāv no smalkdispersa pigmenta, saistvielas, sašūšanas procesa katalizatora (NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$), lateksa stabilizatora (NH_4OH) u. c. TPV un biezinātāja. Parastie polimērie biezinātāji ar relatīvi lielu sausnes saturu šajā gadījumā nav vēlami, jo tie nomazgājoties pazemina raksta slapjo apstrāžu izturību un palielina auduma cietumu

apdrukātajās vietās. Piemērotāki ir emulsijas biezinātāji «eļļa ūdenī» uz lakbenzīna bāzes, jo tie žāvēšanas un termoapstrādes laikā gandrīz pilnīgi atdalās no auduma. Piemēram, emulsijas biezinātāja sastāvs ar lateksu (g): lakbenzīns — 720—800, ūdens 27—10, OP—10—15, latekss SKN-40-1GP (33%) — 158. Drukas krāsas sastāvs ar šo biezinātāju kokvilnas-lavsāna auduma apdrukāšanai (g/kg): pigmenta pasta — 70, metazīns (65% šķīdums) — 162, NH_4Cl (25%) — 27,4, NH_4OH (25%) — 5, emulsijas biezinātājs ar lateksu — līdz 1000. Apdrukāto audumu žāvē un termiski apstrādā pie 175—200 °C 2,5—5 min. Nehigiēnisko darba apstākļu un ugunsnedrošības dēļ emulsijas biezinātājus maz lieto.

Perspektīvāki ir t. s. bezbenzīna biezinātāji uz plastificētu celulozes ēteru (metilcelulozes MC-100, KMC amonija sāls) bāzes vai sevišķi uz vietām sašūtu poliskābju vai poliakrilskābes atvasinājumu bāzes, kuriem ir ļoti liela biezināšanas spēja (10—12 g/kg). Turklāt šie reaģētspējīgie biezinātāji termiskās apstrādes laikā reaģē ar saistvielu un pāriet tās sastāvā. Drukas krāsas sastāvs uz emukrilu un bezbenzīna biezinātāja bāzes (g/kg): pigmenta pasta — 80, emukrils M — 200, emukrils P — 20, glikazīns — 20, mīkstinātājs — 12, etilēnglikols — 15, stearokss 6 (1 : 3 ar ūdeni) — 20, amonija sulfāts (1 : 3 ar ūdeni) — 10, akrilāta biezinātājs (1—2%) — līdz 1 kg. Apdrukāto audumu izžāvē un termiski apstrādā pie 170—180 °C 3 min vai pie 140—150 °C 5 min. Izveidojas saistvielas plēve par telpisku režģveida struktūru, kurā ieslēgtas pigmenta daļiņas. Auduma mazgāšana vai citas apstrādes nav vajadzīgas. Krāsojumam laba slapjo apstrāžu izturība; berzes izturība 4 punktu robežās.

Noturīgāko rakstu iegūst uz celulozes un celulozes-sintētisko šķiedru audumiem. Sintētisko un stikla šķiedru audumu apdrukāšanai daudz grūtāk piemeklēt piemērotu saistvielu, jo šīm šķiedrām ir maz aktīvu funkcionālu grupu vai nemaz nav to un ir pārāk gluda virsma.

Drukas krāsu dekoratīvo stikla šķiedru audumu apdrukāšanai gatavo uz polikarilātu lateksu vai hidrolizēta polihlooprēna lateksa (L-7) bāzes, jo tiem ir laba adhēzija pret stiklu. Kā sašujošo aģentu lieto mazmolekulārus silikonus, piemēram, aminosilānu AGM-9. Viena no drukas krāsas receptēm ir šāda (g/kg): pigmenta pasta — 5—100, latekss L-7, hidrolizēts (40—42%) — 40—80, sašuvējs AGM-9 —

3—6, emulsijas biezinātājs «ūdens eļļā» uz velositeļļas bāzes — līdz 1000. Apdrukāto audumu žāvē pie 130—140 °C, pēc tam apretē ar hidrofobizējošu apreti (GKŽ-94 un hromolānu) un termiski apstrādā pie 170 °C dažas minūtes.

Kaut gan drukāšanai ar pigmentiem ir vairākas priekšrocības, rodas arī problēmas. Ne vienmēr var iegūt pietiekami noturīgu, sevišķi berzes izturīgu rakstu. To palielina termoreaktīvo sveķu piedeva, bet palielinās arī auduma cietums raksta vietās. Tā kā pigmenta saistviela paliek uz auduma, var pasliktināties auduma grifs. Drukas krāsā esošā saistviela vairāk vai mazāk aizķepē un padara netīru drukāšanas iekārtu — šablonus, raksta veltņus, paklājaudumu, žāvētavas transportveltnīšus; to cenšas novērst ar nelielām higroskopisku vielu (etilēnglikola, glicerīna) piedevām.

VI. NOBEIGUMA APDARE

Nobeiguma apdare ietver fizikāli mehāniskas un ķīmiskas apstrādes procesus, kuru rezultātā uzlabojas izstrādājumu kvalitāte un ekspluatācijas īpašības un tie iegūst preces izskatu. Fizikāli mehāniskās apstrādes procesi ir audumu un triko drānu žāvēšana, platināšana, sašķiebumu likvidēšana, gludināšana kalandros vai presēs, dekatēšana, nobeiguma termofiksācija, ja vajadzīgs, arī uzkāršana, cirpšana, sarucināšana. Ķīmiskās apstrādes process ir tekstilizstrādājumu apretēšana, t. i., apdare ar dažāda sastāva šķīdumiem, emulsijām vai koloidālām dispersijām, lai piešķirtu materiālam noteiktas īpašības. Apretes var padarīt TM mīkstāku vai cietāku pēc taustes, palielināt tā blīvumu, nodiluma un gaismas izturību, samazināt burzīšanos, saraušanos mazgājot, elektrizēšanos, trikotāžas irstamību, pavedienu pārciršanu šūšanas procesā. Apretes var piešķirt audumam arī specifiskas īpašības: hidrofobumu, nedegamību, bioloģisku izturību, samazināt tā notraipīšanos ar eļļām un netīrumiem.

Nobeiguma apdares raksturu un apretes sastāvu nosaka šķiedrmateriāla ķīmiskā daba un lietojums. Celulozes šķiedru audumu nobeiguma apdare vienmēr ir sarežģītāka nekā zīda, vilnas vai sintētisko šķiedru audumiem, kuru sastāvs vien jau lielā mērā nosaka to labvērtību. Visdažādākās apretes uznes galvenokārt celulozes šķiedru audumiem, lai mainītu un uzlabotu to īpašības.

CELULOZES ŠĶIEDRU AUDUMU APDARE

Celulozes šķiedru audumus apretē, žāvē, platina, novērš auduma sašķiebumus, ja vajadzīgs, kalandrē, termiski apstrādā, mehāniski sarucina. Procesus realizē nepārtrauktas darbības agregātos un līnijās. Gatavā auduma īpašības lielā mērā nosaka uznestā aprete.

Ir nomazgājamas un nenomazgājamas apretes. Nomazgājamo aprešu galvenais materiāls ir ciete, arī dekstrīns, karboksimetilceluloze (KMC) un citi celulozes ēteri. Bet šie ūdenī šķīstošie sastāvi uzlabo auduma īpašības tikai līdz

pirmajai mazgāšanai. Tos lieto galvenokārt veļas audumu apretēšanai.

Maznomazgājamās un nenomazgājamās apretes ir dažāda sastāva. Noturīgākās apretes dod termoreaktīvo sveķu priekškondensāti, kas auduma termiskās apstrādes laikā pāriet nešķīstošā formā un ķīmiski saistās ar šķiedrām. Mazāk noturīgas ir termoplastisko polimēru apretes, kuras uznes uz auduma koloidālu dispersiju (lateksu) vai emulsiju veidā un kuras pēc auduma izžāvēšanas mehāniski pārklāj šķiedru virsmu plānas plēvītes veidā. Nereti termoreaktīvo sveķu priekškondensātu kombinē ar termoplastisko polimēru lateksu vai emulsiju (pretburzes, pretraušanās u. c. apretes). Atsevišķos gadījumos celulozes šķiedru audumiem uznes speciālas hidrofobizējošas, pretuguns, prettrūdes, pretelļu un pretnetīrumu apretes. Bez plēvi veidojošiem un līmējošiem komponentiem aprešu sastāvā ietilpst arī dažādas TPV.

Aprešu pagatavošanai cieti vāra ar ūdeni, līdz veidojas klīsteris. Tam pievieno mīkstinātājus, antiseptiskas un higroskopiskas vielas. Visu vēlreiz pavāra, līdz izveidojas viendabīga masa. Sintētiskās apretes nav jāvāra. Termoreaktīvo sveķu priekškondensātu izšķīdina karstā ūdenī vai termoplastiskā polimēra lateksu atšķaida ar ūdeni līdz vajadzīgajai koncentrācijai un rūpīgi sajauc ar citu komponentu (mīkstinātāja, polikondensācijas reakcijas katalizatora u. c. piedevu) šķīdumiem.

Apdare ar nomazgājamām un maznomazgājamām apretēm. Iekārtas

Cietes apretes. Kokvilnas veļas audumu un linu audumu apretēšanai vēl lieto cietes apretes. Cietes klīsteris neiesūcas dziļi audumā un iežūstot pārklāj to ar plānu apretes plēvīti, kas palielina no auduma atstarotās gaismas daudzumu, tāpēc tas liekas baltāks. Dziļāk audumā iesūcas cietes daļējas noārdīšanās produkti, kurus iegūst, cietes klīsteri vārot kopā ar nelielu skābes, oksidētāja vai fermentatīva preparāta (60—65 °C) piedevu. Cietes aprešu receptūra ļoti dažāda. Cietās apretes satur vairāk cietes, mīkstās — mīkstinātāja: stearīna vai oleīnziepju, stearoksa, alkamona OS-2, preparāta AM. Baltuma pakāpes palielināšanai apretes šķīdumam pievieno optisko balinātāju (OB) vai nedaudz ultramarīna. Piemēram, bjazu apretē ar sastāvu, kas satur

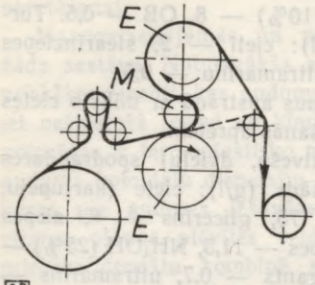
(g/l): cieti — 8, stearīnziepes (10%) — 8, OB — 0,5. Turpretī poplīna aprete satur (g/l): cieti — 2, stearīnziepes (10%) — 150, OB — 0,4 un ultramarīnu — 0,5.

Viskozes štāpeļšķiedru audumus apstrādā ar mīksto cietes apreti vai pretburzes un pretraušanās apretēm.

Linu audumu (galdautu, salvešu, dvieļu) spodrapdares aprešu orientējošs sastāvs ir šāds (g/l): ciete (kartupeļu, kviešu, kukurūzas 1 : 1 : 1) — 75, glicerīns — 6, ziepes (60%) — 6, sintētiskās taukskābes — 11,5, NH_4OH (25%) — 8,3, nātrija silikāts — 6,6, tragants — 0,7, ultramarīns — 0,8. Ciešu maisījums dod lielāku apretēšanas efektu. Kukurūzas ciete vislabāk aizpilda audumu, kartupeļu ciete piešķir lielāku zīdainību. Viskozākos šķīdumus dod kartupeļu, mazāk viskozos — kviešu ciete. Nātrija silikātu un amonija hidroksīdu pievieno taukskābju pārziepošanai. Glicerīns ir higroskopiska viela. Matētai apdarei cietes un citu vielu patēriņš par trešdaļu mazāks, kā arī cits kalandrēšanas režīms. Šie audumi (palagi) ir mīkstāki pēc taustes.

Iekārtas. Kokvilnas un linu audumu apretēšanai ar cietes apretēm reizēm lieto apretēšanas-žāvēšanas līniju, kas sastāv no vienas vai divām piesūcināšanas mašīnām un cilindru žāvētavas. Uz auduma uznestās apretes daudzumu regulē, mainot apretes šķīduma koncentrāciju un auduma nospiešanas pakāpi pēc piesūcināšanas, t. i., veltņu piespieduma pakāpi. Ja audums jāapretē tikai no vienas puses (uzkārsti, plūksnu audumi), to nelaiž caur apretes šķīdumu, bet padod starp spiedveltņiem ar kreiso pusi pret apakšējo veltni, kas rotē apretes šķīdumā (69. att. *d*). Cilindru žāvētavā audums izstiepjas garumā un saraujas platumā, tādēļ pēc žāvēšanas to samitrina, lai tas kļūtu elastīgāks, un platina ķēžu platināšanas mašīnā. Turpat izlabo arī auduma sašķiebumus. Tad audumu kalandrē, lai tas kļūtu blīvāks, gludāks, spīdīgāks.

Kalandri sastāv no vairākiem smagiem veltņiem, kas novietoti cits virs cita. Izplatītākie ir div-, trīs- un četrveltņu kalandri (87. att.). Viens veltnis ir metāla (M), apsildāms no iekšpuses ar tvaiku vai elektriski, pārējie — elastīgi (E), no sapresēta vilnas papīra. Veltņus piespiež citu citam pneimatiski vai hidrauliski. Kalandrēšanas efekts ir jo lielāks, jo lielāks ir spiediens uz audumu, jo augstāka ir t° un jo lēnāk audums iet cauri kalandram. Auduma virsma kļūst sevišķi spoža un gluda, ja karstais metāla veltnis griežas ar 25—35% lielāku aploces ātrumu nekā elastīgie veltņi un slīd

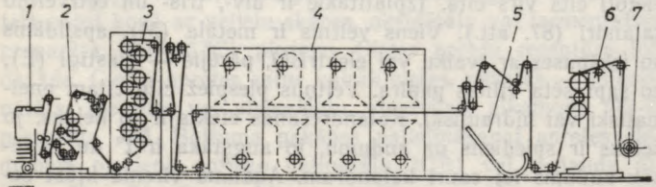


87. att. Trīsveltņu kalandra shēma

pār audumu. Auduma pārvietošanās ātrums šajos frikcijas jeb spodrkalandros ir 20—60 m/min atkarībā no veltņa t° (110—170 °C). Lielāku spīdumu panāk arī, audumu vairākkārt kalandrējot. Matētus audumus dabū, gludinot starp veltņiem, kuru aploces ātrumi ir vienādi.

Bez šiem apdares kalandriem ar gludiem veltņiem ir reljefraksta kalandri, kuru metāla veltņa virsmā ir izcilnēts raksts, ko pie noteikta veltņa spiediena un t° mehāniski iespiež audumā. Sudraba kalandra metāla veltņa virsmā iegravētas sīkas svītriņas, kas piešķir kokvilnas audumam (satīniem, lastikiem, reizēm katūniem) zīdainu spīdumu (zīda finišs) daudzo nelielo atstarojošo virsmu dēļ. Lai kalandrēšanas efekti neizzustu, šķiedrām uzbriestot mazgāšanas procesā, audumu pirms kalandrēšanas apretē ar nenomazgājamu termoreaktīvo sveķu apreti.

Racionālākas iekārtas nobeiguma apdares procesu realizēšanai ir apretēšanas-apdares līnijas LAO, kuras izlaiž vairākos variantos ar dažādu darba platumu un kurās bez apretēšanas veic arī citas apdares operācijas. Līnijā LAO-120-2 (88. att.) audumu caur padevējiekārtu *1* padod uz piesūcināšanas mašīnu *2*, kur to piesūcina ar apretes šķīdumu, pēc



88. att. Apretēšanas-apdares līnijas LAO-120-2 shēma

tam apžāvē cilindru žāvētavā *3* līdz mitruma saturam 30—35%, platina, izlabo auduma sašķiebumus un galīgi izžāvē žāvēšanas-platināšanas mašīnā *4*, tad caur kompensatoru *5* padod uz apdares kalandru *6* un satin rullī *7*.

Cietes aprešu vietā veļas audumu apdarei arvien vairāk lieto **maznomazgājamās termoplastisko polimēru** — polimetilmetakrilāta, polivinilacetāta, polietilēna, poliakrilskābes esteru, polivinilspirta ēteru u. c. **apretes** lateksu vai emulsiju veidā. Viens no labākajiem kokvilnas audumu apretēšanai ir polimetilmetakrilāta (PMMA) latekss. Tā aprete satur (g/l): PMMA lateksu — 50—100, mīkstinātāju (stearoksu, nekalu, prevocelu W-OF-100, alizarīneļļu) — 2—3, optisko balinātāju — 0,2—0,5. Piesūcināto audumu žāvējot, uz šķiedrām izveidojas caurspīdīga, elastīga, izturīga, grūti nomazgājama plēvīte (1—2% no auduma svara), palielinās auduma nodilumizturība, aizpildītība. Pēc 10 mazgāšanas reizēm uz auduma paliek līdz 80% apretes. PMMA galvenais trūkums ir zema termiskā izturība — līdz 100 °C.

Maznomazgājamu apreti palagu, dvieļu, galdautu u. c. audumiem nereti iegūst uz polivinilacetāta (PVA) emulsijas bāzes (10—20 g/l). Piesūcināto audumu žāvē un termiski apstrādā pie 140—145 °C 5 min. PVA aprete iztur 5 mazgāšanas reizes. Nenomazgājamības palielināšanai PVA var modificēt (ar metazīnu).

Viskozes oderu un kleitu audumu nodilumizturības palielināšanai (par 20—80%) ieteic polietilēna emulsiju vai poliakrilātu lateksus — emukrilu S vai M (20—30 g/l). Audumu piesūcina ar apretes šķīdumu un žāvē žāvēšanas-platināšanas mašīnā pie 100—110 °C. Oderu audumus kalandrē, lai tie būtu gludāki, slīdīgāki. Nodilumizturību palielina arī polivinilspirta apretes (10 g/l).

Maznomazgājamām apretēm izmanto arī glikazīnu (244. lpp.), kas veido asociētas daļiņas, kuras piesūcināšanas procesā lokalizējas uz auduma virsmas. Lieto kompozīcijā ar nelielu daudzumu polietilēna emulsijas vai preparātu AM.

Nenomazgājamās pretburzes, pretraušanās u. c. apretes uz termoreaktīvo sveķu bāzes

Celulozes šķiedru audumu būtiskākie trūkumi ir to lielā burzīšanās un saraušanās mazgājot. Lai tos novērstu, audumus apstrādā ar apretēm uz termoreaktīvo sveķu bāzes.

Celulozes šķiedru audumu stipro burzīšanos nosaka lielie starpmolekulārās pievilkšanās spēki. Pēc auduma deformēšanas (saburzīšanas) jaunajās vietās izveidojušās ūdeņraža saites un citi starpmolekulārās pievilkšanās spēki kavē makromolekulas atgriezties sākotnējā stāvoklī. Lai palielinātu neburzību, jāpalielina šķiedrmateriāla elastība, tā deformāciju atgriezenība. Šim nolūkam jārada zināms daudzums ķīmisku šķērssaišu starp makromolekulām un fibrillām, lai kavētu to pārvietošanos attiecībā vienai pret otru deformēšanas apstākļos un līdz ar to samazinātu paliekošās deformācijas.

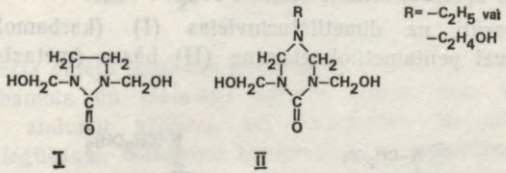
Celulozes šķiedru, sevišķi viskozes štāpeļšķiedru, audumi mazgājot vai samirkstot saraujas (2—10%) šķiedru iekšējo spriegumu izlīdzināšanās (relaksācijas) un uzbriešanas dēļ. Hidrofilākās šķiedras vairāk uzbriest ūdenī un vairāk saraujas. Saraušanos samazina, audumu mehāniski vai ķīmiski apstrādājot.

Mehāniski saraušanos samazina žāvēšanas-platināšanas mašīnā, padodot drānu tajā ar apsteigumu, t. i., ātrāk, nekā kustas platināšanas rāmja transportķēdes (sk. 25. att.). Zūstot audums saraujas, izzūdot iekšējiem spriegumiem tā garenvirzienā. Drānas izmēri stabilizējas. Līdzīgs process notiek cilpu, arī sietcilindru žāvētavās. Ir arī speciāli audumu mehāniskās sarucināšanas agregāti (250. lpp.). Mehāniski samazina iekšējo spriegumu relaksācijas, nevis uzbriešanas radīto saraušanos.

Ķīmiskā apstrāde ar termoreaktīvo sveķu (TRS) priekškondensātiem (PK) novērš šķiedru uzbriešanu un fiksē auduma izmērus daļējas relaksācijas apstākļos. Ķīmiskais paņēmiens ir racionālāks, jo samazinās metrāžas zudumi un vienlaikus audums kļūst neburzīgs, palielinās krāsojuma noturība. Termoapstrādes laikā pie 140—160 °C TRS PK katalizatora klātbūtnē šķiedrās kondensējas par nešķīstošu polimēru, kā arī reaģē uz celulozes spirtu hidroksilgrupām, izveidojot starpmolekulāras ķīmiskas saites. Tieši šīs ķīmiskās šķērssaites (daļēji arī nešķīstošais homopolimērs) nosaka šķiedru uzbriešanas spēju ievērojamu samazināšanos, deformāciju atgriezenības palielināšanos un auduma izmēru un stāvokļa fiksāciju. Izveidojas nešķīstoša, nenomazgājama pretraušanās un pretburzes aprete. Tā kā aprete iesūcas audumā, termoreaktīvais polimērs nenoslēdz tā poras un tas nezaudē gaisa caurlaidību un higiēniskumu.

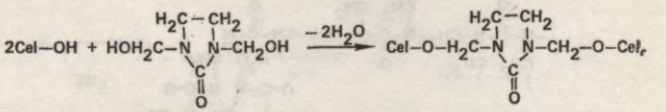
Apretēšanai lietojamie ūdenī šķīstošie TRS PK ir bi- un polifunkcionāli savienojumi ar aktīvām N-metilolgrupām: urīnvielas-formaldehīda un melamīna-formaldehīda kondensācijas produkti, preparāti uz cikliskās etilēn- vai propilēnurīnvielas, arī triazinonu bāzes u. c.

Apdarei visracionālāk izmantot reaktantus — cikliskās etilēnurīnvielas dimetilolatvasinājumus (I), reizēm arī alkiltriazinonu dimetilolatvasinājumus (II):



Reaktanti uz šķiedras galvenokārt veido ķīmiskās šķērssaites starp celulozes makromolekulām. Tās, bet daļēji arī elastīgais homopolimēra sveķu skelets šķiedrās, piešķir audumam neburzību un novērš saraušanos.

No šāda tipa preparātiem pasaulē visvairāk lieto ciklisko dimetiloletilēnurīnvielu (I). PSRS uz tās bāzes ražo karbamolu CEM. Tā šķīdumi labi iesūcas šķiedrās, veido 4—5 šķērssaites (II) uz katrām 100 celulozes elementārvienībām



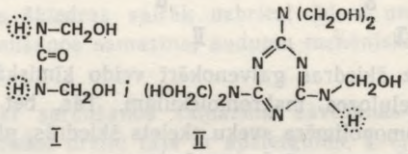
kā arī lineāras struktūras homopolimēru. Lai iegūtu vajadzīgo neburzību, preparāta koncentrācijai apretes šķīdumā jābūt 200—250 g/l un uz auduma jāuznes 5—12% polimēra no auduma svara. Ķīmiskie procesi ar šķērssaišu veidošanos pietiekamā ātrumā notiek tikai >140 °C skāba rakstura katalizatora (amonija hlorīda, magnija hlorīda u. c.) klātbūtnē. Tādēļ pēc izžāvēšanas apretēto audumu termiski apstrādā pie 140—145 °C 4—5 min. Lai audumi pēc apretēšanas būtu mīksti, lokani un elastīgi, labi drapētos, TRS šķīdumam pievieno mīkstinošus un plastificējošus sastāvus: polietilēna vai PVA emulsiju, preparātu AM, alkamonu OS-2, stearoksu vai alamīnu M.

Karbamols CEM dod labu neburzības efektu ar lielu apretes mazgāšanas izturību, jo preparāts iesūcas dziļi šķiedrās. Aprete ir mazgāšanas izturīga arī hloru saturošu bali-

nošu aģentu klātbūtnē, jo pie karbamola CEM slāpekļa atomiem nav aktīva ūdeņraža atomu, kas varētu reaģēt ar hloru. Līdzīgu efektu dod dimetilolalkiltriazinoni (karbazons O, karbazons E), bet tie ir termiski mazāk izturīgi. Tāpēc apretētie audumi gludinot pamazām dzeltē, rodas nepatīkama «siļķu» smaka.

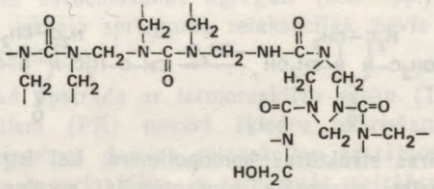
Audumu saraušanos ir vieglāk novērst nekā burzīšanos. Apretes šķīdumus var ņemt divreiz vājākas koncentrācijas, termisko apstrādi izdarīt zemākā t°.

Preparāti uz dimetilolurīnvielas (I) (karbamols) un heksa- vai pentametilolmelamīna (II) bāzes (metazīns, glikazīns)



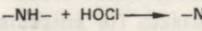
I II

vieglāk reaģē paši savā starpā, dodot režģveida struktūras homopolimēru, nekā ar celulozes šķiedrām:

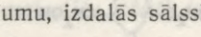


Šī iemesla dēļ jau preparātu uzglabāšanas laikā pamazām var rasties nešķīstošs homopolimērs, metilolgrupām reaģējot ar imīngrupas —NH— aktīvo ūdeņradi vai savā starpā. Preparātus ieteic uzglabāt ne ilgāk kā 2—2,5 mēnešus. Penta- vai heksametilolmelamīna aktivitāti samazina, daļu metilolgrupu ēterificējot ar metilspirtu (metazīns) vai etilēnglikolu (glikazīns). Šos preparātus var uzglabāt 3—4 mēnešus. Metazīna apretes mazgāšanas procesā ir noturīgākas nekā karbamola apretes, metazīns arī stabilāks uzglabājot, jo mazāk notiek homopolimerizācija šķīdumā (tā raksturīga galvenokārt preparātiem, kas satur imīngrupas —NH— ar aktīvu ūdeņraža atomu). Preparātu imīngrupas reaģē arī ar

mazgāšanas un balināšanas līdzekļu aktīvo hloru un rada hloramīnus:



Gludinot tādu audumu, izdalās sālsskābe un skābeklis

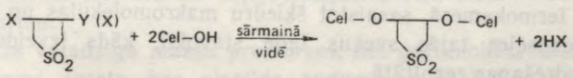


kas izraisa daļēju celulozes destrukciju.

Karbamola un metazīna apretes vairāk lieto viskozes šķiedru audumu apdarei, arī neizzūdošu kalandrēšanas efektu iegūšanai. Glikazīnu kompozīcijā ar polietilēna emulsiju vai citu mīkstinātāju vairāk izmanto maznomazgājamām apretēm.

Visi minētie preparāti piešķir audumiem neburzību sausā stāvoklī. Slapji tie burzās un pēc mazgāšanas ir jāgludina.

Grupa preparātu (etamons DS, LUR, DIMOS) piešķir audumiem *neburzību* tikai *slapjā stāvoklī*, sasaistot celulozes makromolekulas ar nedaudzām ķīmiskām šķērssaitēm uzbriedušā stāvoklī, piemēram, sulfolāna atvasinājumi (LUR, DIMOS):

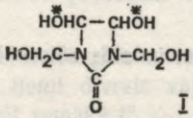


X, Y=—Cl, —Br, —OSO_2, —OCH_3, $OCOCH_3$, —OH

Etamons DS ir dimetiloletilēnurīnvielas atvasinājums, kas vāji skābā vidē reaģē ar celulozi tāpat kā karbamols CEM (243. lpp.), tikai šķērssaišu daudzums ir apmēram trīsreiz mazāks. Bez tam, etamonam DS sadaloties reakcijas apstākļos, izdalās alkilamīni, kas termiskās apstrādes un šķērssaišu rašanās laikā uztur šķiedru plastificētā uzbriedušā stāvoklī; tas arī nosaka slapjā auduma neburzību. Pēc mazgāšanas izstrādājumi tikai viegli jāpārgludina (apdare LG).

Lietojot etamonu DS (220 g/l) kopā ar karbamolu CEM (150 g/l), audums kļūst mazburzīgs slapjā un sausā stāvoklī. Šādam apdares veidam nosacīti dots nosaukums «mazgā-valkā» jeb LU. Pēc izmazgāšanas un izžāvēšanas izstrādājumus (vīriešu virskreklus, kleitas) pietiek tikai viegli pārgludināt.

Daži reaktanti uz dimetiloldioksietilēnurīnvielas (I), arī divinilsulfona un dimetilolalkilkarbamātu bāzes, ir ar slēptu reaģētspēju (karbamols GL, ārzemju preparāti).



I

Tos izmanto, lai gataviem apģērbiem piešķirtu stabilu formu un neizzūdošas ieloces. Šī procesa «forniz» pirmā stadija — apretēšana notiek tekstilfabrikā, kur audumu piesūcina ar karbamola GL un zemā t° mazaktīva katalizatora ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) šķīdumu un izžāvē. Hidroksilgrupas* etilēnurīnvielas molekulā pazemina metilolgrupu reaģētspēju ar celulozi zem 100 °C, tādēļ apretēto audumu var uzglabāt vairākus mēnešus. Procesa otrā stadija noris šūšanas fabrikā, kur gatavam apģērbam piešķir vajadzīgo formu vai ieloces un tās fiksē termokamerā.

Pretburzes un pretraušanās apretes izmanto arī *neizzūdošu kalandrēšanas efektu* iegūšanai. Pēc piesūcināšanas ar TRS PK šķīdumu audumu žāvē, pēc tam kalandrē reljefraksta, sudraba vai spodrkalandrā (240. lpp.). Kalandrā apretētā auduma virsma iegūst vajadzīgo formu, kuru pēc tam fiksē termokamerā, sasaistot šķiedru makromolekulas un polikondensējot tajās sveķus tādā stāvoklī, kāds izveidojās kalandrēšanas rezultātā.

TRS (karbamola, glikazīna u. c.) apretes lieto arī viskozes-kaprona mežģīņu, poliuretāna-kaprona elastīgās trikotāžas u. tml. izstrādājumu noturīgai *cietināšanai.* Šim pašam nolūkam izmanto arī PVA emulsiju.

Audumu apdarei ar TRS ir vairāki **trūkumi.** Preparāti termiskās apstrādes laikā izdala formaldehīdu, tādēļ audumam rodas formaldehīda un reizēm arī nepatīkama «siļķu» smaka. Tās cēlonis ir reakcijas blakusprodukti, katalizatora (NH_4Cl) paliekas un sadalīšanās produkti, skudrskābes sāļi. Pēc auduma izmazgāšanas smaka samazinās. Lai saistītu izdalīto formaldehīdu, apretes šķīdumam pievieno diciāndiamīdu vai urīnvielu.

Bez tam TRS preparāti apretēšanas procesā par 20—50% samazina celulozes šķiedru (sevišķi kokvilnas un linu) audumu izturību, turklāt jo vairāk, jo lielāks ir uznestās apretes daudzums. Izturības pazeminināšanos izskaidro dažādi.

Rodoties nelielam daudzumam izturīgu ķīmisko šķērssaišu starp celulozes makromolekulām, tās atvirzās cita no citas, tāpēc satrūkst liels daudzums ūdeņraža u. c. vājāku starpmolekulāro saišu. Kopumā jauno ķīmisko saišu enerģija ir mazāka nekā pārrauto saišu summārā enerģija. Ķīmiskās šķērssaites krasi samazina arī makromolekulu kustīgumu un pārraušanas gadījumā pazemina iespēju slodzei vienmērīgi sadalīties pa visu materiālu, tādēļ tas pārtrūkst jau pie zemākas slodzes.

Viskozes šķiedru audumiem izturība pazeminās daudz mazāk, jo hidrātcelulozes struktūra ir ievērojami neblīvāka nekā kokvilnas un linu celulozei. Neliels ķīmisko šķērssaišu daudzums būtiski neietekmē arī makromolekulu kustīgumu. Viskozes audumiem izturība jūtami pazeminās tikai tad, ja uznestās apretes daudzums >10—12%, kamēr kokvilnas audumiem — jau pie 5—8%. Pazeminās arī audumu berzes izturība.

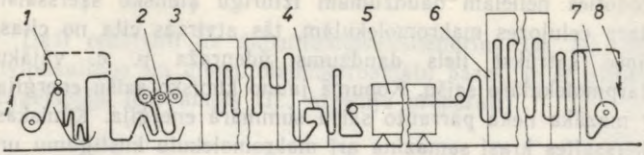
Mehāniskā izturība pazeminās mazāk (20—25%), ja pirms apretēšanas kokvilnas un linu audumus merserizē, tā samazinot to struktūras blīvumu.

Nereti TRS PK lieto kompozīcijā ar termoplastisko polimēru (polietilēna, polivinilacetāta) lateksiem vai emulsijām (10—30 g/l). Lateksi neiespiežas auduma dziļumā, bet paliek uz tā virsmas, salīmējot atsevišķas elementāršķiedras un veidojot aizsargplēvi, kas palielina auduma trūkšanas un arī berzes izturību un daļēji kompensē TRS ietekmē zaudēto izturību.

Ja vajadzīga mazāk pretburzes, bet galvenokārt nenomazgājama aprete, kas aizpilda audumu un palielina tā labvērtību, TRS PK kombinē ar hidroksilgrupas saturošiem savienojumiem — cieti, polivinilspirtu. Priekškondensāts tos ķīmiski piesaista šķiedrai un pārvērš nešķīstošā formā pēc shēmas Cel—O—CH_2—metazīns—CH_2—O—ciete. Tā kā celulozes makromolekulu «sašūšana» tikpat kā nenotiek, šķiedru izturība jūtami nepazeminās.

Iekārtas un tehnoloģija apstrādei ar apretēm uz termoreaktīvo sveķu bāzes

Apretēšanas procesam ar pretburzes un pretraušanās apretēm ir divas stadijas. Pirmā stadija: auduma piesūcināšana ar priekškondensāta (PK) šķīdumu, žāvēšana, termiskā apstrāde ķīmisko procesu realizēšanai un uztīšana. Lai ķīmiskās



89

Piesūcināšanas-polimerizācijas līnijas LPP-120 shēma

reakcijas notiktu līdz galam, audumu tur 1—2 diennaktis. Tā kā termiskās apstrādes un turēšanas laikā izdalās vielas, kas piešķir audumam nepatīkamu smaku, nepieciešama arī procesa otrā stadija: auduma mazgāšana un žāvēšana.

Procesu realizē pretburzes apdares līnijās LNO-120, LSO-180, LNO-110 L vai līdzīgās ārzemju firmu «Kioto», «Wakayama» (Japāna), «Amdes» (Francija) u. c. iekārtās. Radītas arī jaunas, uzlabotas līnijas LPP-120, LPP-180, LMS-120 un LMS-180 kokvilnas, viskozes štāpeļšķiedru, linu un linu-lavsāna audumu apstrādei ar pretburzes, pretraušanās un hidrofobizējošām apretēm.

Procesa pirmo stadiju realizē piesūcināšanas-polimerizācijas līnijā LPP (89. att.) ar ātrumu 20—100 m/min. Audumu no ratiņiem vai notīšanas iekārtas *1* padod uz piesūcināšanas mašīnu *2* ar nospiedveltņiem, kur audumu atkārtoti piesūcina ar PK šķīdumu ar katalizatora, mīkstinātāja u. c. piedevām pie 25—30 °C. Tad audumu veltnīšu gaisa žāvētavā *3* tvaicējot lēni apžāvē līdz mitruma saturam 40—45%, lai PK labāk iesūktos audumā, automatizētā iekārtā *4* likvidē auduma sašķiebumus, mašīnā *5* platina un izžāvē, termokamerā *6* termiski apstrādā ar karstu gaisu pie 140—170 °C 3—5 min. Aprete pāriet nešķīstošā stāvoklī, kā arī sasaista šķiedru makromolekulas. Audumu atdzesē un uztīšanas mašīnā *7* satin rullī vai salicējs *8* to saliek ratiņos. Procesu pabeidz mazgāšanas-žāvēšanas līnijā LMS-120. Audumu no notīšanas mašīnas caur kompensatoru padod 4—6 vannu mazgāšanas agregātā, kur to apstrādā ar SML šķīdumu un karstu ūdeni. Tālāk audumu apžāvē cilindru žāvētavā, platina un izžāvē līdz kondīcijas mitrumam žāvēšanas-platināšanas mašīnā, atdzesē un satin rullī.

Var veikt dažus pasākumus procesu pilnveidošanai. Lai labāk varētu piesūcināt ar PK šķīdumu, no auduma vispirms

atdala gaisu, īslaicīgi vakuumējot vai uzkarsējot ar IS starotāju līdz 140 °C. Apretes dziļāku iespiešanos audumā panāk arī ar «siltuma triecienu», padodot piesūcināto audumu pirms žāvēšanas starp diviem uzkarsētiem (125—130 °C) cilindriem. Termiskās apstrādes process vairākkārt paātrinās (6—30 s), uzstādot radiācijas termokameru ar IS starotājiem. Samazinās arī kameras izmēri.

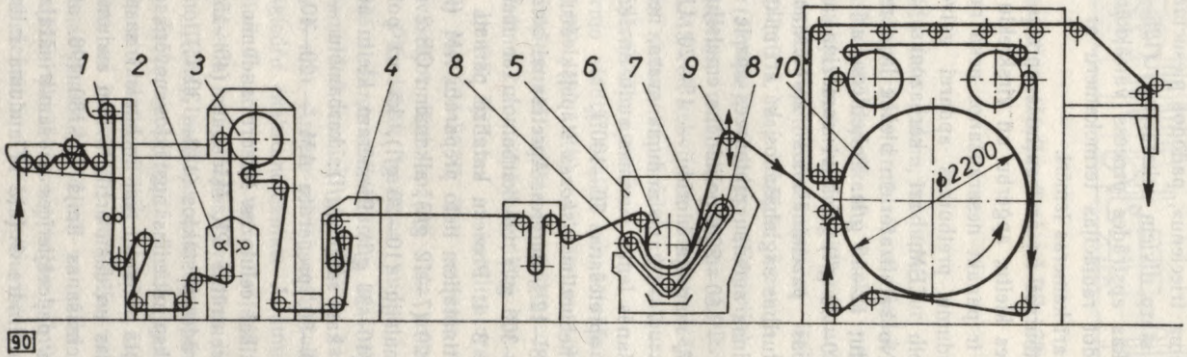
Visbiežāk pretburzes un pretraušanās apretes uznes kokvilnas un viskozes kleitu, apģērbu un virskreklu audumiem. Pie tam vieglāk ir panākt nesaraušanos nekā neburzīšanos.

Kokvilnas audumu pretburzes apdarei galvenokārt izmanto karbamolu CEM, arī karbazonus O un E (100—250 g/l). No katalizatoriem biežāk lieto magnija hlorīdu (heksahidrātu; 12—15 g/l). Polietilēna, arī PVA emulsiju piedevas (10—30 g/l) efektīvi samazina auduma mehāniskās izturības pazeminašanos apretēšanas procesā, veicina berzes izturības saglabāšanos, kā arī mīkstina apreti. Piemēram, kokvilnas audumu pretburzes aprete satur (g/l): karbamolu CEM — 160—220, polietilēna emulsiju — 15—30, urīnvielu — 5—7, magnija hlorīdu — 15—20. Uznestās apretes daudzums — 7—8% no auduma svara, neburzība pēc auduma iztaisnošanās leņķu summas audu un šķēru virzienā 220—250° (pirms apretēšanas 70—100°).

Lai piešķirtu neburzību *viskozes* štāpeļšķiedru audumiem, uz tiem jāuznes 8—12% apretes. Apretēšanai biežāk izmanto karbamolu (200—300 g/l) vai karbamolu ar metazīnu daudzuma attiecības 3 : 1. Procesu katalizē parasti ar amonija hlorīdu. No mīkstinātājiem lieto preparātu AM (20—50 g/l), stearoksu-6 vai 920 (7—12 g/l), alkamonu OS-2 (5—15 g/l), 50% GKŽ-94 emulsiju (10—20 g/l), kā arī polietilēna un PVA emulsijas (10—20 g/l). Piemēram, kleitu audumus apretē ar sastāvu, kas satur (g/l): karbamolu — 200—300, metazīnu — 100—50, preparātu AM — 20—40, NH_4Cl — 4—5.

Ja jānovērš tikai celulozes šķiedru audumu saraušanās, lieto mazāk koncentrētus PK šķīdumus (40—150 g/l) maigākos termoapstrādes apstākļos (110—130 °C).

Saraušanos ekspluatācijas apstākļos novērš, arī audumu žāvējot nesastieptā stāvoklī vai mehāniski saspiežot šķēru virzienā. Kokvilnas un dažu artikulu linu audumus apstrādā mehāniskas sarucināšanas līnijā LU-180 (90. att.). Tā sastāv no auduma padevējierīces *1*, samitrinātāja *2*, tvaicēšanas-žāvēšanas cilindra *3* (aiz tā auduma mitruma saturs



Auduma sarucināšanas līnijas LU-180 shēma

ir 8—16%), platināšanas rāmja *4*, sarucināšanas mašīnas *5*, kompensatora *9* un filckalandra *10*, kur audumu neizstiepjot izžāvē un gludina.

Mašīnā *5* audums sarūk, atrodoties starp veltni *6* un tam piespiesto gumijas lenti *7*. Ejot pār pirmo piespiedējveltni *8*, biezās (30 mm) gumijas lentes ārmala tiek sastiepta. Tūlīt pēc nonākšanas no veltņa *8* to kontaktē ar audumu. Elastības dēļ lente *7* kopā ar audumu sāk sarauties. Šis process turpinās zem sarucināšanas veltņa *6*, kur gumijas lentes ārmala kopā ar audumu tiek saspiesta un sablīvēta. Samitrinātā auduma iekšējo spriegumu labākai relaksēšanai veltni *6* apsilda (120—130 °C). Audums saraujas vidēji par 7—8% (padeves ātrums — līdz 40 m/min). Tādā veidā mehāniski samazina iekšējo spriegumu relaksācijas radīto saraušanos.

Linu, linu-kokvilnas un linu-lavsāna (ar 33% lavsāna) audumu pretburzes apdares process ietver merserizāciju, sārma izmazgāšanu un žāvēšanu, piesūcināšanu ar apretes šķīdumu, žāvēšanu, termisko apstrādi, mazgāšanu un žāvēšanu.

Merserizācijas nolūks ir padarīt neblīvāku, irdenāku linu celulozes struktūru, lai atvieglotu apretes difūziju šķiedrās un reakciju ar celulozi. Parasti linu audumus nemerserizē, jo pazeminās to izturība, daļēji izšķīstot pektīnvielām, kas saista elementāršķiedras tehniskajās šķiedrās, un celulozes daļējas dekristalizācijas dēļ. Audumi stipri saraujas platumā. Merserizācijas nepieciešamību mazina arī ierobežotā linu audumu krāsošana un linu šķiedru dabiskais spīdums.

Pretburzes apretēm lielākoties izmanto karbamolu CEM. Burzīšanos slapjā stāvoklī samazina ar etamonu DS. Lai samazinātu auduma trūkšanas un berzes izturības pazeminā-šanos, apretes šķīdumam pievieno termoplastiskos polimērus — polietilēna vai PVA emulsiju u. c. mīkstinātājus.

Lai iegūtu optimālo šķērssaišu daudzumu starp linu celulozes makromolekulām (3—4 uz 100 celulozes elementārvienībām), lieto zemākas koncentrācijas apretes šķīdumu (salīdzinājumā ar kokvilnas audumiem), apretes kondensācijas procesu katalizē ar amonija sulfātu vai rodanīdu, samazina termoapstrādes t° un ilgumu. Piemēram, merserizēto audumu piesūcina ar sastāvu, kas satur (g/l): karbamolu CEM — 150—160, polietilēna emulsiju — 20, urīnvielu — 10, amonija sulfātu — 10—15. Audumu žāvē žāvēšanas-platināšanas mašīnā ar vairākām t° zonām. Pēdējā zonā pie

150 °C audums atrodas 1 min. Ķīmiskā procesa galīgai norisei audumu tur 1 diennakti, satītu rullī, tad mazgā un žāvē.

Stabilu kalandrēšanas efektu (reljefraksta, zīda finiša, spodruma) **iegūšanai** lieto karbamolu, karbamolu CEM, metazīnu. Kokvilnas audumu apdarei biežāk izmanto metazīnu. Piemēram, reljefraksta iegūšanai audumu piesūcina ar šķīdumu, kas satur (g/l): metazīnu — 100—150, polietilēna emulsiju — 10—30, urīnvielu — 7—10, vārāmo sāli — 10—20, magnija hlorīdu — 10—15 vai amonija sulfātu — 5—8. Piesūcināto audumu izžāvē līdz mitruma saturam 10—15%, kalandrē ar ātrumu 5—15 m/min pie reljefraksta veltņa t° 170—180 °C, pēc tam efektu fiksē termokamerā pie 140—180 °C 2—5 min.

Lai samazinātu auduma izturības pazeminināšanos, daļu metazīna aizstāj ar glikazīnu, kas paliek galvenokārt uz auduma virsmas, vai arī metazīnam pievieno kādu aktīvu pildvielu — hidroksilgrupas saturošus savienojumus (cieti, polivinilspirtu, aktīvu silīcijorganisku savienojumu u. c.). Metazīns, ķīmiski reaģējot ar šiem savienojumiem, mazāk saistās ar celulozi.

Ja grib iegūt neizzūdošu reljefrakstu viskozes štāpeļšķiedru audumos, PK koncentrācija šķīdumā jāpalielina līdz 200—300 g/l; audumu kalandrē pie 150—180 °C, termiski apstrādā pie 140—160 °C 3—5 min. Ja kalandrē neapretētu audumu, šķiedras mazgājot uzbriest un kalandrēšanas efekts izzūd.

Apdarei «forniz» piemērotākie ir PK ar slēptu reaģētspēju (karbamols GL u. c.), kas pēc uznešanas uz auduma parastajos apstākļos vairākus mēnešus nesaistās ar celulozi, tā dodot iespēju apģērbu formēt šūšanas fabrikās.

Apģērbu audumu apretēšanai ieteicams šāds sastāvs (g/l): karbamols GL — 350, polietilēna emulsija — 20, alamīns M — 50, urīnviela — 10, magnija hlorīds — 15. Apdarei var izmantot arī karbamolu CEM un metazīnu (220+90 g/l), bet tad izžāvētu piesūcināto audumu drīkst uzglabāt ne ilgāk kā mēnesi.

Šūšanas fabrikā apģērbam piešķirto formu vai ieloces fiksē, to higrotermiski apstrādājot presē vai termokamerā pie 150—180 °C 5—10 min. Fiksācija notiek, apdares preparātam ķīmiski sasaistot celulozes makromolekulas, kā arī polikondensējoties attiecīgajā stāvoklī. Vienlaikus apģērbs kļūst neburzīgs.

Apģērbam, kas izgatavots no apretēta, jau termiski apstrādāta un fiksēta auduma, grūti piešķirt neizzūdošas ieloces vai plisējumu, pārāk pazeminās arī auduma izturība pēc dubultās termiskās apstrādes.

VILNAS AUDUMU APDARE

Vilnas audumu nobeiguma apdare ietver to apretēšanu, žāvēšanu, platināšanu, tīrīšanu, cirpšanu, presēšanu un nobeiguma dekatēšanu. Vilnas-lavsāna un vilnas-nitrona audumus pēc žāvēšanas arī stabilizē. Vilnas audumus apretē ar mīkstinošiem preparātiem, uznes arī pretraušanās un pretkožu apretes, daudzus mēteļu audumus hidrofobizē, lavsānu un nitronu saturošus audumus apstrādā ar antistatiskiem preparātiem. Pretburzes apretes nepieciešamas tikai vilnasviskozes šķiedru audumiem. Šo audumu izlaide gan samazinās, jo viskozes šķiedras pazemina vilnas audumu kvalitāti.

Minētos procesus var realizēt atsevišķās iekārtās vai plūsmas līnijās ar minimālo ātrumu 15—20 m/min. Plūsmas līnijas ieteicamas, ja ražo lielu daudzumu vienveidīgas produkcijas.

Audumu fizikāli mehāniskā apstrāde

Auduma apretēšanu, **platināšanu, sašķiebumu novēršanu un žāvēšanu** parasti veic žāvēšanas-platināšanas mašīnās (130. lpp.). Tā kā audumu padoļ mašīnā ar apsteigumu, vienlaikus tajā notiek iekšējo spriegumu izlīdzināšanās un saraušanās garumā. Ja auduma sastāvā ir arī sintētiskās šķiedras (>25%), to **stabilizē.** Tad visus iepriekš minētos procesus realizē žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas līnijā (109. lpp.), turklāt procesu ieteicams ieregulēt tā, lai auduma mitrums aiz žāvēšanas zonas būtu 15% un t° stabilizācijas zonā nepārsniegtu 170 °C. Pretējā gadījumā iespējama vilnas termiskā destrukcija.

Tīrīšana un cirpšana. Audumus tīra pirms un pēc cirpšanas. Pirms cirpšanas no tiem attīra gadījuma rakstura mehāniskos piemaisījumus un nenostiprinātās pūkas, pēc cirpšanas — nogrieztos šķiedru galus.

Tīrīšanas mašīna ČM-2-180Š sastāv no nostiepējpadevējiekārtas (10,5—15,8 m/min), tvaika kārbas auduma samit-

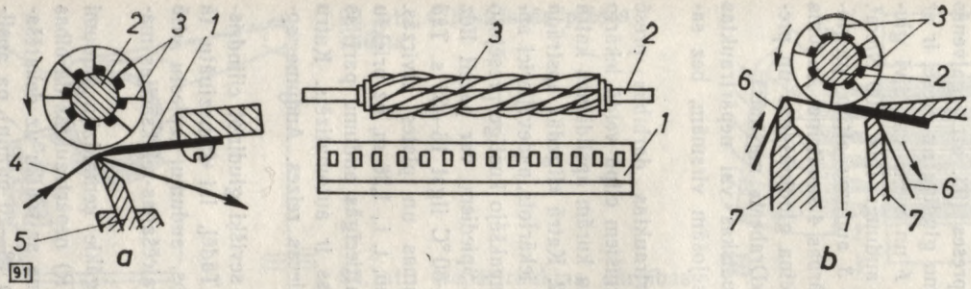
rināšanai, lai tas neelektrizētos un no tā vieglāk attīrītos pūkas, trīs suku veltņiem, kas griežas auduma gaitai pretējā virzienā ar ātrumu līdz 210 apgr./min, vilcējveltņu pāra un pašsalicēja. Pirmie divi suku veltņi attīra auduma labo, trešais — kreiso pusi. Atdalītās pūkas nosūc ventilators.

Cirpšana ir process, kurā nogriež uz auduma virsmas esošos šķiedru galus, mezglus un cilpas, lai padarītu virsmu gludu un labāk atsegtu auduma pinumu, bet uzkārstiem un plūksnu audumiem izlīdzina virsslāņa šķiedru vai dziju galu garumu.

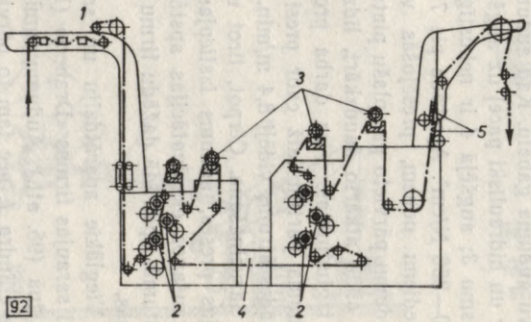
Audumus cērp mašīnās, kuru galvenās darbīgās daļas ir divi, trīs vai četri cirpšanas aparāti (91. att.), kas sastāv no plakana stacionāra naža *1* un ātri rotējoša (1000—1200 apgr./min) cilindra *2* ar 18—20 spirālveida nažiem *3*, ar kuriem notiek cirpšana. Aparātdziju audumus *4*, sevišķi veltos un uzkārstos, cērp tieši uz galda *5* (*a*), jo tā, mainot attālumu starp galdu un plakano nazi, var precīzāk ieregulēt cirpuma augstumu, t. i., plūksnu garumu. Gludos ķemmdziju audumus *6* biežāk cērp, nostieptus starp diviem atbalsta punktiem *7* (*b*). Cirpums var iznākt nelīdzenāks, toties novērsta auduma iegriešana mezglu un dziju paresninājuma vietās.

Aparātdziju audumus cērp mašīnā SG2-180S ar diviem cirpšanas aparātiem no vienas puses. Lai cirpums būtu vienmērīgāks, audumu bezgalīgas lentes veidā laiž caur mašīnu vairākkārt ar ātrumu 10—25 m/min.

Gludos ķemmdziju audumus cērp mašīnā SG4-180S (92. att.) ar četriem cirpšanas aparātiem no vienas vai abām pusēm vienā gājienā ar ātrumu 12,5—40 m/min. Mašīna ir divsekciju. Vispirms audums caur padevējiekārtu *1* nonāk uz trim suku veltnīšiem *2*, kas, rotējot auduma gaitai pretējā virzienā, attīra tā abas puses no pūkām, putekļiem un pacel šķiedru galus. Attīrītās pūkas nosūc ventilators. Tālāk audums nonāk cirpšanas aparātos *3*, kur plakanais nazis pacel šķiedru un dziju galus, mezglus, bet ātri rotējošais cilindriskais nazis tos nogriež, audumam atrodoties starp diviem atbalsta punktiem. Iespējama arī cirpšana uz galda. Šuvju caurlaidei īslaicīgi automātiski pacel cilindrisko nazi. Otrajā sekcijā process atkārtojas. Ja jācērp auduma abas puses, starp sekcijām iekārtā *4* audumu apgriež uz otru pusi. Pēc cirpšanas audumu nosukā plakanas sukas *5*. Izmanto arī līdzīgas ārzemju firmu mašīnas, kā arī mašīnas ar cirpšanas aparātu novietojumu vertikālā plaknē.



91. att. Cirpšanas aparātu shēmas



92. att. Cirpšanas mašīnas SG4-180S shēma

Presēšana. Pēc cirpšanas un tīrīšanas vilnas audumus gludina presēs. Vienlaikus audums kļūst blīvāks, iegūst nelielu īpatnēju spīdumu, izlīdzinās tā biezums. Nepresē audumus ar reljefu rakstu vai vertikālu plūksnojumu. Lieto nepārtrauktas un periodiskas darbības preses, cilindriskās un ar plakanām presējošām virsmām.

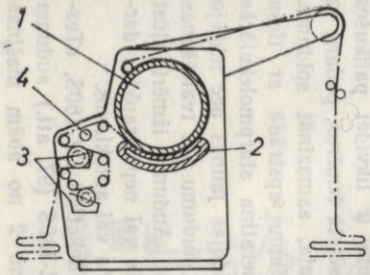
Cilindriskās preses ir nepārtrauktas darbības. Tajās ar ātrumu līdz 20 m/min apstrādā biezākus vilnas (aparātdziju un smagākos ķemmdziju) audumus. Plānos kleitu audumus tajās pārāk izstiepj. Cilindriskās preses (93. att.) galvenās darbīgās daļas, starp kurām audumu gludina un presē, ir ar tvaiku apsildāmi čuguna cilindrs *1* un viens vai divi gludekļi *2*. Gludekļa spiediens uz audumu līdz 200 N/cm². Pirms gludināšanas suku veltnīši *3* audumu attīra, piegludina plūksnojumu un virs tvaika kārbas *4* samitrina. Auduma strauja atdzesēšana aiz preses veicina gludināšanas un presēšanas efekta fiksāciju (firmas «Drabert» mašīnās).

Plānos audumus gludina periodiskas vai nepārtrauktas darbības presēs ar plakanām presējošām virsmām, bez sastiepuma.

Japāņu firmas «Nikki» nepārtrauktas darbības presē (94. att.) audumu ar transportveltnīšiem cilpu veidā iekārto starp presējošām metāla platēm, no kurām apsildāmas katrā «ligzdā» *1* ir virsējā un apakšējā *2*. Katrā «ligzdā» apstrādā savu auduma gabalu. Kad audums iekārtots, padevējierīci aptur un hidrauliski paceļ uz augšu apakšējo kustīgo presējošo virsmu *3*; augšējā *4* ir nekustīga. Spiedienu var pacelt līdz 300—350 N/cm². Apstrāde pie 70—80 °C ilgst 15—35 s. Tad spiedienu noņem, presējošās virsmas un plates atvirzās. Audumu pārvieto par plašu platumu, t. i., 1,26 m, uz priekšu un ciklu atkārto daudzkārt, līdz attiecīgās audumu partijas ir izgludinātas. Viss darba process ir automatizēts. Katru auduma partiju laiž caur presi piecas reizes. Auduma apstrādes ātrums vidēji 8,4 m/min.

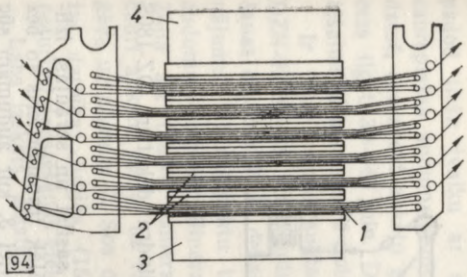
Sarucināšana. Cērpot, tīrot un sevišķi gludinot cilindriskajās presēs, audums izstiepjas. Tādēļ, lai samazinātu tā saraušanos ekspluatācijas apstākļos, audumu, izplestu visā platumā, apstrādā dažādu firmu tvaicēšanas-relaksācijas mašīnās.

Vieglākie aparātdziju un smagākie ķemmdziju audumi labi saraujas firmas «Drabert» (VFR) nepārtrauktas darbības mašīnā (95. att.). Audumu samitrina ar tvaiku uz dekatēšanas cilindra *1*, pēc tam to pārvieto (8—20 m/min) pa apsil-



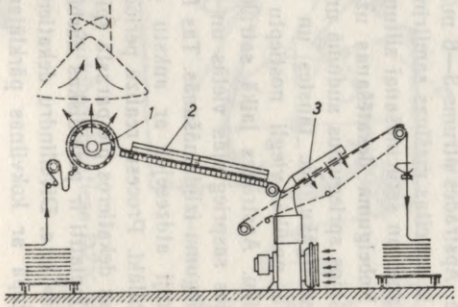
93

93. att. Cilindriskās preses shēma

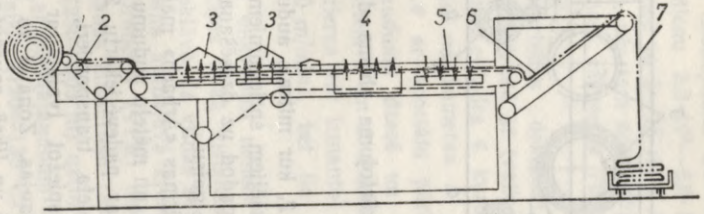


94

94. att. Nepārtrauktas darbības preses shēma



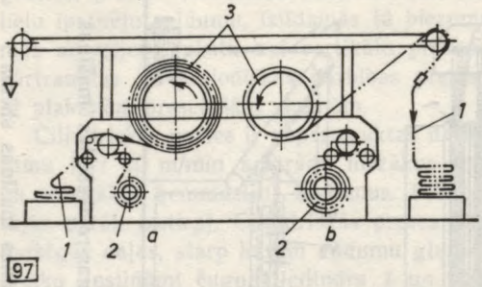
95



96

95. att. Firmas «Drabert» tvaicēšanas-relaksācijas mašīnas shēma

96. att. Firmas «Arbach» sarucināšanas mašīnas shēma



97

Auduma iekārtojuma shēma divcilindru dekatierī DZ-180Š

dāmu plati *2*, kur mitrais audums sasilst un saraujas, izlīdzinoties iekšējiem spriegumiem. Tālāk transportieris to bez sastiepuma padod uz dzesēšanas ierīci *3*, kur audumam sūc cauri aukstu gaisu.

Franču firmas «Arbach» mašīna (96. att.) paredzēta uzvalku, kleitu un mēteļu audumu sarucināšanai (relaksācijai). Audumu *1* ar padevējiekārtu *2* ar regulējamu apsteigumu padod uz sieta transportieri, kur zonā *3* to nesastieptu tvaicē, caurspiežot tvaiku ar spiedienu $3 \cdot 10^5$—$4 \cdot 10^5$ Pa. Audums saraujas. Zonā *4* to žāvē ar karstu gaisu, zonā *5* — atdzesē un fiksē, caurpūšot aukstu gaisu, un ar transportieri *6* izvada no mašīnas. Saraušanos palielina kā auduma padeve ar apsteigumu, tā sieta transportiera vibrācija. Apstrādes ātrums 3—6 m/min.

Ir arī citas mašīnas samitrināta nesastiepta auduma relaksēšanai un sarucināšanai siltumapstrādes rezultātā.

Nobeiguma dekatēšanas uzdevums ir likvidēt palikušos iekšējos spriegumus audumā un fiksēt tā izmērus, padarīt to labvērtīgāku pēc taustes un izskata, samazināt spīdumu. Šajā nolūkā viegli nostieptu audumu apstrādā ar tiešu tvaiku. Apstrādes laikā satrūkst keratīna starpmolekulārās saites saspriegtajās vietās un izveidojas jaunas pēc iekšējo spriegumu izlīdzināšanās. Tās fiksē, audumu pēc tvaicēšanas strauji atdzesējot ar aukstu gaisu. Auduma izmēri kļūst stabilāki. Procesu realizē periodiskas vai nepārtrauktas darbības dekatieros pie parastā spiediena vai autoklāvos.

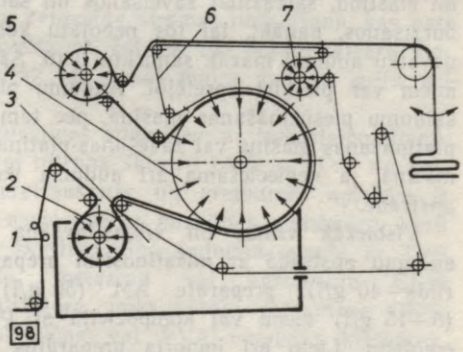
Izplatīti ir periodiskas darbības dekatieri DZ-180Š, «Textima» u. c. Divcilindru dekatierī DZ-180Š (97. att.) audumu *1* kopā ar kokvilnas pārklājaudumu *2* no abām mašīnas

pusēm uztin (*a*) uz perforētiem cilindriem *3* ar nelielu, viscaur vienādu un regulējamu nostiepumu. Cilindra iekšpusē padod tiešu tvaiku ar spiedienu $2{,}3 \cdot 10^5$—$2{,}9 \cdot 10^5$ Pa, kas caurspiežas audumam un tvaicē to 5—15 min. Audumu atdzesē, caursūcot aukstu gaisu, pēc tam notin (*b*). Viss process ilgst 30—45 min. Dekatiera ražīgums 700 m/h. Dekatēšanas efekts samērā noturīgs.

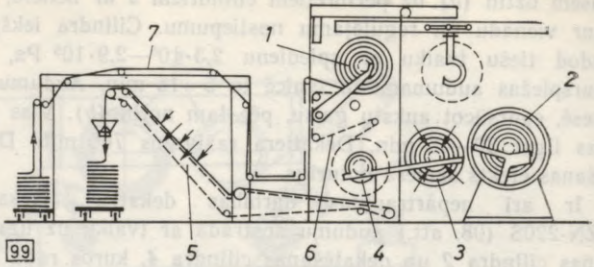
Ir arī nepārtrauktas darbības dekatieri. Dekatierī DZN-220Š (98. att.) audumu apstrādā ar tvaiku uz uzsildīšanas cilindra *2* un dekatēšanas cilindra *4*, kuros rada retinājumu, lai caursūktu tvaiku no kameras *3*. Dekatējamo audumu piespiež cilindram *4* ar speciālu pārklājaudumu. Zonā aiz tvaika kameras audumu dzesē un žāvē, sūcot cauri aukstu gaisu, uz cilindriem *4* un *5*. Pārklājaudumu *6* žāvē uz cilindra *7*. Šos dekatierus var izmantot nepārtrauktas darbības līnijās (15—40 m/min), bet tie nenodrošina noturīgu dekatēšanas efektu.

Labs izskats, elastība un mīkstums, neliels spīdums un izmēru stabilitāte ekspluatācijas laikā vislabāk saglabājas pēc auduma dekatēšanas autoklāvā. Ja vilnas saturs audumā ir mazāks par 40%, dekatēšana autoklāvā kļūst neefektīva.

Autoklāvtipa ir firmas «Drabert» (VFR) dekatieris «Decoclav-4» ar četriem dekatēšanas cilindriem (99. att.). Procesa realizēšanai audumu *7* (250—300 m) uztin uz perforēta dekatēšanas cilindra *1* kopā ar pārklājaudumu *6*, iecelj autoklāvā *2* un apstrādā ar tvaiku (120—130 °C) 4—4,5 min. Tvaika cirkulācijas virziens maināms — no cilindra iekš-



Nepārtrauktas darbības dekatiera DZN-220Š shēma



Dekoklāva-4 shēma

puses uz āru vai otrādi. No autoklāva cilindru ar audumu padod uz dzesēšanas-žāvēšanas mezglu *3*, kur tam caursūc aukstu gaisu. Pozīcijā *4* audumu un pārklājaudumu notin. Pārklājs atgriežas procesā, audumu un transportieri padod uz mitruma kondicionēšanas un papildu dzesēšanas iekārtu *5* mitra, auksta gaisa caursūkšanai. Visas četras procesa stadijas — auduma uztīšana, apstrāde autoklāvā, dzesēšana un notīšana — notiek vienlaikus, tāpēc ražīgums ir samērā augsts — 800—1200 m/h, jo process notiek gandrīz nepārtraukti.

Apretēšana

Kaut gan vilnas šķiedrām un audumiem ir daudzas izcilas īpašības, tomēr nepieciešams palielināt audumu mīkstumu un elastību, samazināt savelšanos un saraušanos, daļēji arī burzīšanos, panākt, lai tos nebojātu kodes, lai mēteļu un uzvalku audumi mazāk samirktu lietū. Šādas īpašības audumiem var piešķirt apretējot. Audumu piesūcina ar apretes šķīdumu piesūcināšanas mašīnā, pēc tam izžāvē žāvēšanas-platināšanas mašīnā vai žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas mašīnā, ja nepieciešama arī auduma vai apretes termiska apstrāde.

Visbiežāk vilnas un vilnas-lavsāna vai vilnas-nitrona audumu apstrādā ar **mīkstinošiem preparātiem:** stearoksu-6 (līdz 40 g/l), preparātu AM (50 g/l), alkamonu OS-2 (5—15 g/l) vienu vai kompozīcijā ar PVA vai polietilēna emulsiju. Lieto arī importa preparātus — marvelānu SF, slovavivu SG-100 u. c. Visi šie preparāti ne vien mīkstina audumus, bet arī samazina to elektrizēšanos, kas sevišķi

svarīgi vilnas-sintētisko šķiedru audumiem. Minētās apretes viegli nomazgājamas, tāpēc nav noturīgas. Epamīns 06 (100—125 g/l) ilgstoši samazina auduma elektrizēšanos, bet apretēšana notiek vāji sārmainā vidē (pH 10), kas vilnai nav vēlama, tādēļ tūlīt pēc termiskās apstrādes audums jāizmazgā.

Pretraušanās un pretburzes apretes. Vilnas izstrādājumiem piemīt tieksme sarauties, kaut arī drāna ir iepriekš relaksēta, jo mazgāšanas procesā šķiedras uzbriest, kā arī saveļas.

TRS PK saraušanās samazināšanai (~40 g/l) lieto reti, jo palielinās auduma cietums. Biežāk izmanto silīcijorganiskos savienojumus emulsiju veidā — polietilhidrosiloksānu jeb preparātu GKŽ-94 kompozīcijā ar tetraetoksisilānu, arī polidimetilsiloksānu katalizatora (piemēram, alumīnija nitrāta) klātbūtnē. Žāvēšanas procesā izveidojas polimēra plēve, kas klāj šķiedru ārējo un pieejamo iekšējo virsmu, tā fiksējot šķiedru stāvokli audumā un novēršot vai kavējot tā izmēru izmaiņas. Palielinās arī auduma berzes izturība.

Viens no labākajiem preparātiem saraušanās un burzīšanās samazināšanai ir poliuretāna latekss «Latur 10-52-3F» (10—40 g/l) pie pH 4,5—5,5. Piesūcināto audumu nospiež un žāvē.

Ārzemēs audumu izmēru stabilizēšanai mazgāšanas apstākļos lieto vairākus polimēru preparātus: herkosetu, lankrolānu SHRS, bazolānu SW u. c. Apstrādes procesā tie pārklāj šķiedras plānas plēvītes veidā, kā arī ķīmiski piesaistās tām vai veido šķērssaites, tā novēršot šķiedru uzbriešanu, savelšanos un saraušanos. Efektu pastiprina auduma iepriekšēja hlorēšana un šķiedru zvīņveida virsmas noārdīšana, kas pati par sevi ierobežo savelšanos, bet var tikt bojāta šķiedra. Polimērie preparāti vairāk vai mazāk maina auduma grifu, arī sadārdzina procesu.

Termofiksētiem pusvilnas audumiem ar ievērojamu gludo, hidrofobo lavsāna vai nitrona šķiedru piedevu (1 : 1 un vairāk) apstrāde ar pretraušanās un pretburzes apretēm ir lieka. Tā visvairāk nepieciešama pusvilnas audumiem, kuru sastāvā ir viskozes šķiedras. Šos audumus apretē ar TRS PK — karbamolu, metazīnu vai karbamolu CEM (250—300 g/l) katalizatora, mīkstinātāja (alkamons OS-2, stearokss-6) un polietilēna vai PVA emulsiju klātbūtnē. Audumu piesūcina, žāvē, termiski apstrādā pie 120—140 °C 5—7 min, mazgā, žāvē.

Mēteļu, arī uzvalku audumus nereti hidrofobizē (265. lpp.) ar hromolānu, silīcijorganiskiem savienojumiem, foboteksu FTC.

Pretkožu apretes. Lai pasargātu no kodēm, vilnas audumus apstrādā ar preparātiem, kas visbiežāk ir hlorētas aromātiskās sulfoskābes, piemēram, preparāts № 2, molantīns P, mitīns P. Šīs anjonogēnās kožu indes ir ūdenī šķīstošas. Tās (10—12 g/l) uznes uz auduma vai šķiedrām kopā ar krāsvielu vai atsevišķi vāji skābā vidē, kurā tās piesaistās vilnas keratīnam ar sāļu saitēm un dod samērā noturīgu efektu.

DABISKĀ ZĪDA AUDUMU APDARE

Dabiskā zīda audumu neburzība, mīkstums, elastība, glītais izskats un labais kritums nosaka šo audumu labvērtību un ļoti vienkāršo nobeiguma apdari. Tā notiek žāvēšanas-platināšanas mašīnās, kur audumu žāvē, platina, relaksē iekšējos spriegumus, izlabo sašķiebumus. Apretēšana nav vajadzīga. Pirms žāvēšanas audumu piesūcina vienīgi ar atšķaidītu etiķskābes šķīdumu (2—5 g/l 30% skābes), lai «atdzīvinātu» zīdu, piešķirtu tam raksturīgo čaukstīgumu.

Dabiskā zīda-sintētisko šķiedru audumi ir cietāki un berzes izturīgāki. Tiem uznes mīkstinošas un antistatiskas apretes.

SINTĒTISKO ŠĶIEDRU AUDUMU APDARE

Sintētisko un celulozes acetātšķiedru audumu un triko drānu nobeiguma apdare notiek žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas mašīnās (110. lpp.), kur tos ne vien žāvē, platina, izlabo sašķiebumus, bet arī termiski apstrādā. **Termofiksācija** ir specifiska šo materiālu nobeiguma apdares operācija, lai stabilizētu to izmērus, auduma pinumu vai trikotāžas cilpaino struktūru. Pēc tās auduma ķīmiska pretburzes vai pretraušanās apdare nav vajadzīga, jo iekšējie spriegumi ir izlīdzināti, struktūra stabilizēta, bet mazgājot hidrofobās sintētiskās šķiedras ūdenī neuzbriest.

Antistatiskā apstrāde. Sintētisko un acetātšķiedru izstrādājumi stipri elektrizējas berzes rezultātā, tāpēc «līp» pie mašīnu daļām vai ķermeņa, pievelk putekļus un ātri kļūst

netīri. Statiskās elektrības uzkrāšanos nosaka šķiedru hidrofobums un zemā elektrovadītspēja. To virsmas īpatnējā elektriskā pretestība ir 10^{11}—10^{14} Ω. Lai to pazeminātu līdz 10^{8}—10^{10} Ω, audumus apstrādā ar speciāliem preparātiem — antistatiķiem, kas pazemina berzes koeficientu starp šķiedrām un mašīnas daļām vai ķermeni, kā arī palielina šķiedru virsmas elektrovadītspēju.

Visbiežāk antistatiskai apstrādei izmanto jonogēnos, sevišķi katjonogēnos VAS: alkamonu OS-2 vai augstāko taukskābju atvasinājumus — tetramonu, triamona un stearoksa maisījumu, marvelānu SF u. c. Šie VAS orientēti sorbējas uz TM virsmas, hidrofilizējot to un samazinot berzi starp šķiedrām. Nejonogēnie preparāti stearokss-6 vai 920 mazāk efektīvi.

Antistatiskai apstrādei audumu piesūcina ar preparāta šķīdumu (5—20 g/l), nospiež un izžāvē žāvēšanas-platināšanas mašīnā. Vienlaikus preparāti mīkstina audumu. Bet šie visvairāk lietotie preparāti ir ūdenī šķīstoši, ar šķiedru ķīmiski nesaistās, tāpēc to radītais efekts nav ilgstošs.

Noturīga efekta iegūšanai lieto polimēru PK ūdens šķīdumus, galvenokārt poliglikola atvasinājumus, kas aizvietoti ar dažādiem reaģētspējīgiem savienojumiem. Žāvēšanas un termoapstrādes laikā tie uz šķiedras veido nešķīstošus hidrofilus polimērus, kas palielina auduma mitruma saistīšanas spēju un elektrisko lādiņu noplūšanu. Pie šīs grupas pieder mūsu epamīns 06, migafars FS (Šveice), arkostats AZ (VFR) u. c. Lavsāna-vilnas auduma aprete satur (g/l): epamīnu 06 — 100—125, sodu — 5, mīkstinātāju — 20. Pēc žāvēšanas apretēto audumu termiski apstrādā pie 180 °C 45 s. Sintētisko un acetātzīdu apdarei epamīna koncentrācija šķīdumā mazāka — 40 g/l. Jāatzīmē, ka epamīns 06 pazemina auduma baltuma pakāpi, tādēļ piemērots tumšāku materiālu apdarei.

Acetātšķiedru drānu elektrizēšanos jūtami samazina to virsmas pārziepošana (97. lpp.), pēc kuras šķiedras pārklājas ar plānu hidrātcelulozes kārtiņu.

Sintētisko šķiedru audumiem un trikotāžai svarīgi piešķirt *hidrofilumu* ne tikai lai samazinātu to elektrizēšanos, bet arī lai padarītu to izstrādājumus higiēniskākus. Darbs šajā virzienā ir meklējumu stadijā. Apstrādājot poliesteru šķiedru audumus ar polietilēnglikolu sārma klātbūtnē, uz šķiedru virsmas pie 160—190 °C notiek pāresterificēšanas

reakcija. Audums iegūst palielinātu mitruma saistīšanas spēju un neizzūdošas antistatiskas īpašības. Amerikāņi uz poliesteru šķiedru virsmas polimerizē monomērus uz akrilātu bāzes. Reakciju iniciē, apstarojot ar ātrajiem elektroniem.

Sintētiskās štāpeļšķiedras saturošu izstrādājumu ekspluatācijas laikā parādās vēl viena to īpatnība — **pilingefekts.** Šīs parādības būtība — drānā iestrādātās īsās, gludās šķiedras, izstrādājumu valkājot, izslīd tā virspusē. Ar laiku šie šķiedru gali berzes rezultātā saveļas, izveidojot nelielas pūkainas lodītes, kas sintētisko šķiedru lielās izturības dēļ ļoti ilgi turas pie auduma un sabojā tā izskatu.

Visvairāk pilingefekts novērojams trikotāžas, it īpaši izturīgāko poliamīdu un poliesteru šķiedru izstrādājumiem, kuros neblīvākās struktūras un dziju mazāka grodojuma dēļ atsevišķas šķiedras saistītas vājāk nekā audumos. Tas ir jo lielāks, jo īsākas un smalkākas ir šķiedras.

Pilingefekts samazinās, lietojot rupjākas vai profilētas štāpeļšķiedras, vairāk sagrodotas dzijas, izvēloties blīvāku auduma pinumu ar nelieliem audu vai šķēru pārsegumiem, kā arī pareizi organizējot TM apdari.

Efektīva ir auduma vai trikotāžas cirpšana un svilināšana. Pilingefektu samazina termofiksācija, jo tiek fiksēta dziju viļņveida forma audumā vai trikotāžas cilpveida struktūra un tā kavēta šķiedru izvilkšanās un izslīdēšana no izstrādājuma. Šķiedru izslīdēšanu aizkavē arī apdare ar preparātiem, kas termiskās apstrādes laikā veido šķērssaites un sasaista šķiedras to kontaktvietās vai arī palielina berzi starp šķiedrām. Tāds, piemēram, ir angļu preparāts «Permalos T» poliesteru šķiedru izstrādājumiem. Pilinga veidošanos aizkavē arī lavsāna šķiedras saturošo audumu apstrāde ar preparātu GKŽ-94, PVA emulsiju, poliuretānsemikarbazīdu u. c.

SPECIĀLIE APDARES VEIDI

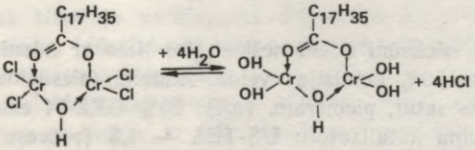
Nereti audumiem, sevišķi tehniskajiem un īpaša uzdevuma, jāpiešķir specifiskas īpašības: hidrofobums, nedegamība, jānovērš vai jāsamazina auduma notraipīšanās ar eļļām un netīrumiem, sadalīšanās mikroorganismu iedarbībā. Lai to panāktu, audumus apstrādā ar hidrofobizējošām, pretuguns, preteļļu un pretnetīrumu, prettrūdes un baktericīdām apretēm.

Audumu hidrofobizēšana

Brezentiem, buru audeklam, telšu, lietussargu, specapģērbu, lietus- un citu mēteļu audumiem jābūt hidrofobiem, ūdenī nesamirkstošiem. Ūdenī visvairāk samirkst celulozes un olbaltumvielu šķiedras, ar savām hidrofilajām grupām saistot ūdens molekulas. Lai tas nenotiktu, šīs grupas (OH, —NH_2, —COOH, —CONH—) jābloķē. Šajā nolūkā audumu var pārklāt ar plānu gumijas, polivinilhlorīda vai cita polimēra kārtiņu, bet tad audums kļūst ir ūdens, ir gaisa necaurlaidīgs. Tā var apstrādāt tehniskos audumus, arī apmetņu audumus. Parasti ar plānu hidrofobizējošā preparāta plēvīti pārklāj šķiedru un dziju virsmu, neaizpildot auduma poras, lai tas nezaudētu gaisa caurlaidību un higiēniskumu. Pie tam preparāts tikai adsorbējas uz šķiedru virsmas vai arī ķīmiski reaģē ar šķiedru hidrofilajām grupām, modificējot un hidrofobizējot tās. Ķīmiskas saistības gadījumā apdares efekts ir noturīgāks. Ūdens pilieni no šādi apstrādāta auduma notek, nesaslapinot vai tikai nedaudz virspusīgi samitrinot to. Atšķirībā no gumijotiem audumiem hidrofobizējošie preparāti nenodrošina auduma pilnīgu ūdens necaurlaidību.

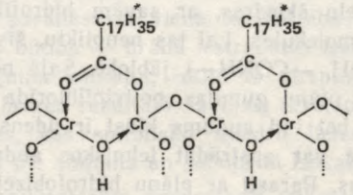
Audumu hidrofobizēšanai visbiežāk lieto augstāko taukskābju un hroma sāļu kompleksos savienojumus, silīcijorganiskos savienojumus, garu alkilradikālu saturošus metilolatvasinājumus un dažus citus savienojumus, kas kovalenti saistās ar šķiedru, fluororganiskos savienojumus. Visi šie savienojumi ar alkilradikāliem, orientēti sorbējoties uz TM virsmas, hidrofobizē to.

Augstāko taukskābju un metālu sāļu kompleksi. No šīs grupas savienojumiem visplašāk lietotais ir hromolāns — hromstearilhlorīda šķīdums izopropilspirtā. Preparāts labi sajaucams ar ūdeni. Apdares apstākļos tas hidrolizējas:



Hidrolizētā hromolāna molekulas, reaģējot savā starpā, izveido uz šķiedras grūti šķīstošu lielmolekulāru savienojumu,

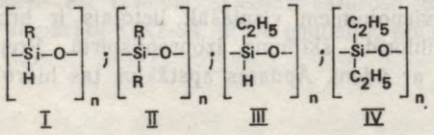
kas cieši saistās ar celulozes un vilnas šķiedrām, domājams, ar kovalentajām vai koordinācijas saitēm. Uz ārpusi vērstie hidrofobie stearīnskābes radikāli (*) piešķir TM hidrofobumu un arī mīkstumu.



Hromolāns dod noturīgu hidrofobizācijas efektu mazgāšanas un ķīmiskās tīrīšanas apstākļos. Gaismizturība neliela. Preparāta plašāku lietošanu kavē tā zaļā krāsa. Izmanto tumšu vilnas un pusvilnas mēteļaudumu un celulozes šķiedru tehnisko audumu apdarei.

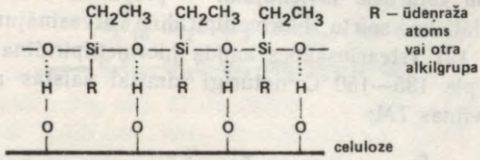
Audumu piesūcina ar šķīdumu, kas satur 90 g/l hromolāna (vilnas audumiem 35—60 g/l) un urotropīnu (6% no hromolāna masas), lai neitralizētu procesā izdalīto sālsskābi. Preparāts fiksējas uz šķiedrām jau auduma žāvēšanas apstākļos pie 95—105 °C.

Silīcijorganiskie savienojumi. No šīs grupas savienojumiem audumu hidrofobizēšanai visvairāk lieto polialkilhidrosiloksānus (I), arī polialkilsiloksānus (II), PSRS — galvenokārt polietilhidrosiloksānu (III) jeb preparātu GKŽ-94, arī GKŽ-94M vai polietilhidrosiloksāna un polidietilsiloksāna (IV) maisījumu jeb preparātu EDE-31.



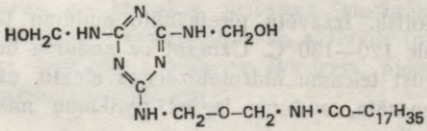
Tā kā siloksāni ūdenī nešķīst, tos lieto ar ūdeni labi atšķaidāmas 50% emulsijas veidā. Audumu piesūcina ar šķīdumu, kas satur, piemēram, (g/l): 50% GKŽ-94 emulsiju — 60 un svina katalizatoru US-TEA — 1,5 (procesu katalizē svina, titāna vai cirkonija un trietanolamīna kompleksie savienojumi), žāvē un termiski apstrādā pie 150 °C 5 min. Notiek siloksāna tālāka kondensēšanās un orientēta piesaistī-

šanās šķiedrām ar starpmolekulārās pievilkšanās spēkiem un ūdeņraža saitēm:



Šķiedru virsmu pārklājošā silikona blīvā plēvīte ar uz ārpusi vērstajiem hidrofobajiem alkilradikāliem bloķē šķiedru hidrofilās grupas un aizsargā tās no kontakta ar ūdens molekulām. Audums kļūst hidrofobs, palielinās arī tā berzes izturība un mīkstums. Hidrofobizācijas efekts pietiekami noturīgs ārapstākļos, bet mazgāšanas procesā ātri samazinās. Tas nenotiek, ja polialkilhidrosiloksāna emulsijai pievieno vairākfunkcionālu «sašujošo» aģentu, piemēram, 1 g/l γ-aminopropiltrietoksisilānu (preparāts AGM-9), kas sasaista silikona un, iespējams, arī silikona un celulozes molekulas.

Metilolatvasinājumi. Reaģētspējīgākie ar šķiedrmateriālu funkcionālajām grupām ir dažādu savienojumu metilolatvasinājumi, kam ir gari alkilradikāli, piemēram, metilolmelamīna un N-oksimetilstearilamīda kondensācijas produkts — fobotekss FTC jeb alamīns S:



un arī alamīns M ar nedaudz atšķirīgu struktūru. Ar metilolgrupām preparāts ķīmiski piesaistās šķiedru hidrofilajām grupām, daļēji bloķējot tās. Šīs grupas bloķē arī termoreaktīvie sveķi, kas izveidojušies šķiedrā, preparātam kondensējoties, un hidrofobizē garie alkilradikāli, radot uz šķiedru virsmas blīvu to pārklājumu. Preparāta ķīmiskās saistības dēļ auduma hidrofobums labi saglabājas mazgāšanas un ķīmiskās tīrīšanas procesos.

Hidrofobizēšanai celulozes šķiedru, vilnas vai pusvilnas audumus piesūcina ar 6% alamīna S emulsiju, kas satur 3—5 g/l NH_4Cl (katalizators) un 10—15 g/l etiķskābes. Audumu izžāvē un termiski apstrādā pie 140 °C 5 min. Kok-

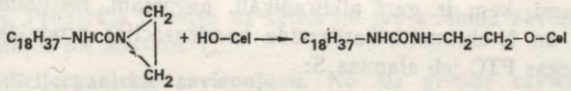
vilnas audumu trūkšanas izturība procesā pazeminās par 15—20%, turpretī berzes izturība palielinās.

Piridīnu saturošie savienojumi — preparāts 246-N (augstāko alifātisko spirtu hlormetilpiridīna atvasinājums) un preparāts 101 (stearīnskābes amīda hlormetilpiridīna atvasinājums) pie 135—150 °C noturīgi ķīmiski saistās ar celulozes un vilnas TM:

$$\left[C_{17}H_{35}CONH-CH_2-\overset{+}{N}C_5H_5\right]\overset{-}{Cl} + HO-Cel \longrightarrow$$
$$\longrightarrow C_{17}H_{35}CONH-CH_2-O-Cel + HCl + NC_5H_5$$

Lai nepazeminātos šķiedru izturība, procesā izdalīto sālsskābi neitralizē ar nātrija acetāta piedevu apretes šķīdumam. Šos preparātus maz lieto, jo procesā izdalās indīgie piridīna (NC_5H_5) tvaiki. Bez tam auduma hidrofobums ārapstāk|os samērā ātri zūd.

Savienojumi ar etilēnamīngrupu, piemēram, uremīns-18 — oktadeciletilēnurīnviela ķīmiski saistās ar celulozes hidroksilgrupām un vilnas keratīna amīngrupām, neizdalot nekādus blakusproduktus:



Reakcija notiek, izžāvētu piesūcināto audumu termiski apstrādājot pie 120—130 °C. Uznesot uz auduma līdz 4% preparāta, iegūst teicamu hidrofobizācijas efektu, uznesot tikai 1—2% preparāta, audums iegūst patīkamu mīkstumu bez hidrofobizācijas.

Fluoru saturošie preparāti. Šiem preparātiem ar nepolāriem perfluorētiem radikāliem $CF_3(CF_2)_6$— piemīt no visiem savienojumiem vismazākā virsmas enerģija: 6—8 mN/m (ūdenim 72, og|ūdeņražiem 20—35 mN/m). Tādēļ audumi pēc apstrādes ar tiem nesaslapinās ne ar vienu šķidrumu un iegūst ir ūdeni, ir e||as atgrūdošas īpašības. PSRS šim nolūkam ražo fluoru saturošus akrilātu lateksus: BF-1 (1,1-dihidroperfluorbutilakrilāts) un GF (1,1-dihidroperfluorheptilakrilāts), kuri jāuznes uz auduma 1,5—3% no tā svara. Piesūcināto audumu žāvē un termiski apstrādā. Iegūtā aprete nav mazgāšanas izturīga. Lai tā k|ūtu noturīga, lateksus kombinē ar TRS PK vai arī lieto fluorētus prepa-

rātus, kas satur ar šķiedru reaģētspējīgas funkcionālas grupas, piemēram, vinilsulfona grupu:

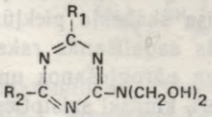
$$C_7F_{15}-CH_2O-SO_2-CH=CH_2 + HO-Cel \longrightarrow$$
$$\longrightarrow C_7F_{15}-CH_2O-SO_2-CH_2-CH_2-O-Cel.$$

Pretnetīrumu un preteļļu apdare

Uz dažu tipu audumiem, sevišķi darba apģērbu, tehniskajiem, mēbeļu, dekoratīvajiem un portjeru audumiem, paklājiem u. c. uznes pretnetīrumu un preteļļu apretes, lai tie mazāk saistītu šķidrus un mitrus netīrumus — eļļas, kā arī dažādas vielas no to suspensijām, emulsijām un ūdens šķīdumiem.

Mitru netīrumu saistīšanu daļēji aizkavē visas apretes, kas samazina šķiedru uzbriešanu ūdenī — pretburzes, pretraušanās, hidrofobizējošās. Pretnetīrumu apdarei izmanto hidrofobizējošas un vienlaikus eļļas atgrūdošas apretes fluoru saturošu savienojumu veidā. Zemākais virsmas spriegums (6—8 mN/m) un līdz ar to labas eļļas un ūdens atgrūšanas spējas, kas samazina TM notraipīšanos, piemīt savienojumiem, kuriem fluorētajā ķēdē ir vismaz 7 oglekļa atomi un šīs ķēdes galā trifluormetilgrupa —CF_3.

Mazgāšanas un ķīmiskās tīrīšanas izturīgākās apretes dod fluoru saturošie savienojumi ar aktīvām funkcionālām grupām, kas kovalenti saistās ar šķiedrām, piemēram, perfluoralkiltriazīnu atvasinājumi:



R_1 un R_2 – perfluorēti alkilradikāli ar $C_4 - C_{10}$ vai $R_2 = -N(CH_2OH)_2$

Fluoru saturošos savienojumus lieto emulsiju veidā vai trihloretāna vai metilhloroforma šķīdumā. Pēc piesūcināšanas audumu žāvē un termiski apstrādā pie 150—175 °C 3—5 min. Uz auduma jāuznes 1—2% preparāta. Ja fluoru saturošajā savienojumā nav aktīvas grupas, to lieto kompozīcijā ar TRS PK vai citiem savienojumiem, kas reaģē ar šķiedru funkcionālajām grupām.

Reizēm apretes šķīdumam pievieno ļoti smalkdispersu alumīnija oksīdu, titāna vai silīcija dioksīdu, kas, aizpildot šķiedru un dziju poras, padara to virsmu gludāku un neļauj tur iekļūt netīrumiem. Pēc tādas apdares audums mazāk saista arī sausus netīrumus. Audumu aizsargāšanai no sausiem netīrumiem ieteic arī ūdenī šķīstošo nātrija alumometilsilikonātu preparāta AMSR-3 veidā (60 g/l). Piesūcināto audumu žāvē un termiski apstrādā pie 140—150 °C 3—4 min.

Pretnetīrumu apretes nenovērš audumu notraipīšanos, tikai samazina to un ļauj netīrumus viegli atdalīt, nomazgāt.

Pretuguns apdare

Gandrīz visas tekstilšķiedras ir degošas. Visvieglāk uzliesmo un deg celulozes šķiedras — kokvilna, lini, viskozes šķiedras. Vilna un dabiskais zīds ir izturīgāki. Lielākā daļa sintētisko šķiedru karsējot saraujas un kūst, bet pēc uzliesmošanas deg pietiekami strauji. Vāji deg polivinilhlorīda šķiedras. Nedeg tikai stikla un azbesta šķiedras.

Visvairāk pretuguns apdare nepieciešama celulozes šķiedru audumiem, kurus plaši lieto kā dekoratīvus materiālus salonu noformēšanai transportlīdzekļos, muzejos, teātros, kā arī dzīvokļos aizkaru, portjeru, mēbeļu audumu veidā, tāpat higiēnisku darba tērpu izgatavošanai, arī personālam, kas apkalpo dažādas krāsnis, tēraudlietuvju strādniekiem u. c.

Antipirēnu (vielas, kas pasargā materiālu no degšanas) iedarbība izpaužas dažādi: tie degšanas apstākļos sadalās, izdalot nedegošas gāzes; pārklāj audumu ar plānu nedegošu kārtiņu, kas aizkavē gaisa skābekļa piekļūšanu; katalītiski maina šķiedru termiskās sadalīšanās raksturu, paātrinot celulozes dehidratāciju un pārogļošanos un samazinot degošu gāzu izdalīšanos, vai arī, ķīmiski saistoties ar šķiedru funkcionālajām grupām, modificē tās un palielina šķiedru termisko izturību.

Vienkāršākais pretuguns apdares paņēmiens ir auduma piesūcināšana ar **neorganiskiem sāļiem**, sevišķi amonija fosfāta, kā arī amonija hlorīda, sulfāta, karbonāta, sulfamāta šķīdumiem, boraka un borskābes maisījuma, fluorborātu, titāna-antimona kompleksa ($TiCl_4 + Sb_2O_3$) šķīdumiem. Piemēram, aizkaru audumus ieteic piesūcināt ar šķīdumu, kas

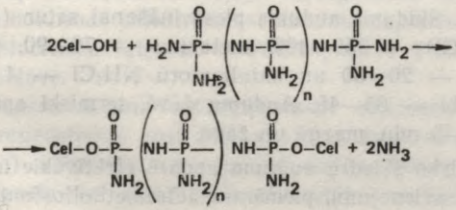
satur 65 g/l amonija fosfāta un 135 g/l amonija hlorīda. Nedegamības nodrošināšanai jāuznes 10—20% sāļu no auduma masas. Sāļu šķīdības dēļ efekts zūd jau pēc auduma pirmās mazgāšanas. Tomēr šo paņēmienu nereti lieto aizkaru un mēbeļu audumu apdarei.

Lai novērstu sāļu izmazgāšanos, audumu pēc divvannu paņēmiena piesūcina ar savienojumiem, kas, reaģējot savā starpā, pāriet nešķīstošā formā, dodot magnija tetraborātu vai silikātu, vai arī alvas, antimona, titāna vai citu metālu oksīdus (uz auduma jāuznes 40—50% oksīdu no tā masas).

Neorganisko sāļu gadījumā auduma nedegamību nodrošina nedegošu gāzu (HCl, NH_3, CO_2) izdalīšanās vai auduma pārklāšanās ar nedegošu kārtiņu (borāti, silikāti, metālu oksīdi).

Efektīvākie celulozes šķiedru audumu antipirēni ir amonija fosfāti un fosforskābes amīdi. Tie katalizē celulozes dehidratāciju un pārogļošanos un samazina degošu gāzveida produktu izdalīšanos vai arī pazemina šķiedras termiskās sadalīšanās sākuma temperatūru un izraisa gāzu galvenā daudzuma izdalīšanos zem uzliesmošanas t°.

Fosforskābes triamīds $OP(NH_2)_3$ ir preparāta TAF galvenā sastāvdaļa. Paaugstinātā t° tas kondensējas (n=0—3), kā arī sasaista celulozes makromolekulas:



Lai ļoti nepazeminātos celulozes šķiedru audumu izturība (līdz 50—60%), preparātu TAF uznes uz auduma kopā ar TRS PK.

Šķīdumā ir (g/l): preparāts TAF — 100—150, karbamols CEM — 150—390, glikazīns vai metazīns — 30—150, NH_4Cl — 3—5. Piesūcināto audumu žāvē, termiski apstrādā pie 150 °C 5 min, mazgā ar siltu un aukstu ūdeni un žāvē.

No ļoti lielā **organisko antipirēnu** klāsta, kas dod noturīgu nedegamības efektu, lielāka praktiska nozīme ir hloru un fosforu saturošajiem savienojumiem.

Hloru saturošie savienojumi — hlorēts parafīns, hlorkaučuks, polivinilhlorīds u. c., termiski sadaloties, izdala hloru un hlorūdeņradi, kas kavē šķiedru sadalīšanās gāzveida produktu oksidēšanos un tā ierobežo degšanas procesu. Audumu degamība vēl vairāk tiek ierobežota, ja kombinē hlorētos ar fosforu saturošajiem antipirēniem vai dažu metālu oksīdiem, sevišķi ar antimona oksīdu. Pēdējais degšanas apstākļos pārvēršas oksihlorīdā, kas vēl vairāk palielina auduma nedegamību.

Hlorētos ogļūdeņražus uznes uz auduma emulsiju veidā 30—40% no auduma masas. Aprete ir mazgāšanas un gaismizturīga. Audums kļūst arī hidrofobs un netrūdošs, bet it kā gumijots.

No *fosfororganiskajiem savienojumiem* celulozes šķiedru audumu noturīgai pretuguns apdarei izmanto bromoforma un trialilfosfāta bromētu polimēru (preparāts BAP), tetrametilolfosfonija hlorīdu (preparāts THPC), trietilēnimidofosfātu (preparāts APO) u. c. Toksiskuma u. c. iemeslu dēļ PSRS tos nelieto.

Padomju Savienībā no fosfororganiskajiem savienojumiem vairāk izmanto preparātus ar aktīvu metilolgrupu pie slāpekļa atoma, kas ķīmiski saistās ar celulozes šķiedrām. Viens no tādiem ir firmas «Ciba» preparāts pirovatekss CP: $(CH_3O)_2$—PO—CH_2CH_2—CONH—CH_2OH, ko lieto kopā ar metazīnu. Šķīdums auduma piesūcināšanai satur (g/l): pirovateksu CP — 350—400, metazīnu — 70—90, polietilēna emulsiju — 20—30 un katalizatoru NH_4Cl — 4 vai ortofosforskābi — 35—45. Audumu žāvē, termiski apstrādā pie 160 °C 3—5 min, mazgā un žāvē.

Sintētisko šķiedru audumu apdarē efektīvākie ir fosfororganiskie savienojumi, piemēram, tetrametilolfosfonija hlorīds, kā arī fosforu saturošie antipirēni kompozīcijā ar hlorsaturošiem savienojumiem. Turklāt vairāk ieteicama ir nevis ķīmisko šķiedru virsmas apstrāde ar antipirēniem, bet gan apstrāde masā, pievienojot antipirēnu polimēra masai pirms šķiedru formēšanas.

Vilnas audumu apdarei kā vienu no efektīvākajiem ieteic kālija heksafluorcirkonātu, kuru uznes 8% no auduma masas. Auduma nedegamība saglabājas vēl pēc 50 mazgāšanas reizēm un ķīmiskās tīrīšanas.

Efektīvu, netoksisku, šķiedru izturību nepazeminošu antipirēnu meklējumi turpinās.

Prettrūdes un baktericīdā apdare

Mikroorganismi nesadala tikai sintētisko un stikla šķiedru TM. Visvieglāk baktērijas un sēnītes noārda celulozes šķiedras, sevišķi, ja ir paaugstināts mitruma saturs un temperatūra 30—40 °C, t. i., zemēs ar tropisku klimatu vai arī apstākļos, kur uz audumu pārmaiņus iedarbojas ūdens un silts, mitrs gaiss (telšu un lietusmēteļu audumi, brezenti, buru audekls u. c.), kā arī mitrās, slikti vēdināmās noliktavās.

Celulozes šķiedru audumus no mikroorganismu iedarbības ievērojami pasargā pretburzes un pretraušanās aprešu termoreaktīvie sveķi, arī hidrofobizējošās apretes. Vēl labāku rezultātu dod speciāli mazšķīstoši vai nešķīstoši sastāvi, kas, uznesti audumam, saindē mikroorganismus un novērš to attīstību. Pie šiem baktericīdiem preparātiem pieder nešķīstoši vara vai citu metālu savienojumi, fenola atvasinājumi, sēra organiskie savienojumi u. c.

Efektīvs baktericīds preparāts ir vara 8-oksihinolāts, kuru iegūst tieši uz šķiedras pēc divvannu paņēmiena, vispirms audumu piesūcinot ar amonija oksihinolāta, tad ar vara sulfāta šķīdumu. Līdzīgi uz auduma iegūst citus nešķīstošus varu saturošus preparātus (naftenātu). Vara daudzumam audumā jābūt 0,2—0,8%. Šo savienojumu lietošanu ierobežo to zilganzaļā krāsa, kā arī daļēja izmazgāšanās no auduma. Preparātu noturības palielināšanai audumu papildus apstrādā ar kādu sintētisku lateksu — PMMA, SVH (120 g/l) vai citu — un žāvē.

No organiskajiem savienojumiem celulozes šķiedru audumu antiseptiskai apstrādei visvairāk lieto salicilanilīdu (1,5—2 g/l) atšķaidīta amonija hidroksīda šķīdumā, kā arī hlorētus fenola vai oksidifenila atvasinājumus (10—15 g/l) atšķaidīta sārma šķīdumā.

Visefektīvāk celulozes šķiedru audumus no mikroorganismu iedarbības pasargā kombinēti vara savienojumu un oksidifenila atvasinājumu vai vara-hroma-tannīdu preparāti.

Vara-hroma-tannīdu komplekss izveidojas tieši uz auduma, apstrādājot to pēc divvannu paņēmiena. Vispirms audumu piesūcina ar miecvielu ekstraktu (tannīdu saturs — vismaz 10—12 g/l) pie 80—90 °C, apžāvē un otrā vannā pie 70—75 °C piesūcina ar vara sulfāta (12 g/l) un kālija bihromāta (6 g/l) šķīdumu. Audumu tur 20—30 min, mazgā ar aukstu ūdeni, sodas šķīdumu (50 °C), atkal ar aukstu ūdeni,

žāvē un kalandrē. Paņēmienu lieto galvenokārt brezentu un telšu audumu apstrādei. Vienlaikus palielinās auduma gaismizturība.

Celulozes šķiedru audumu trūdēšanu ievērojami samazina arī vara organiskie sāļi, piemēram, acetāts, preparāts DCM.

Veic plašus pētījumus par audumu baktericīdo apstrādi ar preparātiem, kas ķīmiski piesaistās šķiedrām, lai ilgāk saglabātu to aktivitāti. Piemēram, audumu piesūcina ar noteikta monomēra šķīdumu un radiācijas iekārtā apstrādā ar ātrajiem elektroniem. PSRS šim nolūkam radīta radiācijas-ķīmiskās apdares līnija LRH-140 kokvilnas audumu baktericīdai apstrādei. Antimikrobās īpašības audums saglabā pat pēc 30 mazgāšanas reizēm; tas ir sevišķi svarīgi slimnīcās un bērnu iestādēs.

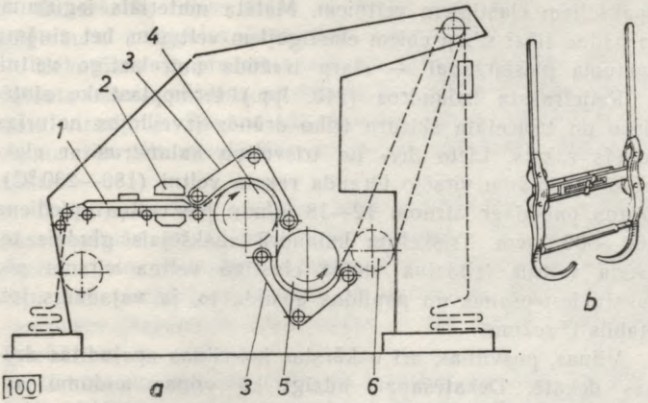
ADĪTO DRĀNU NOBEIGUMA APDARE

Adīto drānu nobeiguma apdarē atšķirīgi no audumiem ir daži procesu realizēšanas paņēmieni un iekārtas.

Atūdeņo plakanadītās drānas dažādi. Ja slapjās apdares process noritējis nepārtrauktas darbības iekārtā izplestā stāvoklī, drānu atūdeņo starp šīs iekārtas spiedveltņiem vai vakuumatūdeņotājā (126. lpp.) ar loka platinātāju un malu iztaisnotāju. Ja drānas iepriekšējā apdare notikusi periodiskas darbības iekārtā grīstes veidā, to atūdeņo centrifūgā (127. lpp.). Apaļadītās drānas apstrādā grīstē un atūdeņo centrifūgā, pēc tam izpleš un satin rullī.

Žāvē plakanadītās drānas žāvēšanas-platināšanas mašīnā vai, ja tās izgatavotas no acetātu vai sintētiskām šķiedrām, žāvēšanas-platināšanas-stabilizācijas līnijās (109. lpp.). Reizēm šajās mašīnās žāvē arī apaļadītās drānas, iepriekš tās pārgriežot garenvirzienā. Biezās, lēni žūstošās vilnas drānas žāvē vairākstāvu žāvēšanas-platināšanas mašīnās ar ātrumu līdz 20 m/min, bet kokvilnas un sintētisko šķiedru drānas — vienstāva mašīnās ar ātrumu 40—60 m/min. Dažās mašīnās pirms drānas noņemšanas no transportķēdes adatām abās pusēs uzstādīti disku naži nogriež sadurto malu 1—1,5 cm platumā. Tas atvieglo detaļu izgriešanu šūšanas fabrikās.

Apaļadītās drānas žāvē sietcilindru (131. lpp.) vai cilpu žāvētavās (129. lpp.), bet tā žāvēts materiāls nav gluds. Tas jāgludina kalandrā.



Horizontālā filckalandra shēma (*a*); sabīdāms platinātājs (*b*)

Kalandrē un presē apaļadītās drānas speciālos trikotāžas kalandros. Pirms kalandra veltņiem materiālu platina, iestiprinot adītās caurules iekšpusē sabīdāmu platinātāju *b* ar sānu veltnīšiem, un izlabo cilpu rindu sašķiebumus, pēc tam samitrina ar tvaiku, lai drāna labāk izgludinātos. Lieto horizontālus un vertikālus kalandrus ar filcu un bez tā. 100. att. *a* parādīta horizontālā filckalandra MO-180-T shēma. No sabīdāma platinātāja *1* un tvaikošanas-mitrināšanas ierīces *2* apaļadītā drāna nonāk zem bezgalīgas filca lentes *3*, kas to piespiež apsildāmam rotējošam kalandra veltnim *4*. Pēc tam drāna pāriet uz otru kalandra veltni *5* ar filcu, tad tiek satīta rullī *6* vai salikta «grāmatiņā». Rezultātā materiāls tiek izgludināts, kļūst blīvāks, ar stabilākiem izmēriem un cilpu formu. Kalandrēšanas ātrums 2,5—20 m/min. Ja pulēto metāla veltņu aploces ātrums ir ievērojami lielāks nekā apstrādājamās drānas un filca lentes padošanas ātrums, tad kalandra veltņi, slīdot pār trikotāžu, piešķir tās virsmai arī zināmu spīdumu. Ja ātrumi ir vienādi, izgludinātā materiāla virsma ir matēta.

Celulozes šķiedru apaļadītajām drānām kalandrēšana parasti ir pēdējā apdares operācija, vilnas drānas vēl jādekatē, sintētisko šķiedru drānas jāstabilizē.

Līdzīgi audumiem (239. lpp.) kalandrē arī daļu plakanadīto drānu, lielākoties kokvilnas drānas. Visbiežāk lieto trīsveltņu kalandrus ar virsējo tērauda veltni un diviem

apakšējiem elastīgiem veltņiem. Matēta materiāla iegūšanai to padod tikai starp abiem elastīgajiem veltņiem, bet zināma spīduma piešķiršanai — starp tērauda un elastīgo veltni.

Reljefraksta kalandros (240. lpp.) termoplastisko sintētisko un triacetāta šķiedru triko drānās izveidojas noturīgs reljefs raksts. Lieto div- un trīsveltņu kalandrus ar elektriski apsildāmu virsējo tērauda raksta veltni (180—230 °C). Drānu padod ar ātrumu 12—18 m/min pie veltņa spiediena 300—500 N/cm. Trīsveltņu kalandrā apakšējais gludais tērauda veltnis izlīdzina vidējā elastīgā veltņa virsmu pēc raksta iespiešanas un papildus apsilda to, ja vajadzīgs ļoti stabils t° režīms.

Vilnas, pusvilnas, arī uzkārstas kokvilnas apaļadītās drānas **dekatē.** Dekatēšanai, līdzīgi kā vilnas audumu apstrādei, lieto periodiskas vai nepārtrauktas darbības nobeiguma dekatierus (258. lpp.). Rezultātā stabilizējas materiāla izmēri, tas kļūst mīkstāks un elastīgāks pēc taustes, uzlabojas tā izskats. Lielā mērā drānas izskatu ietekmē ar to kontaktējošā pārklājauduma raksturs. Sevišķi mīkstu griifu drānai piešķir uzkārsts kokvilnas pārklājaudums.

Ir arī mašīnas, kurās agregatēts kalandrs ar dekatēšanas ierīci (kalandrs KO-100-T).

Sintētisko šķiedru apaļadītās drānas **gludina un stabilizē** nevis parastajos trikotāžas kalandros, bet augstākā t° speciālos stabilizācijas kalandros, kuros apvienota materiāla kalandrēšana starp gludināšanas veltņiem un stabilizācija. Tā gan nevar regulēt drānas saraušanos platumā apstrādes laikā. Ja apaļadītā drāna izgatavota no teksturētiem pavedieniem, kalandrēšanu aizstāj ar apstrādi speciālās apaļadītās drānas stabilizēšanas mašīnās (110. lpp.), kurās to nesapresē un kurās tā iegūst lielāku struktūras īpatnējo tilpumu, kā arī izmēru un cilpu formas stabilitāti un zināmu gludumu. Stabilizēšanai drānu uz gara platinātāja padod ar apsteigumu cauri tvaikošanas-mitrināšanas, tad stabilizācijas zonai ar pārkarsētu tvaiku vai karstu gaisu, pēc tam — straujas atdzesēšanas zonai.

Stabilizēšanai izmanto arī speciālus autoklāvus, kuros perforētam cilindram uztīto apaļadīto drānu vakuumē, apstrādā ar tvaiku un atdzesē.

Apdrukāšanai apaļadīto drānu pirms apdares žāvēšanas-platināšanas mašīnā vai nepārtrauktas darbības dekatierī pārgriež garenvirzienā griešanas mašīnā ar rotējošu diska nazi.

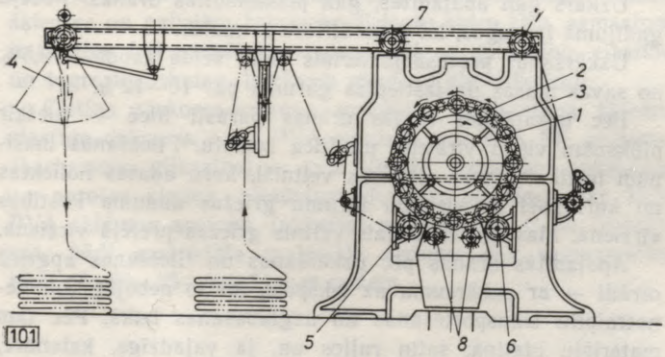
Uzkāršana. Siltās veļas un bērnu trikotāžas, arī sporta apģērbu u. c. izgatavošanai daļu adīto drānu uzkārš.

Uzkāršana ir process, kurā uz drānas virsmas tiek izveidots irdens, pūkains un mīksts no dzijām izvilktu šķiedru galu virsslānis. Tas nosedz drānas cilpaino struktūru, palielina tās siltumizolācijas spēju un mīkstumu, maina izskatu.

Drānu uzkārš ar adatainu lenti pārklāti veltnīši uzkāršanas mašīnās ar dažādu darba platumu: IV-180, IV-220. Biežāk lieto divmašīnu agregātus ar kompensatoru starp tām. Tas vienkāršo uzkāršanu, ja apaļadītās drānas no katras puses jāapstrādā divas reizes — tās mašīnā nav jāapgriež.

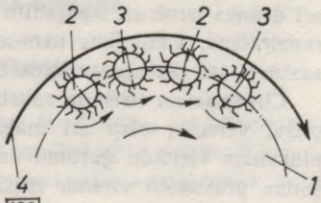
Uzkāršanas mašīna (101. att.) sastāv no disku veltņa *1*, kura virsmā pa aploci iestiprināti 36 adataini veltnīši *2* un *3*, drānas padevējiekārtas, vadveltnīšiem *5*, *6* un *7*, uzkārstās drānas pašsalicēja *4* un uzkāršanas veltnīšu attīrītājiem *8*.

Veltnīši *2* un *3* pārklāti ar adatainu lenti; adatas tajā iestiprinātas leņķī. Pēc adatu novietojuma veltnīšus iedala uzkāršanas *2* un pretuzkāršanas veltnīšos *3* (102. att.).



101

Uzkāršanas mašīnas shēma



Uzkāršanas veltnīšu darba shēma

102

Veltnīšos *2* adatas noliektas drānas *4* kustības virzienā, veltnīšos *3* — pretēji tam. Abas veltnīšu sistēmas griežas ap savu asi auduma un centrālā cilindra *1* kustībai pretējā virzienā. Disku veltņa *1* virsmā pārmaiņus iestiprināts viens uzkāršanas un viens pretuzkāršanas veltnītis, turklāt pretuzkāršanas veltnīši rotē ātrāk.

Lai veltnīšu adatas uzkārstu drānu, centrālā veltņa kustības lineārajam ātrumam jābūt ievērojami lielākam nekā veltnīšiem *2* un *3*, visbiežāk 300—500 m/min, kamēr audums pārvietojas lēni — ar ātrumu 8—45 m/min.

Uzkārsuma kvalitāte — biezums, augstums, vienmērība — atkarīga no vairākiem faktoriem. Uzkārsums iznāk biezāks, ja samazina uzkāršanas, bet palielina pretuzkāršanas veltnīšu apgriezienu skaitu. Ja drāna blīvi piespiesta veltnīšiem, uzkārsums ir zems un blīvs, ja vaļīgi — garš un irdens. Materiāls no vairāk sagrodotām dzijām ir grūtāk uzkāršams. Grodojuma nevienmērība rada uzkārsuma nevienmērību. Vilnas, triacetāta un sintētisko šķiedru drānas uzkārš mitras, lai tās mazāk elektrizētos un uzkārsums būtu vienmērīgāks.

Lieto arī čiekuru uzkāršanas mašīnas (122. lpp.).

Uzkārš gan apaļadītās, gan plakanadītās drānas. Pēdējā gadījumā jāraugās, lai nesarullētos to malas.

Uzkāršanas procesā materiāls pūku veidā zaudē ~2,5% no savas masas un izstiepjas garumā par 10—12%.

Pēc uzkāršanas adītās drānas parasti **filcē** — piešķir plūksnām vienu virzienu un filca izskatu. Filcēšanas mašīnām ir tikai vienas sistēmas veltnīši, kuru adatas noliektas un kuri paši ar vienādu ātrumu griežas auduma kustības virzienā. Mašīnas centrālais veltnis griežas pretējā virzienā.

Apaļadītās drānas pēc uzkāršanas un filcēšanas apgriež otrādi — ar uzkārsumu uz iekšpusi, lai to nebojātu un nenotraipītu transportēšanas un uzglabāšanas laikā. Pēc tam materiālu platina, satin ruļļos un, ja vajadzīgs, kalandrē, lai uzkārsums būtu blīvāks un stabilāks. Filckalandrā fiksē arī drānas izmērus. Apaļadīto materiālu var arī pārgriezt garenvirzienā, vienlaikus uznesot uz malām nedaudz līmējoša sastāva, lai tās nesarullētos tālākās apstrādes laikā.

Cirpšana un tīrīšana raksturīga drānām, kas imitē samtu, plīšu, velvetu; cērp arī mākslīgās kažokādas, lai piešķirtu plūksnām vienādu garumu un patīkamu izskatu. Pirms cirpšanas plūksnoto virsmu tīrīšanas mašīnā (253. lpp.) attīra no nenostiprinātām pūkām un šķiedrām un pacej nostipri-

nātos šķiedru galus, lai tos būtu vieglāk nogriezt. Pēc cirpšanas no drānas notīra nogrieztos šķiedru galus. Apaļadītās drānas pirms tīrīšanas un cirpšanas pārgriež garenvirzienā un apstrādā, izplestas visā platumā. Cirpšanas mašīnā (255. lpp.) drānu apstrādā vairākkārt, lai labāk izlīdzinātu plūksnu garumu.

Apretēšana. Adītās drānas apstrādā ar mīkstinošām, antistatiskām, arī cietinošām, pretiršanas u. c. apretēm.

Mīkstinošie preparāti — stearoksi, preparāts AM, alkamons OS-2, ziepes, polietilēna emulsija, marvelāns u. c. — kopā ar higroskopiskām vielām (glicerīnu) padara adījumu mīkstāku un elastīgāku pēc taustes, samazina dziju vai pavedienu pārciršanu drānu šūšanas procesā.

Sintētisko, acetātšķiedru un vilnas adītās drānas apstrādā ar antistatiskajiem preparātiem (262. lpp.), lai samazinātu spēju elektrizēties, un mīkstinātājiem. Daudzi antistatiķi materiālu vienlaikus arī mīkstina.

Reizēm adījumus apstrādā ar sastāviem, kas samazina to irstamību un savilkumu rašanos. Šim nolūkam lieto dažus sintētisko polimēru lateksus: SVH-1 (vinilhlorīda un vinilidēnhlorīda kopolimēru), SKS-30 (butadiēna un stirola kopolimēru) u. c., kā arī silīcijorganiskos savienojumus. Uz šķiedru virsmas izveidojas apretes plēvīte, kas daļēji salīmē šķiedras un palielina berzes koeficientu starp tām, samazinot irstamību. Lai palielinātu apretes plēves mīkstumu, elastību un higroskopiskumu, lateksam pievieno plastifikatoru.

Cietina viskozes-kaprona mežģīnes, poliuretāna šķiedru elastīgo drānu u. c. ar PVA emulsiju vai TRS PK šķīdumu (karbamols, glikazīns) u. tml. Vīriešu virskreklu apkaklītes un aproces cietina, piesūcinot detaļas, piemēram, ar 12% PVA šķīdumu acetonā, izžāvējot pie parastās t° un izgludinot. Šādi apstrādāta materiāla cietums sāk samazināties tikai pēc 20—25 mazgāšanas reizēm.

ADĪTO GABALIZSTRĀDĀJUMU NOBEIGUMA APDARE

Triko apģērbu nobeiguma apdare

Triko apģērbus vai gatavas to detaļas (kuponus), kas tikai jāsašuj kopā, parasti ada no krāsotas dzijas. Tāpēc to apdares galvenās operācijas ir mazgāšana-relaksācija, apre-

lēšana, atūdeņošana, žāvēšana, formēšana un presēšana, kā arī stabilizācija (sintētisko šķiedru izstrādājumiem). Vilnas un pusvilnas izstrādājumus reizēm viegli veļ.

Gabalizstrādājumu **mazgāšanu un** iekšējo spriegumu **relaksāciju** veic daudzsekciju cilindriskajos zeķu krāsošanas aparātos (107. lpp.), aparātos KOT-100 vai dažāda tipa mazgāšanas mašīnās, kurās no adījuma atdala galvenokārt dziju eļļošanas preparātus. PSRS ražotās mazgāšanas mašīnas SMT-10, SMT-25 un SMT-50 (103. att. *a*) ir horizontālas cilindriskas mašīnas ar rotējošu perforētu iekšējo cilindru, kurā caur hermētiski noslēdzamu priekšējo lūku iekrauj 10, 25 vai 50 kg trikotāžas izstrādājumu izklaidus vai tīkla maisiņos un mazgā 20—30 min. Maisiņos nesablīvēto detaļu vai apģērbu apstrādes process noris vienmērīgāk, tie nesamezglojas, nerodas grūti likvidējami burzījumi, ieloces. Burzījumu novēršanai svarīgs arī mazgāšanas procesa t° režīms. TM jāatdzesē lēni — mašīnā nedrīkst padot uzreiz aukstu šķīdumu.

Lieto arī vertikālas cilindriskas mazgāšanas mašīnas, kurās izstrādājumus iekrauj no augšas, piemēram, angļu firmas «Pegg» mašīnu (103. att. *b*). Mašīnas cilindriskajā daļā *1* virs caurumotā dubultdibena *2* iekrauj līdz 80 triko apģērbu. Šķīduma cirkulācijas princips nodrošina to apstrādi peldošā stāvoklī bez samezglošanās.

Reizēm eļļošanas preparātus no gabalizstrādājumiem atdala ķīmiskās tīrīšanas mašīnās ar organiskiem šķīdinātājiem (288. lpp.).

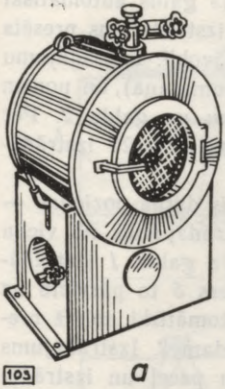
Mazgāšanas mašīnās izstrādājumus, ja vajadzīgs, var apstrādāt arī ar *apretes* (antistatiskas, mīkstinošas u. c.) šķīdumu vai vilnas un pusvilnas gabalizstrādājumus (cimdus, šalles, beretes, zeķes, džemperus u. c.) — viegli *savelt*.

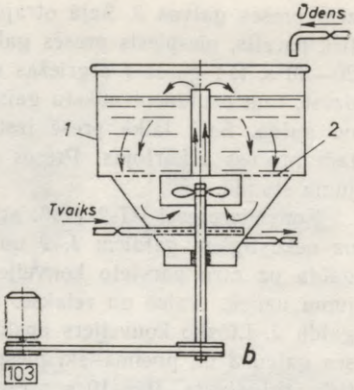
Atūdeņo izstrādājumus nelielās centrifūgās (10—50 kg).

Žāvē gabalizstrādājumus rotējošās cilindriskās žāvētavās vai universālās apdares mašīnās, uzvilktus uz formām.

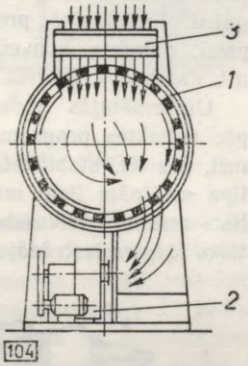
Cilindriskajā žāvētavā BSTM-25 (104. att.) izstrādājumus žāvē perforētā rotējošā cilindriskā tvertnē *1*, no kuras iekšpuses ventilators *2* nosūc kaloriferā *3* sasildītu gaisu, kas aiznes sev līdzi materiāla mitrumu. Žāvēšanas cikla ilgums 20 min. Procesā izstrādājumi neiegūst vajadzīgos izmērus un formu, tāpēc to apdari pabeidz tvaicēšanas-formēšanas presēs vai universālās apdares mašīnās.

Formēšana, presēšana un stabilizēšana. Tvaicēšanas-formēšanas presēs ar tvaiku samitrināto izstrādājumu presējot





Trikotāžas izstrādājumu cilindriskās mazgāšanas mašīnas:
a — horizontālā; *b* — vertikālā



Gabalizstrādājumu cilindriskās žāvētavas shēma

izgludina un piešķir tam mīkstumu. Vienlaikus materiāls relaksējas, saraujas un izlīdzinās cilpu struktūra. Izstrādājums iegūst stabilu formu un preces izskatu.

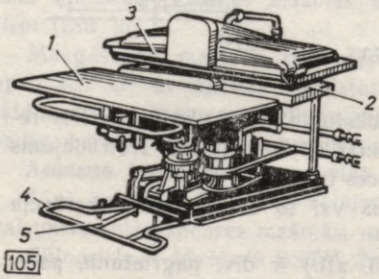
Izžāvētus triko apģērbus vai to detaļas presē karuseļa un konveijera tipa presēs.

Karuseļpresei PT-1 (105. att.) ir divi pagriežami, paceļami un nolaižami galdi *1* un *2* un nekustīga preses galva *3*. To virsma elastīga, daudzslāņu (metāla un azbesta sieti, auduma kārtas). No iekšpuses galdos padod tvaiku trikotāžas samitrināšanai, preses galvā *3* — apsildei. Presei ir divas darba pozīcijas. Pirmajā pozīcijā uz galda *1* uzliek gludināmo izstrādājumu vai detaļu, izlīdzina to un, nospiežot pedāli *4*, samitrina ar tvaiku, lai tie labāk izgludinātos un relaksētos. Nospiežot pedāli *5*, galds *1* pagriežas un nokļūst

zem preses galvas *3*. Šajā otrajā pozīcijā galds automātiski tiek pacelts, piespiests preses galvai un izstrādājums presēts 20—30 s, tad galds *1* atgriežas sākumstāvoklī. Izstrādājumu dzesē, tam caursūcot aukstu gaisu (vakuumēšana), un noņem no galda. Šajā laikā presē izstrādājumu uz galda *2*. Pēc tam process atkārtojas. Preses ražīgums 30—120 izstrādājumu stundā.

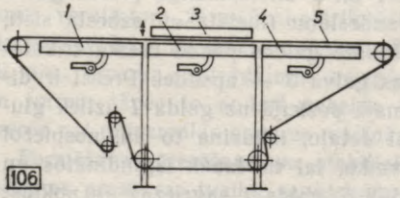
Konveijerpresei PT-2 (106. att.) ir trīs darba pozīcijas — uz nekustīgiem galdiem *1*, *2* un *4*. Izstrādājumus no viena galda uz otru pārvieto konveijers *5*. Uz galda *1* izstrādājumu uzliek, tvaicē un relaksē. Konveijers *5* to pārvieto uz galdu *2*. Līdzko konveijers apstājas, automātiski nolaiž preses galvu *3* un pneimatiski piespiež galdam *2*. Izstrādājums tiek izgludināts. Pēc 10 s preses galvu pacel un izstrādājumu pārvieto uz galdu *4*, kur to atdzesē, caursūcot aukstu gaisu. Šajā laikā presē nākamo izstrādājumu, tad pacel presi, pārvieto konveijeru par galda platumu uz priekšu utt. daudzkārt. Stundā apstrādā līdz 400 izstrādājumu.

Universālajās apdares mašīnās gabalizstrādājumus var pēc noteiktas programmas samitrināt ar tvaiku, žāvēt, formēt, tvaicēt, stabilizēt, presēt. Padomju Savienībā no šāda tipa mašīnām lieto mašīnas UMOT-20, franču firmas «Heliot» mašīnu «Trikoset» u. c., kuras izmanto vilnas un sintētisko šķiedru izstrādājumu apdarei.



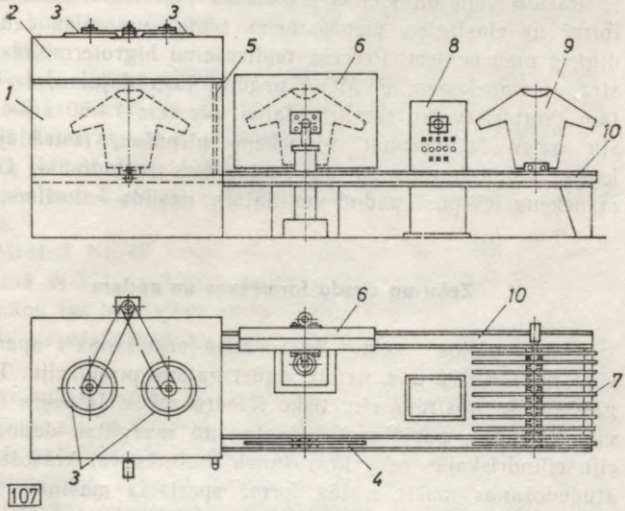
105

105. att. Karusel-prese



106

106. att. Konveijer-preses shēma



107

Universālās apdares mašīnas «Trikoset» shēma

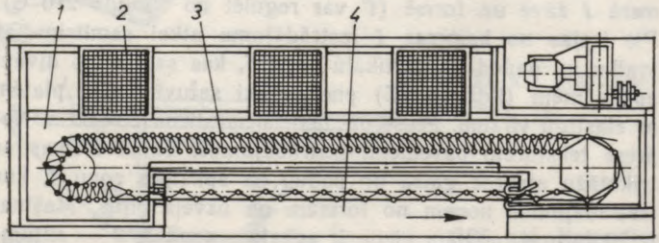
Mašīna «Trikoset» (107. att.) sastāv no siltumapstrāžu kameras *1*, mitrināšanas ierīces *5*, preses *6*, transportierīces *10* ar formām *9*, vadības pults *8*. Procesa norisei izstrādājumus uzvelk uz formām *9* un ar transportierīci *10* padod siltumapstrādes kamerā *1*. Pie ieejas tajā uz izstrādājumu no abām pusēm padod tvaiku no perforētām caurulēm *5* materiāla samitrināšanai (ja tas ir sauss). Pēc tam sintētisko šķiedru trikotāžu formē un stabilizē, apstrādājot uz formām ar elektriskajos kaloriferos *2* uzkarsētu gaisu (līdz 210 °C), kura cirkulāciju nodrošina ventilatori *3*. Vilnas un pusvilnas trikotāžas izstrādājumus uzvelk uz formām mitrus un kamerā *1* žāvē un formē (t° var regulēt no 60 līdz 210 °C). Pie izejas no kameras *1* izstrādājumu atkal samitrina ar tvaiku un padod uz vertikālu presi *6*, kas sastāv no divām apsildāmām (līdz 180 °C) pneimatiski satuvināmām platēm ar elastīgu virsmu. Presē pie neliela spiediena 20—30 s. Nepresē teksturēto pavedienu izstrādājumus. Tālāk formas ar trikotāžu atdzesē gaisā un padod uz apkalpes zonu *4*, kur izstrādājumus noņem no formām un uzvelk citus. Mašīnai ir 20 formas, no tām viena ir apkalpes zonā *4*, 9 — siltumapstrādes kamerā, viena — presē un 9 — atdzesēšanas zonā *7*. Mašīnas ražīgums 120—180 izstrādājumu stundā.

Pašūto veļu un kleitas trikotāžas fabrikās izgludina un formē uz elastīgiem piepūšamiem, tvaiku un gaisu caurlaidīgiem manekeniem. Procesa realizēšanai higrotermiskās apstrādes manekenam PVMG-1 uzģērbj izstrādājumu, 1—60 s tam caurpūš tvaiku samitrināšanai, pēc tam 1—60 s — karstu gaisu izžāvēšanai. Manekens piepūšas, izstrādājums iegūst vajadzīgo formu un žūstot tiek izgludināts. Gaisu manekena iekšpusē padod ventilators, uzsilda kalorifers.

Zeķu un cimdu formēšana un apdare

Universālajos zeķu krāsošanas-formēšanas aparātos UKF-60, UKF-72 u. c. uzreiz iegūst gatavu produkciju. Tajos galvenokārt apstrādā sintētisko šķiedru zeķes. Ja zeķes (kokvilnas, vilnas, pusvilnas) krāsotas un mazgātas daudzsekciju cilindriskajās zeķu krāsošanas mašīnās vai krāsošanas-atūdeņošanas mašīnās, tās formē speciālās mašīnās, izžāvējot ar karstu gaisu, uzvilktas uz plakanām metāla formām. Zeķes žūstot iegūst pareizu formu, gludumu un glītu izskatu. Procesu realizē mašīnās ČNF-90 un NF-40 vai ārzemju firmu mašīnās.

Mašīnā ČNF-90 (108. att.) žāvē un formē kokvilnas, vilnas un pusvilnas sieviešu un vīriešu zeķes. Mašīnai ir trīszonu žāvēšanas kamera *1*, ko apsilda kaloriferi *2*. Gaisa cirkulāciju nodrošina ventilatori. Cauri kamerai virzās divsliežu konveijers *3* ar 90 plakanām dūralumīnija formām, no kurām 70 atrodas žāvētavā, bet 20 — apkalpes zonā. Žāvēšanas kamerā attālums starp formām ir samazināts; tas ļauj samazināt kameras izmērus. Apkalpes zonā *4* transportieris iztaisnojas un formas attālinās, lai atvieglinātu zeķu



108

Zeķu formēšanas mašīnas shēma

uzvilkšanu un novilkšanu no tām. Mašīnas ražīgums 500 pāru kokvilnas sieviešu zeķu vai 720 pāru vīriešu zeķu stundā.

Franču firmas «Heliot» mašīnā N-321 formē un stabilizē raibadītās sintētisko šķiedru zeķes. Mašīna sastāv no apdares kameras un pagriežama divsekciju galda ar 96 formām. Kamēr viena sekcija atrodas kamerā, kur zeķes tvaicē un pēc tam žāvē ar karstu gaisu, otra sekcija ir apkalpes zonā.

Mašīnā NF-40 formē visu veidu vīriešu zeķes. Šajā un mašīnā N-321 ir ierīce automatizētai zeķu novilkšanai no formām; tas ievērojami samazina roku darbu.

Ja vajadzīgs, zeķes pirms žāvēšanas un formēšanas apretē.

Kokvilnas zeķes, lai uzlabotu to izskatu, reizēm apstrādā ar cietes-ziepju šķīdumu vai polimetilmetakrilāta lateksu. Pēdējais palielina arī zeķu berzes izturību.

Sintētisko šķiedru zeķes, sevišķi vīriešu zeķes, lai novērstu kāju iespējamo saslimšanu ar mikozi, arvien biežāk apstrādā ar speciāliem baktericīdiem preparātiem, piemēram, smotilonu AN (VDR), germocīdu (VFR). Preparāti sevišķi piemēroti vilnas un dederona (kaprona) zeķu un darba apavu oderu antimikozai apdarei. Apstrādi izdara pēc krāsošanas ar šķīdumu, kas satur 15 g/l smotilona AN (15—20 min pie 30—40 °C) vai 3 g/l germocīda (15 min pie 45 °C). Pēc tam zeķes žāvē un formē. Preparātiem nav terapeitiskas iedarbības, tie tikai pasargā kājas no infekciozas saslimšanas. Jau pirmoreiz mazgājot, tie izmazgājas no zeķēm.

Cimdus formē līdzīgi zeķēm, tikai formas ir citas konfigurācijas. Mašīnā PF-56 žāvē un formē dažādu šķiedru pirkstainos cimdus. Uz diska konveijera divās rindās uzstiprinātas 56 cimdu formas. No tām žāvēšanas-formēšanas kamerā atrodas 40, kur cimdus žāvē, formē un, ja vajadzīgs, stabilizē ar karstu gaisu, kuru uzsilda tvaika vai elektrokaloriferi.

ATŪDEŅU ATTĪRĪŠANAS PAMATPRINCIPI

Tekstilmateriālu apdares rūpniecībā visi slapjās apstrādes procesi — mazgāšana, vārīšana, merserizācija, balināšana, krāsošana, apretēšana u. c. — noris ūdens vidē. Pēc apda-

res paliek milzīgi atūdeņu daudzumi, kas satur 1,8—2,6 g/l dažādu organisku un neorganisku vielu (eļļošanas preparāti, smite, balinātāju, krāsvielu un aprešu paliekas, biezinātāji, VAS, skābes, sārmi, sāļi, nātrija silikāts, reducētāji u. c.), kā arī nešķīstošas vielas — pūkas un šķiedras.

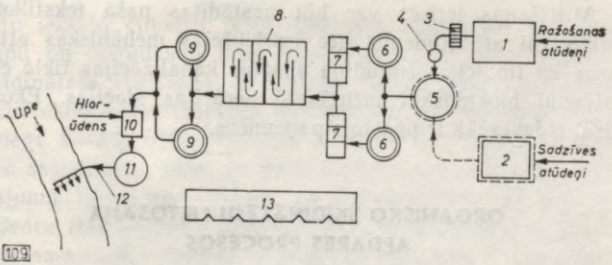
Ķīmiski piesārņotos atūdeņus drīkst ieplūdināt upēs un ezeros tikai pēc sarežģītas mehāniskās, fizikālķīmiskās un bioķīmiskās attīrīšanas. Tas ievērojami sadārdzina ūdeni. Bet neattīrītu ūdeņu piesārņojumi saindē zivis un ar dzeramo ūdeni toksiski iedarbojas uz citiem dzīviem organismiem.

Attīrīšanas process noris šādi.

Kombināta netīrais ūdens nonāk kolektorā, no tā — ūdens sastāva un koncentrācijas izlīdzinātājā, tad šķiedru ķērājā — teknē ar režģiem, pēc tam smilšu ķērājā, kur, izmantojot centrbēdzes principu, atdala smiltis u. c. sīkus mehāniskus piemaisījumus. Tālāk ūdens nonāk pirmējos nostādinātājos. Ūdeni padod nostādinātāja centrā, nostādinoties tas lēni (~1,5 h) pārvietojas uz perifēriju un aizplūst pār nostādinātāja malām tālāk uz flotatoru. Nogulsnes aizvada uz dūņu lauku.

Vairāksekciju flotatorā ūdeni attīra fizikālķīmiski, burbuļojot caur ūdens slāni saspiestu gaisu, kas putu veidā paceļ virspusē SML u. c. VAS, kuri citādi grūti atdalāmi. Tā attīra 45—70% VAS, daļu krāsvielu un apmēram pusi atūdenī smalki disperģēto un emulģēto vielu, kas kopā ar VAS koncentrējas uz aerētā gaisa burbulīšu virsmas. Flotatora augšdaļā ir speciāls putu novācējs — transportieris ar lāpstiņām un tekne putu aizvadīšanai. Putas, t. s. flotokondensātu (3—6% atūdeņu daudzuma), aizvada uz izgāztuvi. Atūdeņu attīrīšana ir pilnīgāka, ja tiem pirms flotācijas pievieno koagulantu.

Atūdeņu mehāniskai un fizikālķīmiskai attīrīšanai seko bioķīmiskā attīrīšana. Tā pamatojas uz mikroorganismu spēju izmantot savā dzīvības procesā organiskās un neorganiskās vielas, kas ir atūdeņos. Process notiek aerotvertnēs — sajaucējos, kas ir vaļēji divsekciju trīsdaļīgi dzelzsbetona rezervuāri, pa kuru koridoriem lēni (6—8 h) pārvietojas attīrāmais ūdens ar tajā uzduļķotajām aktīvajām dūņām (~3 g/l). Caurplūstošo masu visu laiku aerē. Gaiss piegādā mikroorganismu dzīvības norisēm nepieciešamo skābekli, kā arī uztur aktīvās dūņas peldošā stāvoklī, tā nepārtraukti nodrošinot labu kontaktu sistēmā mikroorga-



Tekstilkombināta atūdeņu attīrīšanas shēma:

1 — ražošanas atūdeņu koncentrācijas un sastāva izlīdzinātājs; *2* — sadzīves atūdeņu mehāniska attīrīšana; *3* — šķiedru ķērājs; 4 — smilšu ķērājs; *5* — sajaucējs; *6* — pirmējie nostādinātāji; *7* — vairāksekciju flotatori; *8* — aerotvertne; *9* — otrējie nostādinātāji; *10* — kontaktrezervuārs; *11* — nostādinātājs; *12* — attīrītā ūdens kolektors; *13* — dūņu lauks

nismi—organiskās vielas—skābeklis. Gaisa patēriņš 50—60 m³ uz 1 m³ atūdeņu.

No aerotvertnes ūdens nonāk otrējos nostādinātājos. Nogulsnētās dūņas sūknis caur reģeneratoru padod atpakaļ uz aerotvertni atkārtotai izmantošanai, jo mikroorganismu dzīves periods ir 3 nedēļas. Liekos mikroorganismus (dūņas) nofiltrē un aizvada uz dūņu lauku.

Dūņu lauks ir ar valni norobežots zemes gabals ar ūdenscaurlaidīgu grunti un zemzemes drenāžas caurulēm un novadkanāliem dūņu atūdeņošanai. Pēdējā laikā ūdenscaurlaidīgo grunti aizstāj ar filtrējošām plāksnēm, kuras periodiski tīra ar koncentrētu sērskābi. Dūņām ļauj sadalīties dūņu laukos 1—2 gadus, pēc tam tās izmanto par organisko mēslojumu.

Ūdeni pēc nostādināšanas otrējā nostādinātājā padod uz kontaktrezervuāru ķīmiskai apstrādei ar hloru 30 min, lai sadalītu mikroorganismu paliekas un savienojumus, kas grūti atdalāmi bioķīmiskās attīrīšanas ceļā, un atkrāsotu krāsvielas. Aiz kontaktrezervuāra ūdeni vēlreiz nostādina un atdalītās vielas novada uz dūņu lauku. Tādā veidā atdala 95—96% piesārņojuma. Attīrītais ūdens nonāk teknē un kolektorā, pēc tam to izklaidus ievada upē pa perforētu cauruli. Vēl pilnīgākai atūdeņu attīrīšanai nepieciešami papildpasākumi, kuru optimālais variants tiek izstrādāts.

Tekstilkombinātu šāda tipa attīrīšanas iekārtu (109. att.) ražīgums ir 10 000—20 000 m³ ūdens/dn. Sajaucot ražošanas un sadzīves atūdeņus, tie attīrāmi pilnīgāk.

Attīrīšanas ierīces var būt uzstādītas pašā tekstilkombinātā vai arī atūdeņus pēc iepriekšējas mehāniskas attīrīšanas un flotācijas ieplūdina pilsētas kanalizācijas tīklā centralizētai bioķīmiskai attīrīšanai aerācijas stacijās. Ekonomiski izdevīgāks ir pēdējais paņēmiens.

ORGANISKO ŠĶĪDINĀTĀJU LIETOŠANA APDARES PROCESOS

Lielais ūdens patēriņš TM apdares rūpniecībā (100—350 l uz 1 kg) un nepieciešamība attīrīt atūdeņus mudinājusi mēģināt dažas tehnoloģiskās operācijas realizēt neūdens vidē. Piemērotākie šim nolūkam ir hlorogļūdeņraži: trihloretilēns $CHCl=CCl_2$, arī perhloretilēns $CCl_2=CCl_2$, trihloretāns $CCl_3—CH_3$. Šie organiskie šķīdinātāji nav pārāk dārgi, ir nedegoši, maz toksiski, labi samitrina TM un intensīvi šķīdina tajos esošos vaskus, taukvielas, eļļas. Tiem ir četras reizes mazāka siltumietilpība un desmit reižu mazāks iztvaikošanas siltums nekā ūdenim, tāpēc tie ātri uzkarst, žāvēšanas procesā viegli iztvaiko un gandrīz pilnīgi reģenerējas, patērējot nelielu siltuma daudzumu.

Tekstilrūpniecībā organiskos šķīdinātājus lieto: 1) eļļu un taukvielu izmazgāšanai no gataviem vilnas vai sintētisko šķiedru trikotāžas gabalizstrādājumiem, arī apaļadītām drānām, dziju šķeterēm, reizēm no audumiem pirms krāsošanas vai nobeiguma apdares un 2) dažādu speciālu aprešu uznešanai, jo organiskie šķīdinātāji labi šķīdina daudzus hidrofobizējošus, mīkstinošus, antistatiskus, preteļļu, pretkožu u. c. apdares preparātus. Kokvilnas izstrādājumu mazgāšanai organiskie šķīdinātāji mazāk piemēroti. Tie gan labi šķīdina vaskus, bet neatdala citas celulozes pavadītājvielas, un materiāls neiegūst vajadzīgo kapilaritāti. Kapilaritāte uzlabojas, ja šķīdinātājam pievieno oksietilētos spirtus (3—5 g/l) vai citus VAS.

Visbiežāk organiskos šķīdinātājus lieto no krāsotām dzijām adīto vilnas un sintētisko šķiedru gabalizstrādājumu un apaļadīto drānu mazgāšanai un apretēšanai. Procesus realizē periodiskas darbības cilindriskās ķīmiskās tīrīšanas (MHCA-18, MHCA-30, KH-014) vai tām līdzīgās ārzemju firmu iekārtās ar ietilpību 18—50 kg izstrādājumu. Šajās iekārtās izstrādājumus mazgā ar organisko šķīdinātāju, apretē, pēc tam žāvē un izvēdina tvertnē ar rotējošu perfo-

rētu iekšējo cilindru. Viss apstrādes cikls kopā ar iekraušanu un izkraušanu ilgst 30—50 min. Agregātā notiek arī šķīdinātāja attīrīšana, to filtrējot un destilējot. Lai process būtu ekonomiski izdevīgs, šķīdinātāja zudumi nedrīkst pārsniegt 2—3%. Cilindriskajās mašīnās TM apstrādā pilnīgi bez sastiepuma, tādēļ palielinās teksturēto pavedienu izstrādājumu īpatnējais tilpums un notiek vilnas un sintētisko šķiedru izstrādājumu relaksācija jau žāvēšanas procesā, turklāt saraušanās pakāpe ir atkarīga no gaisa t°. Lai paaugstinātajā t° nerastos grūti likvidējami burzījumi un «lūzumi», materiālu iepriekš tvaicē. Pēc mazgāšanas un apretēšanas neūdens vidē un žāvēšanas izstrādājumus, kā parasti, formē.

Radītas arī nepārtrauktas darbības iekārtas adīto drānu un audumu mazgāšanai un apretēšanai, bet tās dažādu iemeslu dēļ pagaidām ir eksperimentālas iekārtas.

Krāsošanai organisko šķīdinātāju vidē piemērotākās ir dispersās krāsvielas, kas daļēji šķīst hlorogļūdeņražos, bet ļoti daudz krāsvielas paliek šķīdumā, nepārejot uz TM, un tas ierobežo šī paņēmiena lietošanu. Ūdenī šķīstošās krāsvielas hlorogļūdeņražos nešķīst, un tas vēl vairāk sarežģī krāsošanu neūdens vidē. Krāsošanai organisko šķīdinātāju vidē jāmeklē speciāli paņēmieni vai arī vajadzīgs pavisam jauns krāsvielu sortiments.

Organisko šķīdinātāju plašāku izmantošanu TM apdares rūpniecībā kavē vairākas neatrisinātas problēmas — nepieciešamība radīt jaunu, hermētiski slēgtu apdares aparatūru šķīdinātāja toksiskuma dēļ un reģenerācijas iekārtas, lai varētu šķīdinātāju izmantot daudzkārt un novērst piesārņošanu.

LITERATŪRA

1. *Абрамов С. А., Гусев В. П.* Технология отделки трикотажных изделий. М., 1973. 471 с.

2. *Аврунина А. И. и др.* Технология отделки шелковых тканей / Аврунина А. И., Зонова Е. А., Тюленев Н. В. М., 1972. 448 с.

3. *Андросов В. Ф. и др.* Отделка изделий из полиамидных и полиакрилонитрильных волокон / Андросов В. Ф., Старикович Е. Е., Сарибеков Г. С. М., 1978, 280 с.

4. *Андросов В. Ф.* Крашение синтетических волокон. М., 1984. 272 с.

5. *Андросов В. Ф.* Технология отделки хлопчатобумажных тканей. М., 1983. 423 с.

6. *Балашова Т. Д. и др.* Краткий курс химической технологии волокнистых материалов / Балашова Т. Д., Булушева Н. Е., Новорадовская Т. С., Садова С. Ф. — М., 1984. 200 с.

7. *Беленький Л. И.* Физико-химические основы отделочного производства текстильной промышленности. М., 1979. 311 с.

8. *Бельцов В. М.* Технологическое оборудование отделочных фабрик текстильной промышленности. Л., 1974. 295 с.

9. *Бельцов В. М.* Оборудование для отделки хлопчатобумажных тканей. М., 1982. 351 с.

10. *Васильев Г. В. и др.* Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности / Васильев Г. В., Ласков Ю. М., Васильева Е. Г., М., 1976. 224 с.

11. *Гордеева Н. В.* Кубовые красители в текстильной промышленности. М., 1979. 208 с.

12. *Емельянов А. Г.* Оптически отбеливающие вещества и их применение в текстильной промышленности. М., 1971. 272 с.

13. *Ершов А. П., Хархаров А. А.* Цвет и его применение в текстильной промышленности. Л., 1974. 163 с.

14. *Каторжнов Н. Д., Воителев Ю. А.* Распознавание химических и природных волокон. М., 1966. 263 с.

15. *Кожурин И. А.* Оборудование трикотажно-отделочных предприятий. М., 1976. 320 с.

16. Красители для текстильной промышленности. Справочник колористический. М., 1971. 311 с.

17. *Кричевский Г. Е.* Диффузия и сорбция в процессах крашения и печатания. М., 1981. 208 с.

18. *Кукин Г. Н., Соловьев А. Н.* Текстильное материаловедение. М., ч. I, 1961, 304 с.; ч. II, 1964, 378 с.; ч. III, 1967, 302 с.

19. *Лифенцев О. М., Мельников Б. Н.* Крашение и пе-

чатание тканей путем синтеза пигментов на волокне. М., 1973. 168 с.

20. *Мельников Б. Н., Захарова Т. Д.* Современные способы заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон. М., 1975. 207 с.

21. *Мельников Б. Н., Блиничева И. Б.* Теоретические основы технологии крашения волокнистых материалов. М., 1978. 303 с.

22. *Мельников Б. Н. и др.* Прогресс техники и технологии печатания тканей. / Мельников Б. Н., Блиничева И. Б., Виноградова Г. И., Лифенцев О. М., Осминин Е. А. М., 1980. 263 с.

23. *Мельников Б. Н. и др.* Физико-химические основы процессов отделочного производства / Мельников Б. Н., Захарова Т. Д., Кириллова М. Н. М., 1982. 280 с.

24. *Мельников Б. Н. и др.* Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов / Мельников Б. Н., Кириллова М. Н., Морыганов А. П. М., 1983. 232 с.

25. Оборудование красильно-отделочного производства. Отраслевой каталог. М., 1979, ч. I и II.

26. *Петерс Р. Х.* Текстильная химия. М., 1973. 212 с.

27. *Пичхадзе Ш. В., Сошина С. М.* Теория и практика крашения и печатания тканей из натурального шелка. М., 1975. 157 с.

28. Проектирование отделочных фабрик текстильной промышленности / Корчагин М. В., Калинина К. Г., Сенахов А. В. и др. М., 1980. 399 с.

29. *Садов Ф. И. и др.* Химическая технология волокнистых материалов / Садов Ф. И., Корчагин М. В., Матецкий А. И. М., 1968. 783 с.

30. *Сарибеков Г. С. и др.* Отделка изделий из химических волокон / Сарибеков Г. С., Осик Ю. И., Андросов В. Ф., Глущенко А. И. Киев, 1982. 199 с.

31. Свойства и особенности переработки химических волокон / Под ред. Пакшвера А. Б. М., 1975. 495 с.

32. *Симон Я., Квапиль М.* Отделка трикотажных изделий. М., 1982. 352 с.

33. *Старикович Е. Е.* Металлосодержащие красители и их применение в текстильной и трикотажной промышленности. М., 1973. 151 с.

34. *Степанов А. С.* Загустители и печатные краски. М., 1969. 174 с.

35. *Усенко В. А. и др.* Производство текстурированных нитей и высокообъемной пряжи. / Усенко В. А., Дамянов Г. Б., Адыров П. В. М., 1980. 255 с.

36. *Фридлянд Г. И.* Отделка льняных тканей. М., 1982. 430 с.

37. *Шиканова И. А.* Технология отделки шерстяных тканей. М., 1983. 352 с.

38. *Шнитцнер К.* Печатание текстильных материалов. М., 1984. 206 с.

39. *Elcers R.* Tekstilšķiedras, to balināšana un krāsošana. R., 1943. 224 lpp.

SATURS

Велта Лудвиговна Берзиня
ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Рига «Авотс» 1987
На латышском языке
Рецензент З. Диезиня
Художник Э. Зариньш

ИБ № 1602

Velta Bērziņa
TEKSTILMATERIĀLU APDARE

Redaktore A. Cebura
Mākslinieciskais redaktors V. Kovaļovs
Tehniskā redaktore V. Dārziņa, V. Brālēna
Korektore I. Poga

Nodota salikšanai 21.01.86. Parakstīta iespiešanai 24.03.87. JT 01246. Formāts 60×90/24. Tipogrāfijas papīrs № 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 12,42 uzsk. iespiedl.; 12,88 uzsk. kr. nov.; 16,43 izdevn. l. Metiens 5000 eks. Pasūt. № 82-4. Cena 1 rbl. 10 kap. Izdevniecība «Avots», 226047 Rīgā, Padomju bulv. 24. Izdevn. № 202/Rz-5. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas tipogrāfijā «Cīņa», 226011 Rīgā, Blaumaņa ielā 38/40. Vāks iespiests ofsetspiedumā Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.

Bērziņa V.

Be 777 Tekstilmateriālu apdare. — R.: Avots, 1987. — 294 lpp.

Grāmatā aplūkots dažādu tekstilšķiedru sastāvs, dota to uzbūve, īpašības un identificēšanas paņēmieni. Aprakstīti svarīgākie šķiedrmateriālu apdares procesi: balināšana un sagatavošana krāsošanai, krāsošana, drukāšana un nobeiguma apdare, to būtība, realizēšanas paņēmieni un aparatūra. Domāta galvenokārt tekstilmateriālu apdares rūpniecības darbiniekiem. Tā noderēs arī lietišķās mākslas meistariem, krāsotavu un ķīmisko tīrītavu darbiniekiem u. c. interesentiem.

B $\frac{3102000000-202}{M\,803(11)-87}$ 76.86 37.23

1,10

V. Bērziņa

Tekstilmateriālu apdare

Jau no senseniem laikiem cilvēki jutuši nepieciešamību izdaiļot tekstilizstrādājumus, apgūstot to balināšanas, krāsošanas un apdrukāšanas māku, kā arī centušies padarīt drānas labvērtīgākas, piesūcinot tās ar dažādiem sastāviem.

Grāmata sniedz ziņas par visiem svarīgākajiem tekstilizstrādājumu apdares veidiem, kā arī par dabiskajām un ķīmiskajām šķiedrām, balināšanas līdzekļiem, krāsvielām, dažādām apretēm.

Tik plašs materiāls par tekstīliju apdares jautājumiem latviešu valodā tiek publicēts pirmo reizi.