

proizvodnji žigica, kapisla za inicijalno paljenje udarom, u pirotehnicima (za bijelo svjetlo), kao sastojina podvodnih boja za brodove, u proizvodnji stakla (rubinsko staklo). Za vrijeme Drugoga svjetskog rata upotrebljavao se crni  $Sb_2S_3$  mnogo u kamuflažnim bojama, budući da je jedina crna boja koja reflektira ultracrveno svjetlo jednako kao što ga reflektira zeleno lišće.

*Antimonov pentasulfid*,  $Sb_2S_5$ , taloži se (zajedno sa  $Sb_2S_3$ ) kao žuti do narančasti talog kad se tioantimonati (npr. Schlippeova sol ili amonijev tioantimonat dobiven otapanjem  $Sb_2S_3$  u amonijevu polisulfidu) rastvara kiselinom. Služi u proizvodnji žigica, kao pigment, u pirotehnicima, u izvjesnoj mjeri još i danas za vulkanizaciju i bojadisanje gume.

*Antimonov sulfat*,  $Sb_2(SO_4)_3$ , tvori higroskopne iglice svila-sta sjaja,  $d$  3,63. Sb je u njemu vezan ionski, tj. kao metalni element. U vodi se rastvara dajući hidrolizom bazične sulfate, npr.  $Sb_2O_3SO_4$ . Postoje i kiseli sulfati antimona. Dobiva se djelovanjem koncentrirane sumporne kiseline na antimonit, služi u proizvodnji eksploziva i u pirotehnicima.

**Kalijev antimonit - tartarat**,  $K[Sb(OH)_2C_2H_2O_6] \cdot \frac{1}{2}H_2O$ , bezbojni prozirni kristali ili bijeli prah slatkasta okusa, topljiv u vodi, netopljiv u alkoholu. Dobiva se grijanjem otopine kalijeva hidrogen-tartarata (vinskog kamena) sa svježim taloženim  $Sb_2O_3$  kroz nekoliko sati pod povratnim hladilom, ofiltriranjem neotopljenog oksida i hlađenjem filtrata. Razrijeđene otopine polako se raspadaju taložeći oksid, alkalije i kiseline rastvaraju ih brzo. Upotrebljava se u bojadisarstvu kao močilo. Nekad se upotrebljavao u medicini kao sredstvo za povraćanje (sreš za bljuvanje), danas još služi — i pored čestih toksičnih reakcija — za liječenje tropskih bolesti, pri čemu njegova niska cijena omogućava masovnu primjenu među urođenim stanovništvom. Ponekad se upotrebljava i odgovarajuća natrijeva sol, koja je lakše topljiva u vodi, ali je i manje stabilna.

LIT.: Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, System-Nr. 18: Antimon, Weinheim 1950. R. Py.

**APRETURA** (franc. *apprêt*), konačna faza dorade tekstilnih proizvoda; obuhvaća operacije dorade (osim čišćenja, bijeljenja, bojenja i tiska) kojima treba da im se poboljša estetski izgled ili daju i poboljšaju pojedina upotrebna svojstva. Da se postignu različita svojstva, primjenjuju se fizikalni, mehanički, kemijski i fizikalno-kemijski procesi koji odgovaraju vrsti, strukturi i svojstvima proizvoda i konačno zahtijevanom efektu. Općenito se apretura dijeli na mokru i suhu, prema tomu da li se roba obrađuje u mokrom ili suhom stanju. *Obrada u mokrom stanju* obuhvaća: a) natapanje vodenim otopinama ili disperzijama koje nakon sušenja daju odgovarajući efekt, ili površinsko nanošenje disperzija takvih sredstava; efekt može biti nepostojan u pranju i upotrebi (mehanička veza) ili trajan (kemijska veza ili fiksiranje); b) obradu u vodi, vodenim disperzijama ili vodenoj pari, kojom se mijenjaju fizikalna i kemijska svojstva tekstilnih materijala (mokra apretura vune). *Suha apretura* obuhvaća fizikalne i mehaničke operacije glačanja, rastezanja, skupljanja i obrade površine. Između pojedinih mokrih i suhih operacija tkanine se redovito mehaničkim putem oslobađaju vode i suše se, pri čemu se također postizavaju neki apreturini efekti. Principijelni slijed apreturinih operacija je ovaj: natapanje u disperzijama ili obrada u vodi i otopinama, cijedenje, sušenje, mehaničke obrade suhe apreture.

U apreturu u širem smislu ubrajaju se i *pripremljene operacije* na sirovoj robi: čišćenje mrlja, krpanje, uklanjanje čvorića, označavanje komada (znakom za vrstu robe, brojem partije i komada, znakom za vrstu apreture), sastavljanje partija (šivanje većeg broja komada u neprekinutu prugu potrebne duljine) i *završne operacije* na gotovoj robi: pregled, čišćenje mrlja, klasifikacija kvaliteta, mjerenje, rezanje na prikladne duljine za prodaju ili za konfekciju, namatanje, dubliranje, slaganje, oprema i pakovanje.

Posebne postupke trajnog oplemenjivanja koji se obavljaju prije apreture u užem smislu predstavljaju *mercerizacija* i *pergamentacija* proizvoda od pamuka i lana i *krepoviranje* celuloznih i rejonskih tkanina.

#### APRETURA PROIZVODA OD CELULOZNIH I KEMIJSKIH VLAKANA I OD SVILE

**Postupci mokre apreture.** Vodene disperzije različite konzistencije kojima se natapaju tkanine u mokroj apreturi sadrže sredstva za postizavanje različitih efekata.

1. *Krutost* daju proizvodima ljepljiva sredstva: a) Škrob kukuruzni, pšenični, krumpirov, rižin itd. Redovito se škrob mora djelomično razgraditi s pomoću enzimatskih preparata ili oksidacionih sredstava, da se snizi viskoznost škrobnog lijepka i olakša djelomičan ili potpun prodor lijepka u unutrašnjost niti. Razgradnja se izvodi ili u toku pripreme apreturine mase ili se upotrebljavaju kupovni škrobni preparati koji sadrže već razgrađen škrob. — b) Dekstrini. — c) Tutkalo, želatina, rjeđe albumin i kazein. — d) Derivati celuloze: esteri i eteri, metilni, etilni i hidroksieteri, karboksimetilceluloza.

Polukrute ogrlice i orukvice na muškim košuljama izrađuju se po posebnom patentiranom postupku zvanom *trubenizacija*. Ulošci za takve ogrlice i orukvice izrađeni su od tkanine koja sadrži ~ 50% prede od acetatnog rejonu, pa se čitavi predmeti nakvase u prikladnoj smjesi otapala u kojoj acetatni rejon nabubri (metanol, aceton i dr.), dobro se ocijede u centrifugi i vruće glačaju. Nabubreni acetatni rejon čvrsto prione uz materijal košulje i prema krutosti uložka nastaje više ili manje čvrst spoj obiju ili triju tkanina. Pri pranju se polukruti uložak dovoljno smekša da se ogrlica može prati, ali se ne odijeli od nje, a pri naknadnom glačanju opet se skrute.

2. *Mekoća*. Krut i tvrd opip sirovih ili opranih i bijeljenih tkanina i pletiva od svile, rejonu ili celvlakna uklanja se nanošenjem sredstava za mekšanje. To je tzv. *avivaža*. Postignut opip varira prema vrsti primijenjenih avivažnih sredstava, te je ili pješčan i suh, ili gladak i sklizav, ili pun, mekan i tekući, ili mekan i elastičan, ili šuštav. Najviše se upotrebljavaju različite vrste ulja, masti i voskova, same ili kombinirane među sobom ili s drugim sredstvima, a nanose se kao fine disperzije, dobivene s pomoću podesnih emulgatora. Gotove disperzije su obično sulfonirane masti i ulja i disperzije sintetskih proizvoda bez masti. Često se dodaju i higroskopna sredstva: glicerol, sirup škrobnog šećera, karbamid itd., da održavaju određen stupanj vlage u tkanini. Avivaža je obično posljednji mokri apreturini proces za tkanine i pletiva, ali se preda od rejonu i celvlakna avivira još prije prerade u tkanine i pletiva, da bi se uopće mogla preradivati (*preparacija prede*). Za to redovito služe ista sredstva, ali se nanose znatno veće količine i moraju se prije bojadisanja tkanina i pletiva ukloniti, da se omogući jednolično bojenje. *Avivaža svile* je obrada kojom svila dobiva šuštav ili osobito mekan opip, a vraća joj se i sjaj koji je bio smanjen pri bojenju i otežavanju. Kupka za avivažu sadrži organske kiseline (octenu, mravlju, mliječnu ili vinsku), rjeđe mineralne kiseline i ulja ili slične tvari.

3. *Punoća i težina*. Sredstva za postizavanje ovih svojstava jesu: topljive i netopljive mineralne soli: magnezijev silikat (tal-kum), magnezijev karbonat i sulfat, barijev sulfat, natrijev i kalcijev sulfat, kaolin. Veživa za ova punila obično su različite biljne sluzi, tragant, algin, sluz od rogačeva brašna i drugo.

4. *Glatkoću i sjaj* daju: parafin, različni prirodni i sintetski voskovi, stearin, cerezin.

Dosad navedena «klasična» sredstva za postizanje krutosti, mekoće, punoće i sjaja nepostojana su u vodi, pa se već nakon jednog ili više pranja uklanjaju s tkanine, a pri tom se gubi i postignuti apreturini efekt. Trajna apreturina sredstva sastoje se od sintetskih visokopolimernih koloida, koji se više ili manje čvrsto fiksiraju na vlaknima, a teško su topljivi u vodi i u kupkama za pranje koje sadrže sapuna ili sintetskih detergenata. Za postizavanje krutosti, ili mekoće, ili punoće, ili sjaja i glatkoće upotrebljavaju se proizvodi od polimernih estera akrilne ili metakrilne kiseline, polivinilacetat, celulozni esteri i pretkondenzati karbamida i formaldehida, katkada u kombinaciji sa škrobnim lijepkom. Postojane netopljive apreture s celuloznim derivatima i sintetskim smolama znatno povećavaju trajnost tkanina jer se povisuju čvrstoća i otpornost protiv habanja. Tkanine apretirane karboksimetilcelulozom postaju čvršće za 30...35% a otpornije protiv habanja do 300%; s akrilatima poraste čvrstoća do 15% a otpornost protiv habanja do 250%.

5. *Odbojnost i nepropusnost za vodu*. Tkanine od hidrofilnih vlakana postaju odbojne za vodu kad se natope (impregniraju) sredstvima za impregnaciju koja imaju jak hidrofoban karakter, a nanese se na tkaninu fino razdijeljena. Impregnacija ne tvori neprekinuti film koji obavlja i povezuje vlakna, nego gustu mrežu čvrstih tačaka s velikom napetosti površine. Tkanina ostaje po-

rozna i postaje čak jače propusna za uzduh, a suši se brže od neimpregnirane. Najobičnije sredstvo za impregnaciju je parafinska emulzija koja sadrži aluminijeva acetata ili formijata i zaštitnog koloida, npr. tuškala. Aluminijeva sol mijenja naboj čestica parafina u emulziji i ovaj kao disperzna faza dobiva pozitivan električni naboj. Pozitivno nabijene emulzije »supstantivne« su prema vlaknima: pri impregnaciji se neutralizira naboj između vlakna i disperzne faze, te se emulzija raspadne i koagulira. Pri tom parafinske čestice čvrsto prionu na vlakno. Namjesto aluminijevih soli upotrebljavaju se katkada i cinkove ili cirkonijeve soli i takve su impregnacije postojanije u pranju. Postojana impregnacija koja odbija vodu postizava se hidrofobiranjem vlakana. Vlakna se esterificiraju ili eterificiraju s visokomolekularnim hidrofobnim spojevima. Npr. piridinijeva sol klormetiletera veže se na hidroksilne skupine celuloze ili na aminoskupine vune, ili etilenkarbamid reagira uz nastanak etera s hidroksilnim skupinama celuloze. Ovaj je drugi postupak ugodniji, jer ne nastaju neugodni sporedni proizvodi kao pri obradi piridinjskim spojevima. Proizvodi od sintetskih vlakana, osobito od poliamida, hidrofobiraju se topljivim silikonima, koji se polikondenziraju na vlaknu a na 180 °C daju netopljive hidrofobne spojeve.

Potpuna nepropusnost tkanina za vodu i za uzduh postizava se nanošenjem netopljivih hidrofobnih smjesa na jednu stranu tkanine tako da se pore tkanine sasvim zatvore. Za nepropusne nanose služe kaučuk ili sintetske smole: vinilbutiral ili kopolimer vinilacetata i vinilklorida. Te se smole nanose kao otopine u organskom otapalu. Gumirana strana gumiranih tkanina često se zaštićuje od atmosferskih i mehaničkih utjecaja time što se na nju prilijepi još jedan sloj tkanine (*kaširanje*) i sve se zajedno vulkanizira. Tkanine koje se gumiraju uz vulkanizaciju moraju biti bez bakra, mangana i kiselina. Najstariji način za postizavanje nepropusnosti jest nanošenje na tkaninu kuhanoga lanenog ulja uz dodatak sikativu; ulje se oksidira i tvori proziran čvrst film (*oil-skin*). Vrlo teške pamučne tkanine za cerade, pokrove vagona i slično prekrivaju se vrelim otopinama katranskih smola u petrolezu ili rastaljenim smjesama samih smola. Kemijskim putem postizava se nepropusnost za vodu tako da se celulozne tkanine natope otopinom kupri-tetramin-hidroksida (kuoksama) i osuše. Kuoksam otapa celulozu, površina vlakana postane želatinozna, a cijedenjem među valjcima fulara pore se tkanine stisnu. Ta impregnacija povećava i otpornost tkanina prema djelovanju mikroorganizama, pa je osobito pogodna za šatorske tkanine i slično. Prikladnim dodacima u kuoksam može se izmijeniti boja obrađene tkanine: topljivi kromati daju blijedo zelenu boju, a naknadna obrada sulfidima ili tiocijanatima daje smeđu boju.

6. *Otpornost protiv gužvanja.* Celulozna vlakna, osobito od regenerirane celuloze, slabo su elastična, pa se mogu lako plastično i trajno deformirati; tkanine i pletiva stoga zadrže nastale nabore, gužvaju se. Na to utječe također struktura pređe i tkanine ili pletiva, sadržaj vlage u zraku, vrsta dorade. Elastičnost vlakana povećava se ako se u njihovu unutrašnjost ulože sintetske smole, jer ove djelomično povezuju susjedne makromolekularne lance u amorfnim područjima i tako sprečavaju trajni pomak i trajnu plastičnu deformaciju vlakna. Smole se ulažu unutar vlakna tako da se tekstilni proizvodi natope komponentama monomera ili monomernim pretkondenzatima i ovi onda polikondenziraju u unutrašnjosti vlakna. Najstarije sredstvo, koje se još uvijek mnogo upotrebljava, jest polikondenzat karbamida i formaldehida. Tkanina se natopi otopinom koja sadrži karbamida, formaldehida i kiseloga katalizatora (amonijeva fosfata ili klorida, cinkova klorida, glikolne, borne, vinske, oksalne ili citronske kiseline), ili otopinom pretkondenzata, tj. monometilolkarbamida ili dimetilolkarbamida, i katalizatora, dobro se ocijedi, suši i zatim kondenzira 3...5 minuta na 130...150 °C. Monometilolkarbamid i dimetilolkarbamid su kristalne supstancije s definiranim talištem, lako topljive u vodi; viskoznost koncentriranih vodenih otopina razmjerno je niska. Grijanjem u slabo kiselom mediju uz pH 4...5 dolazi do polikondenzacije pa nastaje mrežasta struktura aminoplasta, koja ispunjava intramicelarne prostore celuloznog vlakna (*v. Polimerizacija i polikondenzacija*). Ova je obrada pravi tip tzv. *visokog oplemenjivanja* celuloznih tkanina, kojom se poboljšavaju mnoga svojstva: a) povećava se težina za 5...12%; b) povećava se elastičnost i opip tkanine postaje bolji; c) povećava se čvr-

stoća regenerirane celuloze u suhom stanju za 50%, a u mokrom i do 100%; d) smanjuje se rastezljivost rejonu osobito u mokrom stanju pa je smanjena i prilika za deformaciju; e) smanjeno je skupljanje u pranju za 10...20%; f) smanjeno je upijanje vode; g) povećana je otpornost prema degradaciji zbog utjecaja svjetlosti; h) smanjeno je klizanje niti osnove i potke; i) povećana je otpornost prema djelovanju mikroorganizama. Osim karbamida upotrebljava se kao monomerna komponenta za uložene polioplaste još i melamin, sam ili u kombinaciji s karbamidom; takve su kombinacije pogodnije za pamučne tkanine. Upotrebljava se još i niz drugih modificiranih monomera za polioplaste, npr. etilenkarbamid i epoksi-smole; neki od njih više povezuju makromolekule celuloze, a drugi se samo ulažu u intramicelarne prostore. Ovi spojevi služe uglavnom za obradu pamučnih tkanina, koje samim karbamid-formaldehidom mnogo više gube na čvrstoći. Gubitak čvrstoće pamuka može se smanjiti dodatkom avivažnih sredstava i upotrebom blažih katalizatora za polikondenzaciju. Osim toga mogu se pamučne i lanene tkanine prethodno mercerizirati. Ovim postupcima apretirane pamučne tkanine ne treba poslije pranja glačati, ili samo veoma lagano, a mnogo se brže suše, jer su apsorbirale do 50% manje vode. Fine pamučne tkanine za kišne kabanice i slično apretiraju se i kombinirano, tj. za odbijanje vode i za veću otpornost prema gužvanju. To se vrši u jednoj kupci, koja uz pretkondenzat sadrži i disperziju spoja za hidrofobiranje; taj spoj pri kondenzaciji reagira s vlaknom a istovremeno daje tkanini i mekši opip.

7. *Smanjenje bubrenja.* Vlakna od regenerirane celuloze apsorbiraju više vode nego prirodna celuloza i zbog toga bubre 2...3 puta više, a čvrstoća u mokrom stanju smanjena je za 50%. Obrada formaldehidom ili spojevima što oslobađaju formaldehid (npr. glioksal) u prisutnosti kiselih katalizatora (aluminijeva klorida) stvara među makromolekulama celuloze u amorfnim područjima metilenske mostove pa se smanjuje pokretnost micela i mogućnost ulaska molekula vode među njih. Tkanine ili pletiva natope se u otopini, suše se i zatim kondenziraju ~ 20 minuta na 100...130 °C. Ova se obrada može kombinirati i škrobnom apreturom, koja na taj način postane teško topljiva i postojana u pranju. Obradom formaldehidom snižuje se bubrenje vlakana za 15...40%, čvrstoća u mokrom stanju poraste za 30...50%. Čvrstoća u suhom stanju ostaje nepromijenjena, ali se rastezljivost znatno smanjuje.

8. *Otpornost prema gorenju.* Ako se tkanina natopi sredstvima koja ubrzavaju raspad vlakana na temperaturi nižoj od tačke zapaljenja nastalih plinova, materijal pouglji već na toj nižoj temperaturi pa ne gori plamenom i naknadno ne tinja. Zaštita od vatre je kemijska akcija koja pospješuje nastanak ugljena i vode uz smanjenje količine hlapljivih zapaljivih tvari. Zaštitna sredstva razvijaju pri gorenju i hlapljive negorive supstancije koje sprečavaju nastavak gorenja. Za natapanje tkanina upotrebljavaju se: a) topljivi spojevi koji nisu postojani u vodi i u pranju: amonijevi i natrijevi fosfati, boraks, borna kiselina, amonijev sulfat i sulfamat, smjese ovih i nekih drugih anorganskih soli; b) netopljivi spojevi koji nastaju reakcijom na vlaknima i postojani su u vodi i u pranju. To su metalni hidroksidi taloženi na vlaknu: kositreni, antimonovi, titanovi, volframovi i cirkonijevi. Smjesa karbamida i fosforne kiseline grijana na vlaknu 15 min na 160 °C daje celuloznofosforni ester ili celulozni fosfat-amid, koji je gotovo neograničeno trajan. Melamin-formaldehidna smola koja sadrži i specijalnu smolu s dušikom i fosfornom kiselinom (THPC-smola) daje također dobru postojanu zaštitu od gorenja. Smjese za nanošenje zaštitnih slojeva na površinu tkanine sadrže zaštitne pigmente (antimonov oksid, cinkov borat, kalcijev karbonat i druge) u kloriranom parafinu, kloriranom difenilu ili nekoj kloriranoj smoli (polivinilkloridu, kloriranom polivinilkloridu). Takve smjese mogu se primijeniti i u emulzijama tipa voda-ulju ili ulje-u-vodi.

9. *Otpornost prema djelovanju mikroorganizama.* Bakterijske napadaju i razaraju tekstilne materijale kad su ovi izloženi vlažnoj atmosferi i kontaktu sa zemljom ili trulim vegetativnim tvarima, npr. šatorska platna, jedra, ribarske mreže, uzađ, vatrogasna crijeva, filterska platna; plijesni ih napadaju kad su uskladišteni u toploj vlažnoj atmosferi bez pristupa uzduha, npr. u tropima ili na brodovima. Neki mikrobi djeluju na apreturna

sredstva na tekstilnim vlaknima, drugi napadaju i sama vlakna. Za zaštitu apreture za vrijeme rada dodaju se u apreturane mase antiseptička sredstva (cinkov klorid, boraks, natrijev perborat, formaldehid, mravlja kiselina i različni drugi preparati). Bakterije napadaju vunu uglavnom kad je mokra i djelomično oštećena, a plijesni kad je oštećena alkalijama. Djelotvornu zaštitu daje dodatak kroma u bojnoj kupci: 0,5% kroma (kao  $\text{CrO}_3$  ili  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) potpuno zaštićuje vunu, a 1% zaustavlja umnožavanje bakterija. Antiseptička sredstva za vunu su: natrijev fluorid, natrijev silikofluorid i salicilanilid. Kemijskom modifikacijom, redukcijom disulfidnog veza keratina i obradom u nekom alkalnom dihalidu vuna postaje imuna prema napadu moljaca i djelovanju enzima. Pamuk i ostala vegetabilna vlakna napadaju mnoge različne plijesni. Za zaštitu pamučnih proizvoda od njih služe bakreni i kromni spojevi, taninski preparati, salicil-anilid, kromne soli, natrijev pentaklorfenol, paranitrofenol, bakreni fenolat, bakreni amonijev sulfat, živin fenolacetat. Jedno od najuspješnijih sredstava za celulozna vlakna je bakrena kompleksna sol 8-oksikinolina, koja je vrlo teško topljiva i nakon 25 pranja još uvijek zaštićuje pamuk od djelovanja mikroorganizama. Kemijskom modifikacijom pamuka, npr. djelomičnom acetilacijom i karboksimetilacijom, postizava se dobra otpornost prema djelovanju mikroorganizama.

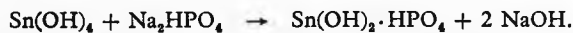
10. *Smanjen sjaj*. Vlakna od regenerirane celuloze i od celuloznog acetata imaju neugodan hladan staklast sjaj, koji se uklanja bilo pri izradi samih vlakana (*matiranjem pri pređenju*) bilo na gotovim proizvodima (*naknadnim matiranjem*). Za naknadno matiranje obrađuju se tkanine ili pletiva u kupkama iz kojih se na vlaknu talože bijeli pigmenti koji nisu osobito čvrsto fiksirani, npr. u otopinama barijeva klorida i natrijeva sulfata ili volframata. Pri obradi u jednoj kupci upotrijebljene disperzije anorganskih pigmenata sadrže spojeve koji suspendiranim česticama daju elektropozitivan naboj, tako da ih elektronegativno nabijena vlakna jako privlače. Organski pigment je metilenkarbamid, koji se taloži na vlakna iz kisele otopine karbamida i formaldehida, Acetatni rejon gubi svoj sjaj kad se kuha u vodi ili u pari, ili obrađuje u octenoj kiselini, u otopinama amonijeva, kalijeva ili kalcijeva tiocijanata, ili u otopini sapuna i fenola. Sjaj acetatnog rejona smanjuje se takvim obradama zbog apsorpcije male količine vode i zbog mekšanja pri zagrijavanju, tako da u površini vlakna nastaju sitne pukotine koje raspršuju svjetlost i smanjuju sjaj.

11. *Smanjena klizavost niti*. Tkaninama od rejona koji ima veoma glatku površinu kviri se izgled zbog klizanja niti na križanjima osnove i potke; s istog razloga se osobito na šavovima tkanina mnogo brže istare, istroši, i odjevni predmeti postaju prije vremena neupotrebljivi. Klizanje se smanjuje ili potpuno uklanja ako se na tkaninu nanese ili kompleksni metalni spojevi koji se talože na niti i čine ih hrpavijima, ili ljepljive tvari koje sljepljuju niti na križanjima. Takvi su nanosi nepostojani u pranju. Postojana sredstva su termoreaktivne smole (npr. aminoplasti), pa na tkaninama koje su impregnirane protiv gužvanja nema ni klizanja niti. Na tkaninama s runom (baršun i pliš) fiksira se runo time što se tkanina samo na donjoj strani apretira škrobnim lijepkom ili celuloznim eterima, pa se runo čvrsto prilijepi za osnovu i ne može se izvlačiti.

12. *Otežavanje svile*. Svila gubi pri degumiranju do 25% težine i to se nadoknađuje otežavanjem, ali često se otežava i preko toga gubitka. Otežavanje do potpune naknade gubitka pri degumiranju označuje se oznakom *pari*, a ispod ili iznad toga sa % ispod *pari* ili % iznad *pari*. Obično se otežava svila *cuite*, *écru* i *souple*. a) Otežavanje mineralnim solima (*charge minérale*): svileni se materijal natapa izmjenično u otopinama stanioklorida i natrijeva fosfata ispirajući u vodi i centrifugirajući nakon svake obrade u staniokloridu, a u vodi i u zakiseljenoj vodi nakon svake obrade u otopini fosfata. Kad je postignut zahtijevani stupanj otežavanja, obrađuje se još svila u otopini natrijeva silikata (vodenog stakla). Prva kupka sadrži dvostruki amonijev i kositreni klorid  $\text{SnCl}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl}$ , *pink-sol* (engl. *pink ružičast*). Kemijski proces je prilično kompliciran; pretpostavlja se da najprije hidrolizira stanioklorid koji se fiksira na svili:



a s natrijevim fosfatom nastaje bazični fosfat:



Obradom u otopini natrijeva silikata nastaje kositreni trisilikat:

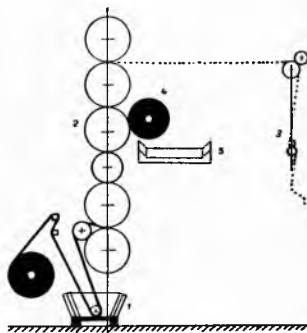


Uzastopnim *pinkiranjem* i fosfatiranjem postizava se ~ 20% prirasta težine, a sa silikatom daljnjih 30...50%. Umjerenim otežavanjem postizava se pun opip (zbog bubrenja vlakana), dobar *pad* tkanine i niti ne klišu. Pretjerano otežavanje uzrokuje krut opip, a pri uskladištenju se često dešava da tkanina popuca na pregibima. — b) Mineralno-vegetabilno otežavanje (*charge mixte*): namjesto fosfatne kupke upotrebljava se kupka koja sadrži sode, a zatim kupka s taninskim ekstraktom sumaha ili galusa. Naknadno se otežava često tek nakon bojenja. — c) Vegetabilno otežavanje (*charge végétale*): izvodi se u toku ili nakon bojenja ekstraktom drva *campêche* sa 150...200% sumahova ili galusova taninskog ekstrakta.

Svila se u pravilu otežava kao pređa u viticama, a vrlo rijetko kao tkanina, npr. krep-tkanine, muselini i sl. Vitice prede natapaju se u kupkama u običnim drvenim kadama ili u specijalnim centrifugama koje se mogu okretati polagano (20 o/min) pri natapanju i brzo (750 o/min) pri cijedenju. Ispred centrifuge je posuda za otopinu stanioklorida koja se pumpom crpe natrag u centrifugu. Za ispiranje vodom služe strojevi slični onima koji se upotrebljavaju za pranje pamučne prede.

13. *Pokrivna apretura* (Beschichten, engl. coating) je nanošenje debljeg sloja guste apreturane mase na jednu ili na obje strane tkanina od kojih se izrađuju kišne kabanice, umjetna koža, voštano platno i sl. Takva apretura obično sasvim zatvara površinu, tako da se gubi karakter tkanine i ona dobiva izgled folije. Prema namjeni i zahtjevima u pogledu otpornosti prema vodi i drugim utjecajima sadrže apreturane mase škroba, kazeina, nitroceluloze i acetilceluloze, prirodnog ili umjetnog kaučuka, aminoplaste, polivinilne smole (klorid ili acetat ili smjesu obaju), poliamide i dr. Mase se nanose većinom u obliku vodenih disperzija. One obično sadrže još i plastifikatore, bojila ili pigmente i punila. Bojila su anorganski i organski pigmenti i čada, a punila su kaolin, milovka i slično.

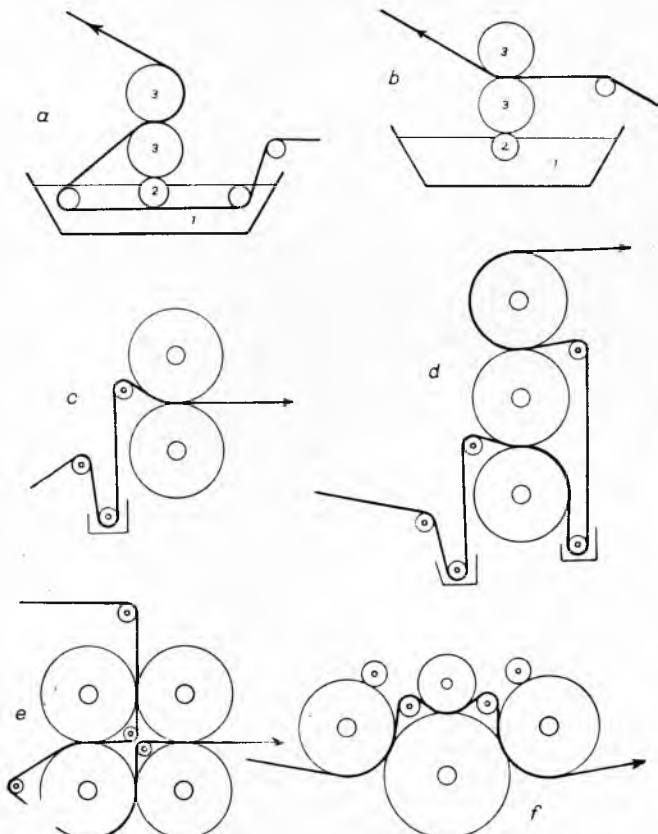
**Strojevi za mokru apreturu.** 1. *Vodeni kalander* je stroj za cijedenje i glačanje mokrih pamučnih i lanenih tkanina nakon bijeljenja. Pamučna i lanena vlakna su u mokrom stanju više ili manje plastična pa se pritiskom među valjcima kalandera niti zaoble i zatvore i površina tkanine se zatvori i izglati. Pred strojem je obično postavljen i *raširivač pramena*, budući da se većina pamučnih i lanenih tkanina bijeli u obliku zgužvanog pramena, a daljnje operacije se provode u raširenom stanju. Raširivač pramena sastoji se od okvira na horizontalnoj osovinu koji se brzo okreće u smislu suprotnom od smisla kretanja tkanine i spiralno užlijebljenih valjaka koji razvlače rubove tkanine na jednu i na drugu stranu. Vodeni kalander (sl. 1) sastoji se od 3...6 teških valjaka smještenih u postolju. Valjci su od pamuka, tvrdog kaučuka, jute ili od mjedi. Tkanina prolazi kroz korito 1 sa čistom vodom i zatim u jednom sloju među valjcima 2 da se iscijedi i izglača, a onda se ili namata na vratilo ili odlaže na postolje u obliku listova s pomoću posebne naprave za odlaganje 3. Posebni valjak 4 s koritom 5 služi za odvođenje vode koja se cijedi iz tkanine. Tkanina može prolaziti kroz kalander i u više slojeva, da se postigne plastičniji izgled površine (uređaj *chasing*).



Sl. 1. Vodeni kalander. 1 korito s čistom vodom, 2 valjci za cijedenje i glačanje, 3 uređaj za odlaganje, 4 valjak za odvođenje vode, 5 korito za ocijedenu vodu

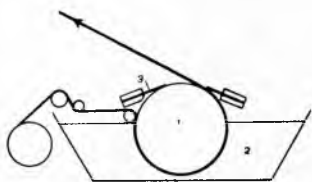
2. *Apreturni fular* (njem. Appretur-Foulard, engl. padding mangle) je stroj za nanošenje na tkanine disperzija apreturnih sredstava ili za natapanje njima. Sastoji se od korita u kojemu je apreturna smjesa i dvaju ili više valjaka među kojima se apreturna smjesa utiskuje u tkaninu i cijedi suvišak smjese. Prema tome

da li se tkanina cijela natapa u rijetkoj apreturnoj smjesi ili se gusta smjesa samo nanosi na jednu stranu, vodi se tkanina ili kroz korito i između valjaka (sl. 2a) ili samo između valjaka (sl. 2 b), od kojih je jedan uronjen u smjesu ili se na njega



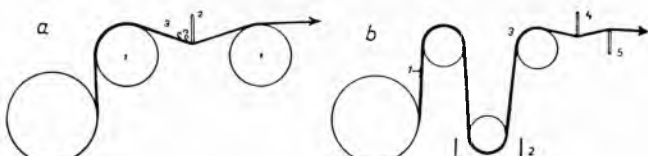
Sl. 2 Aperturni fulari. a fular s vođenjem tkanine kroz korito, b fular za nanošenje samo valjcima: 1 aperturno sredstvo, 2 prenosni valjak, 3 valjci za nanošenje. Moderni fulari s malom količinom tekućine: c s dva valjka i jednostrukim natapanjem, d s tri valjka i dvostrukim natapanjem, e Fibe-fular, f Haubold-fular; korito fulara e i f tvori prostor među valjcima

posredstvom trećega, manjeg valjka prenosi smjesa. Na modernim aperturnim uređajima regulira se količina nanosa smjese automatski povratnim spojem mjereći količinu ili visinu smjese u koritu. Guste aperturne smjese nanose se na jednu stranu tkanine s pomoću specijalnog fulara (sl. 3; njem. Rackel-Foulard, engl. Tommy Dodd back-filling machine). Valjak 1 s velikim opsegom uronjen je u aperturnu masu, a tkanina prolazi kroz masu usko priljubljena uz valjak, pa se masa nanosi samo na jednu stranu. Rastirači 3 (njem. Rackel, engl. doctor-blade ili doctor-knife) skidaju suvišak mase s valjka ili s površine tkanine. Pokrivne aperture nanose se s pomoću poseb



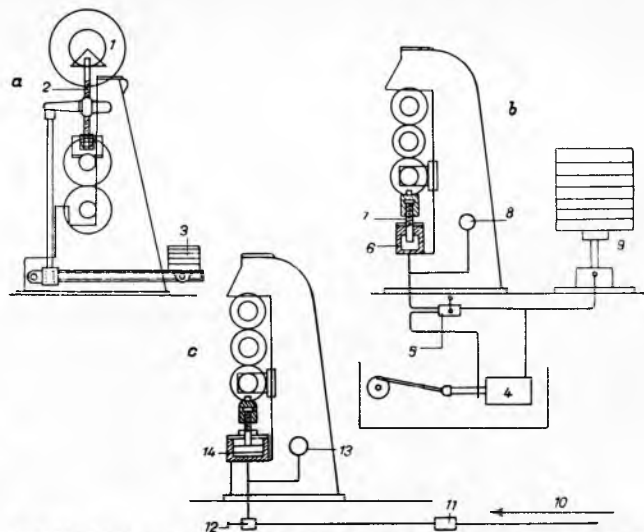
Sl. 3 Specijalni fular za jednostrano nanošenje aperture. 1 veliki valjak, 2 aperturna tekućina, 3 rastirači

uređaja za nanošenje (sl. 4a, engl. spreading machine) koji imaju valjke za vođenje 1 i rastirač 2. Gusta masa (3) dolazi u udubinu između uleknute tkanine i rastirača koji je utiskuje u tkaninu i struže suvišak. Debljinu nanosa reguliraju, osim konzisten-



Sl. 4. Stroj za nanošenje pokrivne aperture. a za jednostrano nanošenje aperturne mase: 1 valjci za vođenje, 2 rastirač, 3 aperturna masa; b za obostrano nanošenje aperturne mase: 1 tkanina, 2 korito s aperturnom masom, 3 valjci za vođenje, 4 i 5 rastirači

cije mase, napetost tkanine, oblik oštice i razmak rastirača od površine tkanine. Na slici 4b prikazan je stroj za obostrano nanošenje aperturne mase. Tkanina 1 prolazi kroz korito 2 s aperturnom smjesom, zatim preko vodnog valjka 3, pa između obaju rastirača 4 i 5 koji reguliraju visinu nanosa. Visina nanosa može se regulirati i automatski tako da se ona nakon sušenja mjeri, npr. s pomoću zračenja radioaktivnih izotopa ili mehanički, i povratnim spojem preko releja prema mjerenoj visini napinje tkanina, ili namješta visina rastirača, ili mijenja brzina prolaza tkanine kroz stroj. Lakše tkanine, osobito od kemijskih vlakana, natapaju se rijetkim disperzijama aperturnih sredstava redovito na strojevima za bojenje, džigeru ili kadi s vtlom. Za mercerizaciju i za apretiranje disperzijama pretkondenzata sintetskih smola, gdje je potreban visok pritisak valjaka za utiskivanje viskozni disperzija i za visok stupanj ocjeđivanja, služe teški fulari, obično sa 3 valjka. Pritisak valjaka vrši se ili mehanički s pomoću sistema poluga i utega (sl. 5a), ili hidraulički (sl. 5b), ili pneumatski (sl. 5c).

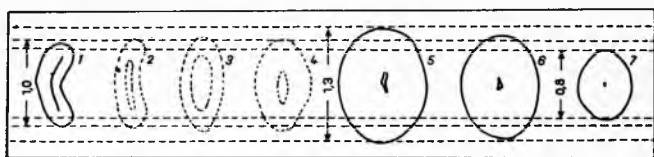


Sl. 5 Uređaj za ostvarivanje pritiska valjaka na fularu. a sistem poluga: 1 ručno kolo, 2 vijak, 3 utezi; b hidraulički sistem: 4 pumpe, 5 regulacioni ventil, 6 cilindar, 7 klip, 8 manometar, 9 akumulator; c pneumatski: 10 dovod stlačenog zraka, 11 regulacioni ventil, 12 otpusni ventil, 13 manometar, 14 zračni cilindar

**Mercerizacija** je predaperturni postupak trajnog oplemenjivanja proizvoda od pamuka i lana kojim oni dobivaju veći sjaj, veću čvrstoću i jaču sposobnost apsorpcije vode i bojila. Celulozni materijal natapa se u umjereno koncentriranoj otopini natrijeva hidroksida (25...30%) i zatim ispire vodom. Pamučno vlakno uronjeno slobodno u koncentriranu lužinu znatno nabubri (površina presjeka poraste za 40...50%) i skрати se po dužini, a spiralni zavijuci nestanu, pa vlakno dobije gladak cilindričan oblik. Pamuk merceriziran bez natezanja jači je za ~20% od nemerceriziranog i znatno više apsorbira vode i bojila (J. Mercer, 1844). Mercerizacijom u napetom stanju jako se povećava sjaj (H. Lowe, 1890), ali je povećanje reaktivnosti i afiniteta prema bojilima manje. Povećanje sjaja pripisuje se promjeni oblika vlakna od spiralne vrpce u glatki štapić. Presjek vlakna koji je imao izgled uha ili bubrega postaje gotovo kružan. Maksimalno djelovanje bubrenja i skraćivanja vlakna nastaje u otopini od 15% NaOH, pri kojoj koncentraciji su natrijevi ioni potpuno hidratizirani. Vlakno bubri po duljini stoga što hidratizirani natrijev ion pri prodoru u unutrašnjost celuloznog vlakna unosi i vodu. U industrijskoj praksi upotrebljavaju se za mercerizaciju koncentracije NaOH više od optimalne jer u toku procesa jedan dio NaOH ostane adsorbiran na celulozu, pa bi koncentracija razrijeđenije lužine prebrzo opadala. Celuloza bubri u lužini i zbog toga što ima svojstvo slabe monobazične kiseline koja tvori soli proporcionalno s koncentracijom alkalija. Suvišak alkalija difundira u celulozu prema Donnanovoj teoriji membranske ravnoteže. Zbog nejednolične razdiobe iona nastupa osmoza, koja rasteže celulozu sve dok se osmotski tlak ne izjednači sa silama kohezije gela. Pri ispiranju velik suvišak vode nadomjesti alkalije, natrijeva se celuloza hidrolizira, osmotski tlak pada i celuloza se regenerira kemijski nepromijenjena, ali trajno fizikalno



izmijenjena ako je osmotski tlak bio dovoljno visok (*hidratna celuloza*). Sl. 6 prikazuje kako se mijenja presjek pamučnog vlakna pri bubrenju (1-5), ispiranju vodom (6) i sušenju (7).

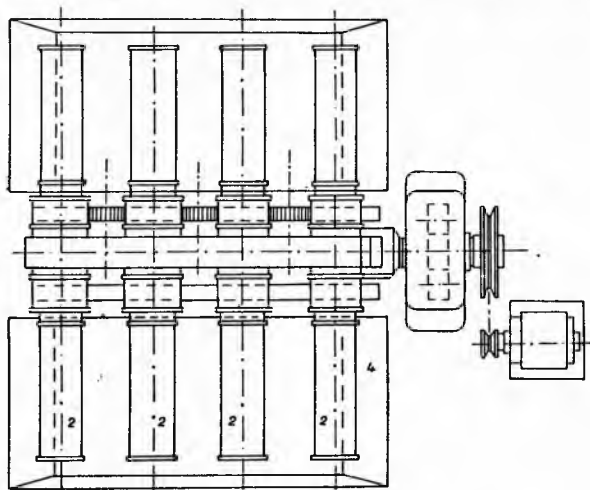
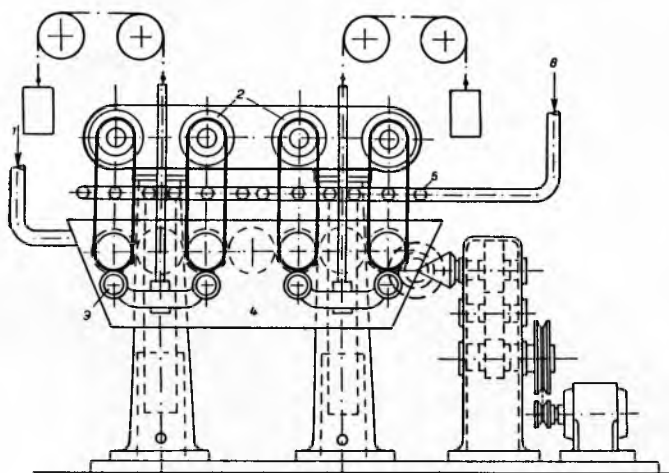


Sl. 6. Promjene presjeka pamučnog vlakna pri mercerizaciji

Reakcijom celuloze s alkalijama oslobađa se toplina, pa se zbog toga pri industrijskoj mercerizaciji lužina hladi vodom ili rashladnom solom.

Pamuk se mercerizira rjeđe u obliku češljane vrpce ili u obliku osnove, češće kao pređa u viticama, a najčešće kao tkanina. Može se mercerizirati materijal sirov, iskuhan ili bijeljen, ali najbolje potpuno suh, da se lužina ne razrjeđuje. Pri mercerizaciji sirova pamuka dodaju se u lužinu kvasila koja omogućuju kvašenje pamuka u lužini i brz i jednoličan prodor lužine u unutrašnjost vlakna.

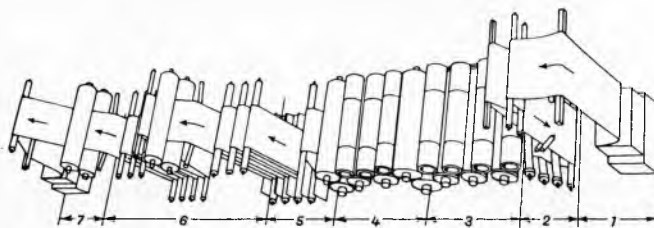
Tehnički se mercerizacija izvodi tako da se materijal u bilo kojem obliku natapa u rastopini lužine uz jak pritisak i natezanje, jedan ili više puta, cijedi jakim pritiskom među valjcima i u napetom stanju ispire vrelom i hladnom vodom. Pređa se mercerizira kontinuirano tako da se sloj niti, namotanih na vratilo, odmotava s vratila i provlači kroz napravu za natapanje i cijedenje i dalje preko vodnih valjaka kroz niz posuda u kojima se ispire i neutralizira. Diskontinuirana mercerizacija pređe na viticama izvodi se na strojevima na kojima je čitav tok procesa automatski



Sl. 7 Stroj za mercerizaciju pređe u viticama. 1 lužina, 2 natezni valjci, 3 tlačni valjci, 4 korito za lužinu i vodu, 5 štrcanje vode za pranje, 6 voda

upravljan. Jedini ručni zahvati su stavljanje vitica na stroj i skidanje sa stroja.

Sl. 7 prikazuje stroj za mercerizaciju pređe u viticama. Vitice pređe natiču se na po jedan par horizontalnih valjaka koji se mogu približavati i udaljavati, da se može regulirati napetost vitice. Lužina je u plitkom koritu koje se diže do valjaka i spušta, pa se pređa može na valjcima ispirati vodom kad se korito pomakne na stranu. Lužina cirkulira kroz stroj iz većeg bazena, u koji se dodaje koncentriranija lužina za održanje stalne koncentracije i gdje se hladi s pomoću ugrađenih zmija za hlađenje, prolazi u korito stroja i odavde natrag u bazen. Nakon isplakivanja vrelom i hladnom vodom na valjcima koji se stalno okreću izmjenično u jednom i u drugom smislu, pa cijedenja s pomoću tlačnog valjka, vitice se neutraliziraju kiselinom, ili ručno u običnim kadama ili mehanički na posebnoj prigradenoj napravi s okretnim valjcima i s automatskim upravljanjem.



Sl. 8. Stroj za kontinuiranu mercerizaciju tkanina bez lanaca. 1 ulaz tkanine, 2 raširivači, 3 natapanje lužinom, 4 stabilizacija, 5 izluživanje, 6 neutralizacija i isplakivanje, 7 odlaganje

Tkanine se merceriziraju kontinuirano na strojevima s rasteznom lancem ili bez lanca (sl. 8).

Tkanina se natapa u lužini u teškom fularu sa nekoliko željeznih valjaka koji jako tlače tkaninu pri ulazu i izlazu iz lužine jedan ili više puta. Na stroju s lancima tkaninu hvataju hvataljke na dva beskrajna lanca koji se mogu primicati i razmicati po potrebi, da se regulira napetost po širini. Napetost po duljini postizava se različnom brzinom u fularu i u lancu. Pošto je tkanina maksimalno rastegnuta, ispire se toplom razrijeđenom lužinom sve dok koncentracija lužine u tkanini ne padne ispod 15%. Nakon izlaska između lanaca tkanina se u nizu kaca s vodnim valjcima ispire hladnom vodom i neutralizira kiselinom. Na stroju bez lanca tkanina prolazi među valjcima koji se nalaze unutar korita za lužinu. Valjci tlače jedan o drugi i uzastopno utiskuju lužinu u tkaninu i cijede je, a zbog pritiska održava se konstantna širina koja je udešena na ulazu u stroj s pomoću naprave za širenje. U narednim koritima tkanina se stisnuta među valjcima ispire i neutralizira.

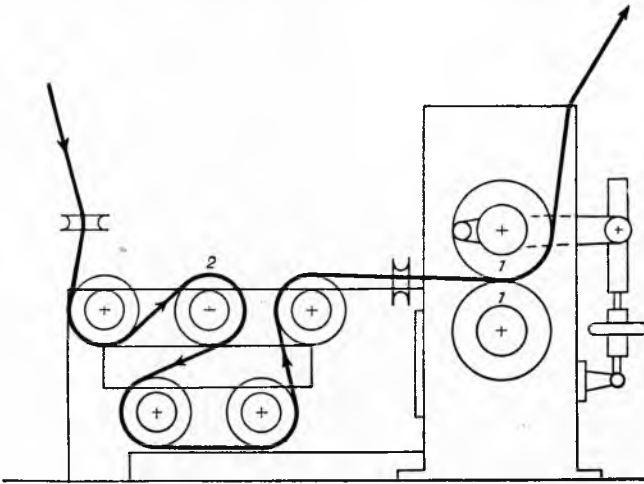
**Pergamentacija.** Analogno kao umjereno koncentrirana lužina djeluje na celulozu i koncentrirana sumporna kiselina. Obradom pamučne tkanine u sumpornoj kiselini od 62,5 do 64% kroz 1-2 minute dobivaju lake tkanine karakter krepa i liče na fine tkanine od grebenane vune, osobito ako su bile prethodno mercerizirane. U kiselini više koncentracije, 68-75%, za nekoliko sekundi tkanine dobivaju pergamentni izgled. U ovom slučaju kiselina želatinira površinu vlakna tako da se vlakanca čvrsto spoje, tkanina postaje kruta i slična lanenoj tkanini. Izmjeničnom pergamentacijom i mercerizacijom na niskoj temperaturi nastaju posebni transparentni efekti. Efekat *organdi* nastaje kad se pergamentirana tkanina poslije pranja u vodi suši uz pokretanje, da olabave križanja niti osnove i potke.

**Kreponiranje** (franc. *crêpe*) je predapretorni postupak pri kojemu tkanine, obično od viskozno ili bakarnog rejon, dobivaju više ili manje nabranu ili fino valovitu površinu. Pređa u osnovi ili u potki ili u oba smjera mora biti jako upređena (krep-pređa). U jako upređenoj pređi, kad je napeta, postoji latentna torziona energija, koja se oslobađa i uzrokuje odvijanje i skupljanje pređe kad popusti napetost. Kvašenje olakšava popuštanje napetosti. Niti u tkanini ne mogu se potpuno odviti, jer su im krajevi fiksirani na rubovima koji se zbog skupljanja približuju, a skvrčene niti tvore niz malih petlji, što daje tkanini nepravilno nabran izgled. Kombinacijom jako i slabo upređenih niti u osnovi i u potki, te smjera upređenosti (v. *Pređenje*) postizavaju se različiti krep-efekti (*crêpe maroquin*, *crêpe georgette* i dr.). Kreponiranje se

izvodi tako da se tkanine s krep-predom urone u labavom stanju u vrelu kupku koja obično sadrži sapuna, alkalija i detergenta, da se pređa ujedno ispere i oslobodi preparacija koje su služile za bolje fiksiranje upredenosti. Tkanine se mogu objesiti ili na »zvijezdi« (v. *Bojadisarstvo*) ili u obliku listova složenih kao u knjizi, obično po jednom rubu, dok drugi visi slobodno. Krep-efekt može se izvesti i s pomoću graviranih valjaka na tzv. krep-kalanderu, a na pređi koja teško bubri i teško se skuplja, s pomoću kemijskih sredstava za bubrenje (natrijeva bisulfita, tiocijanata, sumporne kiseline, natrijeve lužine itd.).

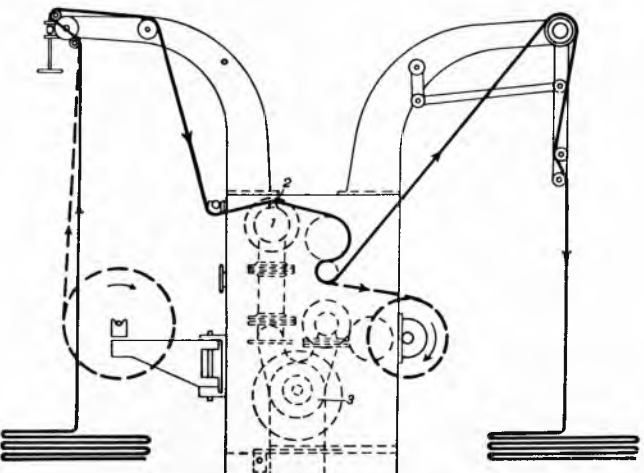
**Strojevi za cijedenje.** Nakon mokrih operacija predapreture, bojenja, tiska i apreture uklanja se voda iz tekstilnih materijala u dvije faze: mehaničkim cijedenjem i isparivanjem s pomoću topline. Najveći dio vode mora se ukloniti mehaničkim putem radi ekonomije toplinom, nakon čega je zaostala voda jednolično razdijeljena u robu pa se olakšava sušenje toplinom. Mehanički se vrši cijedenje pritiskom među valjcima, odsisavanjem i centrifugiranjem.

a) *Cijedenje među valjcima.* Tkanine u pramenu cijede se na uskom fularu za cijedenje s jednim gumiranim i jednim mje-



Sl. 9. Cijedenje tkanina u pramenu gnječanjem (Benteler). 1 gnječilo, 2 postolje s valjcima

denim valjkom. Pritisak vrše utezi preko sistema poluga ili opruge (sl. 9). Tkanine u raširenom stanju cijede se ili na vodenom kalanderu ili na fularu. Nakon cijedenja zaostaje u robu 80...100 dijelova vode na 100 dijelova suhe robe (stupanj cijedenja 80...100%). — b) *Odsisavanje.* Obično se primjenjuje za bojadisanu robu u raširenom stanju. Stroj za odsisavanje (sl. 10) ima šuplji valjak 1 s uskim procijepom 2 na vrhu, preko kojega se tkanina kreće, a vakuum proizveden s pomoću vakuum-pumpe 3 siše vodu iz tkanine u sabirnu posudu i kanal. Dužina procijepa

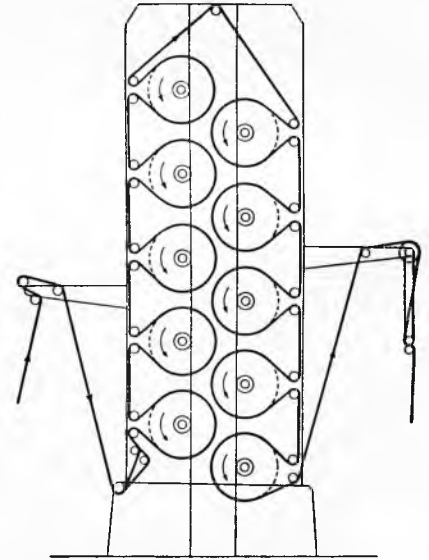


Sl. 10. Stroj za odsisavanje vode iz tkanina (Krantz)

regulira se s pomoću pokrova od gume tako da se mogu odsisavati tkanine različitih širina i da je neiskorišten dio procijepa pokriven. — c) *Centrifugiranje* je diskontinuiran postupak, a služi za cijedenje vlakana, pređe, lakih tkanina i pletiva. Centrifuge za tekstilnu robu imaju otvorenu cilindričnu košaru s perforiranim zidom, napravljenu od bakra ili od čelika otpornog prema rđanju. Ove se centrifuge grade s promjerom od 900...1800 mm, a okreću se brzinama od 1000...600 o/min. Prigon je s pomoću remena, frikcioni ili direktan, ugrađenim elektromotorom. Stupanj cijedenja je ~ 60%.

Najjeftiniji način cijedenja je s pomoću fulara, odnosno kalandera, a najskuplji odsisavanjem.

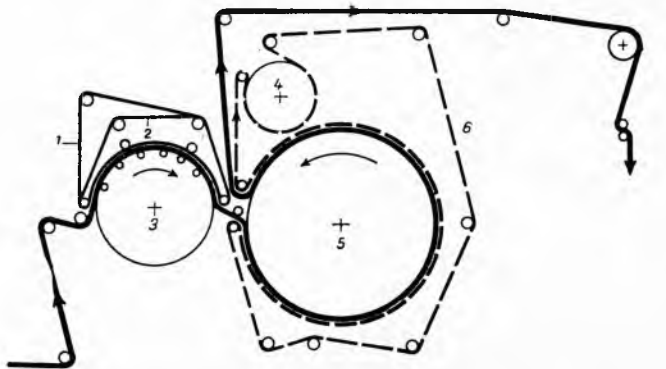
**Uređaji za sušenje.** Za sušenje tekstila primjenjuje se prijenos topline kondukcijom, konvekcijom i, rjeđe, radijacijom i visokofrekventnim strujama. Kao prijenosnici topline služe zagrijevna tijela s konstantnom temperaturom, zagrijani uzduh ili pregrijana vodena para. Kondukcijom se suši tekstilna roba na cilindarskim sušionicima, na kojima se tkanina zagrijava direktnim dotirom sa zagrijanom metalnom površinom. U sušionicima s vrelinim uzduhom ili vodenom parom prijelaz topline vrši se konvekcijom. Radijacija topline dolazi u sušionicima s infracrvenim zračenjem, npr. s pomoću žarulja ili drugih užarenih tijela.



Sl. 11. Vertikalni cilindarski sušionik (Monforts) tijela.

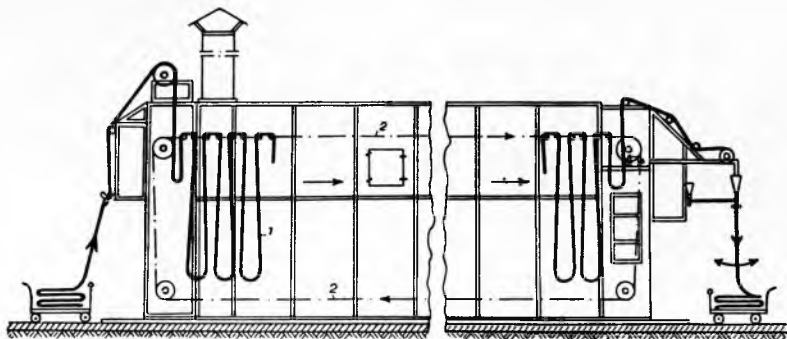
*Cilindarski sušionici* sastoje se od 6...30 i više horizontalnih metalnih bubnjeva (od bakra, pokositrenog bakra ili nerđajućega čelika), poredanih u horizontalnim ili vertikalnim (sl. 11) redovima, grijanih iznutra parom temperature 100...150°C. Bubnjevi se okreću, a tkanina putuje preko njih i voda se postepeno isparuje. Da se vodena para ne bi širila po prostoriji, cijeli stroj se može zatvoriti u komoru iz koje se zatim para odsisava. Ovi su sušionici vrlo ekonomični, ali se na njima ne može održati propisana širina tkanine, koja se još i isteže po dužini, pa se zbog toga sušionici često kombiniraju s posebnim raspinjačem ili s rasteznim sušionikom. Na cilindarskim sušionicima suše se i škrobljene osnove.

*Pusteni kalander* ili *Palmer - stroj* (sl. 12) kombinira istodobno sušenje i glačanje. Glavni bubanj, koji se iznutra grije parom, ima promjer 1800...2400 mm i više. Veći dio opsega bubnja



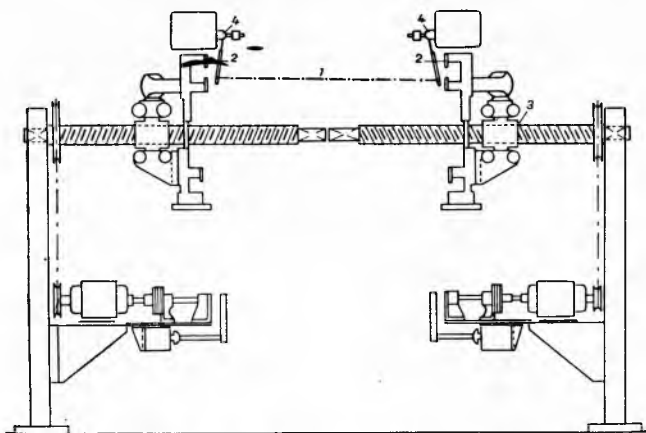
Sl. 12. Pusteni kalander. 1 zaštitna rubna traka, 2 kožnati remen, 3 Palmerov raširivač, 4 bubanj za sušenje pusta, 5 sušni bubanj, 6 beskrajni pust

obavlja beskonačna pustena tkanina, a tkanina koja se suši prolazi između površine bubnja i pusti, koja je tlači o vrelu površinu bez istežanja po dužini i skupljanja po širini. Osušena tkanina ima karakterističan mekan opip i glatku sjajnu površinu.



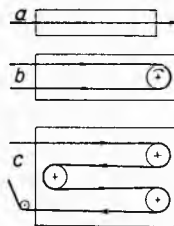
Sl. 13. Sušionik za tkanine u nenapetom stanju, obješene o štapove (Hass)

**Sušionici s vrelim uzduhom.** Istosmjerno sušenje: struja uzduha kreće se istim smjerom kao i roba, najvreliji uzduh dolazi u dodir s najvlažnijim materijalom, a ohlađeni i vlažni uzduh djeluje na gotovo osušenu robu. Vlaka se štede, ali je rad neekonomičan i vrlo spor. Protustrujno sušenje: najvreliji uzduh dolazi u dodir s gotovo osušenom robom, pa je sušenje brzo. Uzduh koji izlazi ohlađen je i zasićen vodom. To je vrlo ekonomičan i stoga najčešće primijenjen način. Stupnjevano sušenje: temperatura uzduha u protustruji postepeno se podiže (rastezni sušionik). Sušenje s poprečnom strujom: uzduh prolazi kroz sušionik zmijolikom ili spiralnom linijom, dolazeći na materijal okomito na smjer njegova kretanja, a napredujući istosmjerno ili protustrujno. Sušenje sa cirkulacijom: uzduh se vraća više puta u proces, da se toplina sasvim iskoristi. Cirkulirani je uzduh vlažan pa se materijal ne može presušiti, a to je dobro za njegov kvalitet. (V. Sušenje.) Stariji sistemi sušionika imaju laminarno, a noviji turbulentno strujanje. U sistemu s turbulentnim strujanjem puše se vreli uzduh kroz mlaznice pod visokim pritiskom u robu i kroz nju. Sušenje je znatno ubrzano i učin stroja je visok. Pri sušenju pregrijanom parom puše se pregrijana para temperature 130...160° kroz mlaznice na obje strane pruge tkanine i sušenje je veoma brzo. Sušionici s vrelim uzduhom upotrebljavaju se za sušenje vlakana, prede na viticima i svicima, tkanina u nenapetom i napetom stanju i pletiva. Na sl. 13 prikazan je sušionik za tkanine (1) u nenapetom stanju, obješene o štapove koji se pokreću na beskrajnem lancu 2, tvoreći nabore koji putuju kroz zagrijanu komoru. Najvažniji stroj za sušenje tkanina i pletiva u napetom stanju je *rastezni sušionik* (njem. Spannrahmen, engl. stenter ili stenter-frame), na kojemu se roba razapinje i suši (sl. 14). Roba 1 prolazi kroz stroj između dva paralelna beskrajna lanca na tračnicama, a napeta je stezaljkama ili iglicama. Za regulaciju širine tkanine lanci se mogu približavati i udaljavati s pomoću vijaka i matica 2. Paralelno vođenje rubova tkanine regulira se



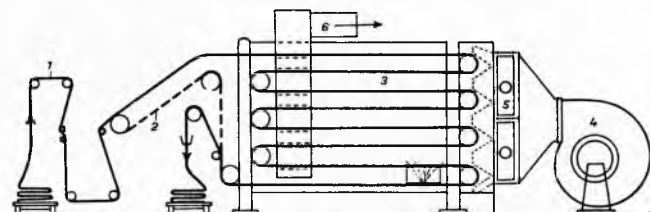
Sl. 14. Presjek vodiča tkanine na rasteznom sušioniku

s pomoću mehaničkih, električnih ili fotoelektričnih regulatora 4. Tkanina prolazi kroz stroj jednom ili više (do 10) puta krećući se naprijed i natrag (sl. 15). Obično sušionici za vunu imaju više slojeva zbog veće potrebe topline za sušenje debljeg materijala (sl. 16). Vlažna tkanina 1 na kosom uzlaznom polju dolazi na hvataljke ili iglice lanca 2, prolazi kroz komoru 3 mijenjajući smjer 7 puta, izlazi osušena, pa se slaže na postolje. Uzduh se ubacuje s pomoću ventilatora 4, zagrijava se na kaloriferima 5 i izlazi iz komore kroz odvod 6. Presjek kroz sušionik s turbulentnim strujanjem prikazuje sl. 17. Ventilator 1 siše uzduh, tjera ga preko kalorifera 2 da se zagrije, zatim u tlačnu komoru 5, mlaznicama 8 kroz tkaninu 4, koja je napeta među lancima na tračnicama 6, preko filtra 7 natrag u ventilator. Efektivnost sušenja regulira posebni automatski regulator: mjerni element mjeri sadržaj vlage u tkanini na izlazu iz stroja, pa povratnim spojem preko releja upravlja brzinom sušionika, tako

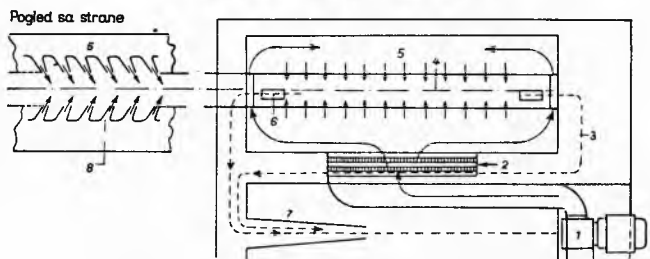


Sl. 15. Prolaz tkanine kroz rastezne sušionike. a jednostruki prolaz, b dvostruki prolaz (sjednoetažni sušionik), c četvorostruki prolaz (dvoetažni sušionik)

lancima na tračnicama 6, preko filtra 7 natrag u ventilator. Efektivnost sušenja regulira posebni automatski regulator: mjerni element mjeri sadržaj vlage u tkanini na izlazu iz stroja, pa povratnim spojem preko releja upravlja brzinom sušionika, tako



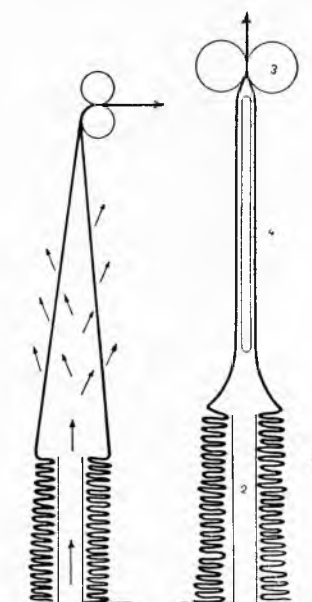
Sl. 16. Rastezni sušionik za vunu



Sl. 17. Presjek kroz rastezni sušionik s mlaznicama (Spooner)

da količina vlage u tkanini ostane konstantna, kako se tkanina ne bi osušila ni više ni manje nego što treba. »Kružna pletiva«, tj. pletiva u obliku šupljeg crijeva, suše se na cjevastim sušionicima (sl. 18). Pletivo 1 je nataknuo na cijev 2; kroz nju prolazi vreli uzduh, koji se protiskuje kroz pletivo pošto je ono ostavilo cijev. U gornjem dijelu prolazi pletivo među valjcima kalandera za glačanje 3, a unutar pletiva obješen je raspinjač 4 s pomoću kojega se crijevo spljošti i ono kao dvostruki sloj ulazi u kalander.

**Sušenje s pomoću infracrvene radijacije.** Tekstilni materijal apsorbira infracrvene zrake pa se unutrašnji slojevi zagriju gotovo jednako brzo kao i vanjski. Taj način sušenja ima nekoliko



Sl. 18. Sušionik za crijevasto pletivo

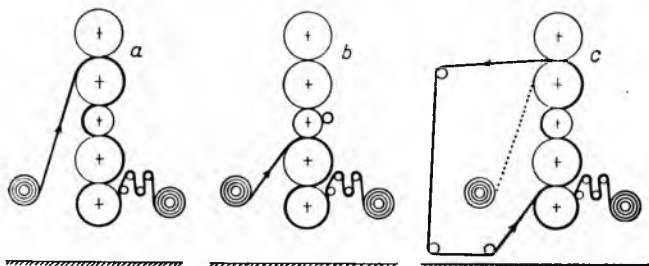
puta veći stupanj korisnog učina, ali su i troškovi nekoliko puta viši. Za sušenje služe radijacije s dužinom vala od 1000 do 14 000 m $\mu$ . Izvori radijacija od 1000 do 2000 m $\mu$  su specijalne žarulje, a preko 2000 m $\mu$  užarena tijela od vatrootalnog materijala koja se griju električki ili plinskim plamenom. Plinski grijači su jeftiniji i otporniji od žarulja.

**Sušenje visokofrekventnim strujama.** Roba koja se suši nalazi se između dviju ploča kondenzatora koje su pod visokofrekventnim naponom (frekvencija  $5 \cdot 10^6$  do  $3 \cdot 10^{10}$ /sek). Zbog električnog otpora voda se u materijalu zagrije i isparuje. Materijal se zagrijava iznutra prema vani, nezavisno od debljine sloja, i zbog toga je to sušenje pogodno za materijal na navicima. Utrošak energije mnogo je veći nego za infracrveno sušenje. Za dobro sušenje potrebna je veća brzina uzduha koji odvodi isparenu vodu, 4 m/sek. (V. Sušenje.)

**Termičke obrade.** *Kondenzaciona komora* (engl. curing-oven) služi za polikondenzaciju monomera sintetskih smola, kojima su tkanine natopljene radi trajnog apretiranja za otpornost prema gužvanju, vatri, prodiranju vode. Natopljena i osušena tkanina prolazi kroz komoru koja je zagrijana na potrebnu temperaturu, zadržavajući se u njoj potrebno vrijeme. Komore se zagrijavaju parom, električki ili infracrvenom radijacijom, a građene su poput parionika za tisak, gdje tkanina prolazi napeta ili nenapeta. Kondenzacija se može vršiti i na rasteznom sušioniku koji se zagrijava turbulentnim strujanjem vreloga uzduha s pomoću mlaznica.

**Termifikacija proizvoda od sintetskih vlakana.** Tom se obradom vlaknima na povišenoj temperaturi u termoplastičnom stanju fiksira oblik u koji se u hladnom stanju uvijek elastično vraćaju. Tako obrađeni proizvodi ne gužvaju se, odnosno trajno zadržavaju nabore i pregibe koji su im dani prigodom fiksacije (*trajni plise*). Fiksacija se vrši u vodi koja ključa, ili u zasićenoj vodenoj pari na 130...150°C, ili u vrelom uzduhu između 100 i 170° u zatvorenom džigeru, ili obradom nakvašene tkanine na pustem kalanderu koji se grije pregrijanom parom, ili u kondenzacionoj komori, ili u tiskarskom parioniku, ili u zatvorenim autoklavima (posebno pletiva i čarape). Nakon termičke obrade predmeti se brzo ohlade ispod tzv. »temperature akomodacije« (najlon 82°C, perlon 65°C), pri kojoj potpuno prestaje plastično stanje vlakana i makromolekule se preko vodikovih vezova stabiliziraju u novim položajima.

**Strojevi i postupci suhe apreture.** *Kalander* je stroj za glačanje tkanina među valjcima što se okreću i tlače tkaninu. Neki su valjci od elastičnog materijala (stlačenog papira, pamuka ili jute), a drugi su od tvrdog livenog željeza, šuplji, i mogu se zagrijavati parom. Različni kalanderi imaju od 3 do 12 valjaka, a brzina okretanja pojedinih valjaka može biti jednaka (obični kalander) ili različita (frikcioni kalander), pri čemu se postizava visok sjaj tkanine. Ako tkanina prolazi između valjaka u više

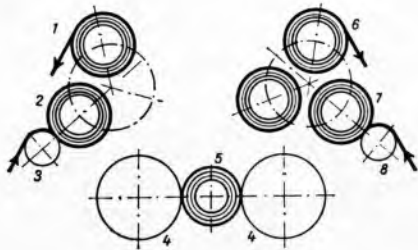


Sl. 19. Radni postupci na kalanderu. a obični postupak, b frikcioni postupak, c »chasing« - postupak

slojeva, postizava se plastičan efekt jer se niti na površini sasvim ne spljošte (*chasing-kalander*). Sl. 19 prikazuje tri glavne vrste kalandera. Za posebne efekte na površini tkanine može površina valjaka biti fino žlijebljena ili gravirana, a valjci se mogu zagrijavati i do 300°C (kalander za simili-mercerizaciju, svileni »finiš«, za utisnute efekte, moiré, »gaufiranje« itd.).

**Roljača** (njem. Mangel, engl. mangle) je stroj za glačanje tkanine namotane u mnogo slojeva na vratilu pod visokim priti-

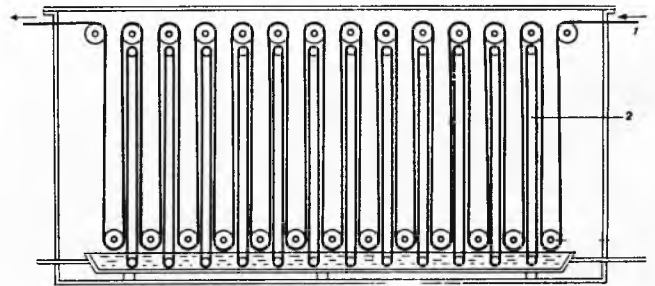
skom dvaju teških željeznih valjaka, između kojih se vratilo s namotanom tkaninom okreće izmjenično u jednom i u protivnom smislu. Pritisak tlačnih valjaka izvodi se pneumatski. Revolverska roljača (sl. 20), ima uređaj za mehaničku izmjenu vratila okretanjem postolja za vratila. Na roljačama se ponajviše glačaju lanene tkanine, a i na pamučnim se postiže plastičan izgled površine i blag sjaj, jer se niti pod pritiskom ne spljošte.



Sl. 20. Shema dvostruke revolverske roljače. Gornji red: lijevi i desni revolver, svaki za tri vratila. Donji red: tlačni valjci 4, s vratilom 5 s lijevog revolera na glačanju. Na vratilima 1 i 6 glačana tkanina se odmatata, a na vratila 2 i 7 namata se preko pomoćnih valjaka 3 i 8 tkanina koju treba glačati.

**Stroj za vlaženje.** Tkanine apretirane apreturama za krut opip i punoću obično su malo presušene,

pa se prije kalandriranja ili valjanja moraju navlažiti da apretura i vlakna postanu dovoljno plastična, kako bi se prilagodila mehaničkom utjecaju pri glačanju. Navlaživanje se vrši štrcanjem fine magle (s pomoću okretnih četaka ili mlaznica) na tkaninu koja

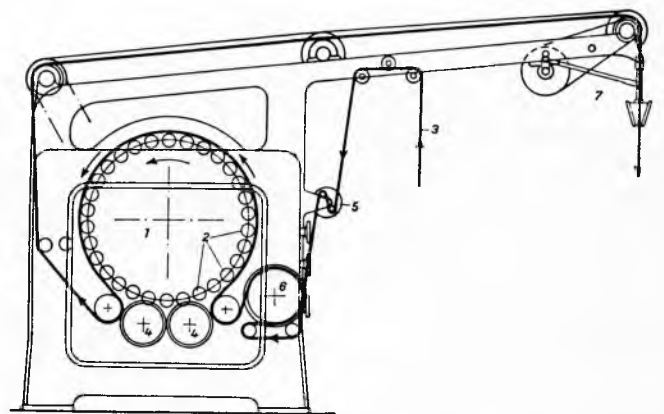


Sl. 21. Stroj za navlaživanje tkanina (Sjoström)

se kreće kroz stroj, ili u posebnim komorama za kondicioniranje (sl. 21). U tim komorama tkanina 1 prolazi preko vodnih valjaka između niza beskrajinih pruga mokre tkanine 2 uronjenih u korito s vodom.

**Mekšanje ili lomljenje apreture.** Apretirane, osušene i kalandrirane tkanine obično imaju krut, oštar ili papirnat opip jer su niti međusobno slijepljene i nepokretne. Mekšanje se postižava prevlačenjem tkanine pod oštrijim ili tupljim kutem preko jednog ili više tupih bridova ili među valjcima s dugmetima na površini ili s poprečnim utorima ili spiralama.

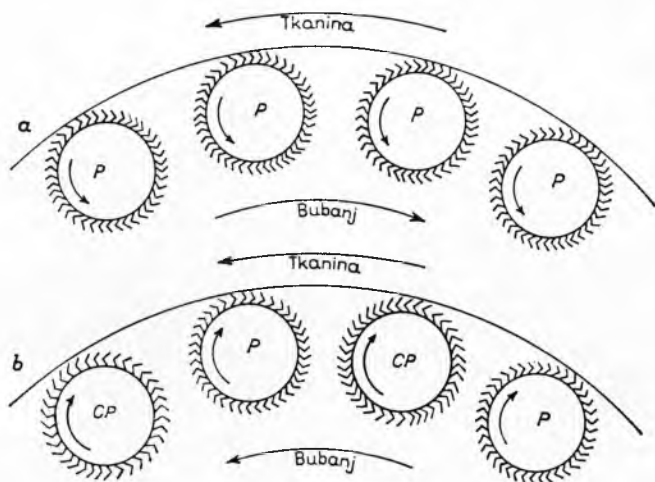
**Čupavljenje** je odvajanje od tkanine sloja vlakana da strše iz površine, čime nastaje dlakava površina i izgubi se slika prepletanja niti. Stroj za čupavljenje (sl. 22) ima velik bubanj 1 pro-



Sl. 22. Stroj za čupavljenje s grebenima. 1 bubanj, 2 grebenski valjci 3 tkanina, 4 valjci čistači, 5 valjci napinjači, 6 raširivač i sušni bubanj, 7 naprava za sлагanje tkanine



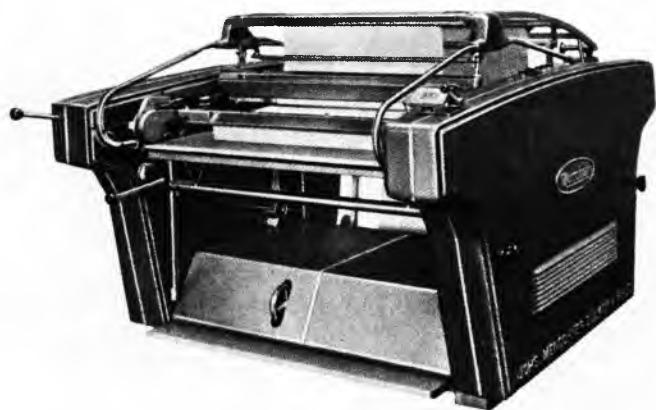
mjera oko 1600 mm, na čijem obodu je smješteno 24...36 valjaka (*grebena*, 2) obloženih igličastom vrpcom. Na jednostavnim strojevima bubanj se kreće zajedno s grebenima u smislu protivnom smislu kretanja tkanine 3, a svi se grebeni okreću oko svojih osovinu u istom smislu kao bubanj, s iglicama smještenim u istom smjeru (sl. 23 a); na strojevima s dvostrukim djelovanjem bubanj ide u istom smjeru kao i tkanina, a grebeni se okreću u suprotnom smislu, s iglicama upravljenim izmjenično u jednom i u drugom smjeru (sl. 23 b) (njem. Strich i Gegenstrich, engl. pile [P] i counter pile [CP]). Istosmjerni i protusmjerni grebeni imaju odvojen prigon pa im se brzina može mijenjati po potrebi. Prema zahtijevanom efektu prolazi tkanina 3...16 puta kroz stroj jednostrano (*barhend*) ili obostrano (*flanel*).



Sl. 23. Načini čupavljenja. a jednostavno, b dvostruko

Plastični efekti na očupavljenim tkaninama mogu se postići *veliniranjem* (valovitim izbočinama) i *ratiniranjem* (tačkastim izbočinama) na stroju koji ploču prevučenu brusnim papirom ili kaučukom okreće amo-tamo ili u krugu, pritiskujući njome tkaninu koja se polagano kreće kroz stroj.

*Mjerenje i slaganje*. Na stroju za slaganje (sl. 24) mjere se dovršene tkanine i slažu u slojeve, obično duljine po jedan metar,

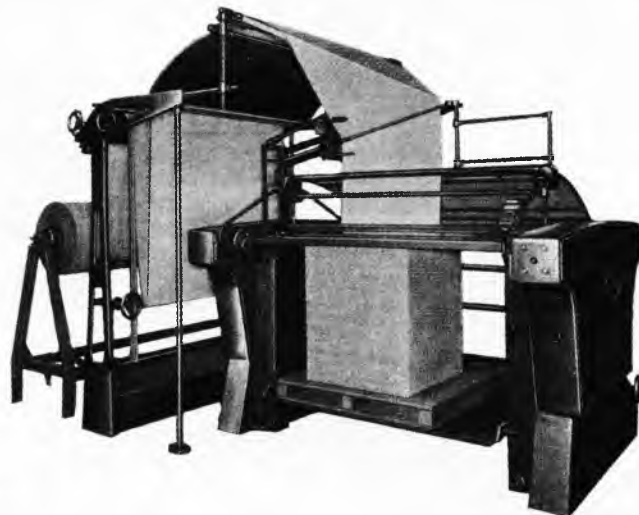


Sl. 24. Stroj za slaganje i mjerenje (Menschner)

s pomoću pokretnog brida koji previnutu tkaninu polaže na konveksni stol. Široke se tkanine redovito *dubliraju*, tj. previnu se po dužini na polovinu širine i zatim slažu u slojeve ili namataju na okvire (sl. 25).

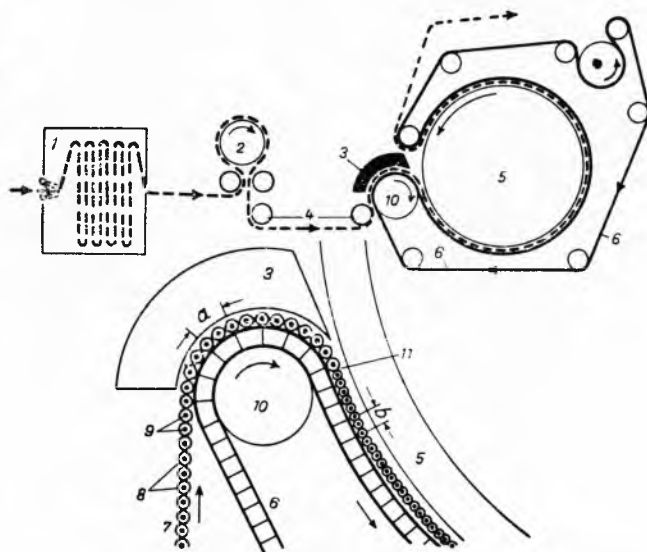
*Apretura za sprečavanje skupljanja* (njem. Krumpffrei-Ausrüstung, engl. anti-shrink finish) je obrada tkanina od pamuka, lana i od regenerirane celuloze sa svrhom da se spriječi njihovo skupljanje pri naknadnim obradama u mokrom stanju, osobito

pri pranju. Nakvašene se tkanine skupljaju zbog toga što pređa nabubri te joj se promjer poveća; zbog toga niti osnove prolazeći



Sl. 25. Stroj za dubliranje, mjerenje i namatanje (Menschner)

iznad i ispod odebljanih niti potke prelaze jače valovitu stazu i tkanina se skрати, odnosno skupi. Tkanine, osobito tkanine od reiona i celvlakna, apretirane sintetskim smolama, mnogo su otpornije prema skupljanju, jer u njima vlakna znatno manje bubre. Pamučne i lanene tkanine podvrgavaju se djelomičnom *prisilnom skupljanju* mehaničkim putem na adaptiranom rasteznom sušioniku, gdje tkanina ulazi na iglice lanca nešto većom brzinom od brzine lanca pa se pri daljnjem prolazu više ne rasteže. *Sanforizacija* je američki patentirani postupak prisilnog skupljanja (engl. compressive shrinkage) i fiksiranja tkanine u skupljenom stanju, tako da se pri naknadnom kvašenju ne skuplja više od 0,75...1% (sl. 26). Tkanina se u parioniku 1 navlaži, zatim na bubnju 2 osuši i na rastezaču 4 izravna, a onda prelazi na beskraju napetu elastičnu prugu od pusta 6 i s njome najprije između valjka 10 i električki grijane papuče 3, a zatim preko bubnja pustenoga kalendara 5. Na prijevoju između žlijeba i cilindra, tkanina — čvrsto priljubljena uz pust — skupi se zbog elastičnog skupljanja pusta pa ostane tako dimenzijski fiksirana i pošto se na daljnjem putu oko bubnja pustenog kalendara potpuno osuši. Engleski postupak *Rigmel* upotrebljava namjesto pustene pruge beskraju prugu od debele gume.



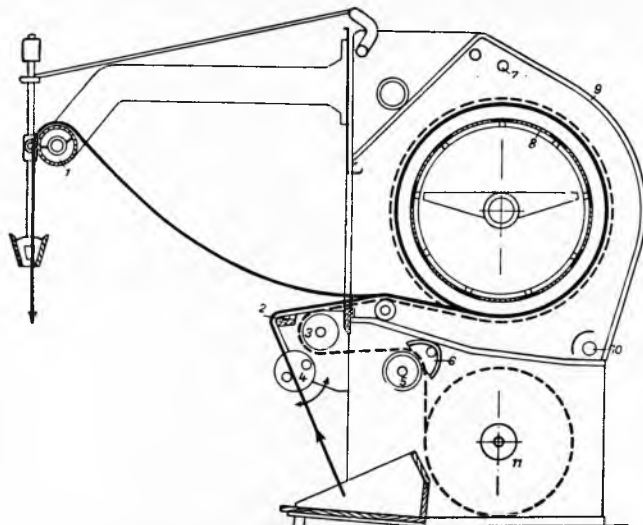
Sl. 26. Stroj za prisilno fiksirano skupljanje (Sanfor). 1 parionik, 2 sušni bubanj, 3 električki grijane papuče, 4 rastezač za izravnavanje, 5 bubanj pustenog kalendara, 6 beskonačni pust, 7 tkanina koja se sanforizira, 8 niti osnove, 9 niti potke, 10 valjak za vođenje, 11 mjesto gdje se osnova skuplja, a dva razmaka niti potke prije skupljanja, b isti razmak nakon skupljanja

## APRETURA VUNENIH TKANINA

**Mokra apretura.** *Fiksiranje* (engl. permanent set) je obrada vunelih tkanina u napetom stanju u vreloj vodi, pari pod normalnim ili povišenim pritiskom ili u vreloj vodi i pari, od vlakna nabubre i u tkivu se učvrste u određenom položaju. Fiksirana tkanina se pri naknadnoj obradi više ne skuplja zbog popuštanja unutrašnjih napetosti, nabori se izravnavaju i tkanina mjesto pretjeranog sjaja dobiva ugodan prigušen sjaj. Fiksiranje se osniva na elastičnosti vunina vlakna: kad je vlakno rastegnuto u vreloj vodi ili u vodenoj pari, rastegnu se polipeptidni lanci (prelaze iz oblika  $\alpha$  u oblik  $\beta$ ), neki poprečni (cistinski i ionski) vezovi popucaju zbog naprezanja i u novom nenapregnutom položaju nastaju novi. Fiksacija je potpuno trajna samo ispod temperature na kojoj je bila provedena i ako je vlakno bilo nategnuto najmanje 20 minuta u vreloj pari. Optimalni pH za fiksiranje je 9,2. Procesi fiksiranja su: krabovanje (engl. crabbing), dekatūra parom (engl. blowing) i dekatūra vodom (engl. potting).

*Krabovanje* je obrada vunene robe u vreloj ili kipućoj vodi prije ostalih mokrih operacija, da se spriječi gužvanje tkanine pri pranju i njezino skupljanje pri pranju i bojenju. Stroj za krabovanje (sl. 27) sastoji se od jednog ili više korita (2, 6), vratila 3 i tlačnog valjka 4. Tkanina se odmatava s vratila 1 i napeta se namata na drugo vratilo 3 koje je do polovice uronjeno u vrelu vodu, i pritiska se tlačnim valjkom da se izravnavaju nabori. Voda može biti i slabo alkalna (dodatkom boraksa) i sadržavati malu količinu detergenta da se kasnije lakše pere. Nakon završene procesa premata se na treće vratilo izvan vode da se ohladi, ili se vodi kroz hladnu vodu i zatim namata na vratilo 5. Krabovanje se po potrebi može ponoviti dva ili više puta, a dovršeno je tek kad je tkanina potpuno ohlađena, napeta i glatka. Proces traje od 5 min na 70°C do 1 sata i više na temperaturi ključanja. Nakon krabovanja tkanina se redovito pere na stroju za pranje.

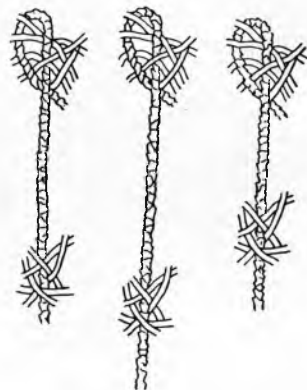
**Dekatura parom** je obrada tkanina u napetom stanju vrelom parom da se uklone napetosti u pređi i u tkanini, da se spriječi skupljanje i gužvanje i postigne prigušen sjaj. Dekatura se provodi više puta u toku apreture vunelih tkanina, a konačna dekatūra na gotovoj robi zove se *finiš-dekatūra*. Dekatura se izvodi ili u dekaturnom kotlu ili na posebnim finiš-dekaturnim strojevima.



Sl. 28. Stroj za dekaturu vlažnom parom (Finishtex). Prva faza: namatanje tkanine na bubanj i omatanje pomoćnom tkaninom; druga faza: parenje vlažnom parom; treća faza: odmatanje dekatirane i pomoćne tkanine te hlađenje i odlaganje dekatirane tkanine. 1 rashladni valjak, 2 ulazni stol, 3 ulazni valjak, 4 raširivač, 5 zagrievni valjak za pomoćnu tkaninu, 6 grijanje pomoćne tkanine, 7 grijanje stropa, 8 perforirani bubanj, 9 oklop kotla, 10 raspršivač vode, 11 vratilo s pomoćnom tkaninom

U svakom slučaju napeta se tkanina pažljivo namota na šuplji perforirani valjak (1, sl. 28), koji je prethodno obložen pamučnom tkaninom, i cijeli navitak se ponovo omota pamučnom tkaninom; onda se u zatvorenom kotlu tlači para od 0,5...1,5 atp izvana prema unutra; nakon 5...10 minuta para se iznutra odsiše i zatim roba hladi uzduhom. Dekatirana tkanina ima pun opip i dobar izgled. *Dekatura vodom* je obrada vrelom vodom da se postigne mekan opip i glatka sjajna površina; izvodi se na valjanim tkaninama. Tkanina se namota na šuplji perforirani željezni valjak obložen pamučnom tkaninom; valjak se okreće u kaci s vodom i voda se s pomoću pumpe tlači u unutrašnjost valjka i kroz robu van ili obrnuto. Nakon završene obrade roba se hladi vodom.

**Valjanje i pustenje** (engl. milling, fulling, njem. Walken, franc. fouler) je mehanička obrada vunene robe u prisutnosti vlage i sredstva za bubrenje, čime se pojedina vlakanca spletu i zamrse, spūšte, te tkanina postane gušća, dobije pun opip i bolju čvrstoću, a sloj zamršenih vlakana na površini (pust) pokriva prepletaj. Sposobnost pustenja bitna je karakteristika vune, a poznata je od najdavnijih vremena i vjerojatno je osnova najstarije trajne apreture; zavisi o vrsti vune (Merino-vuna se lakše pusti nego Crossbred vuna, a ova bolje nego dugovlaknata sjajna vuna), strukturi pređe (slabo upređena grebenana pređa lakše se pusti nego jako upređena češljana), prepletaju tkanine (sukneni vez je manje prikladan za pustenje nego keper-vez). Vuna se pusti zbog toga što joj vlakna na površini imaju ljuske koje dopuštaju svakom vlaknu da se u dodiru s drugim vlaknima pomiče samo u smjeru svoje baze. Vlakno na jednom mjestu fiksirano u jakom spletu (sl. 29 gore) rasteže se pri valjanju i ujedno pomiče u drugom, slabom spletu u smjeru svoje baze (na slici prema dolje), a pri elastičnom skupljanju zakači se o taj splet svojim ljuskama i povuče ga sobom (gore) prema jakom spletu, zbijajući tako strukturu tkanine. Pustenju pridonosi valjda i kemijska priroda cistinske veze. Kvantitativna mjera za sposobnost pustenja je *diferencijalni frikcionni efekt*, tj. razlika koeficijenta trenja u smjeru od baze vlakna prema vrhu i obrnuto. Što je ta razlika veća, vuna se bolje pusti. Kad se vlakna potpuno zamrse, čitava se struktura zbije i ustali, tkanina postane deblja i smanji joj se površina. Postupci valjanja jesu: *alkalično valjanje*, *neutralno valjanje* i *kiselno valjanje*. U alkalnom mediju valjaju se laka, srednja i teška sukna uz dodatak sapuna, sode i koloidnih elektrolita i pH 10 na 45°C 60...90 min; opip robe je gladak, mekan i podatan. U neutralnom mediju valjaju se lakša sukna s osjetljivim obojenjima uz dodatak koloidnih elektrolita i pH 7 na 40...45°C 20...90 min; efekt više je zadržana struktura nego pravo pustenje (lako valjanje, njem.

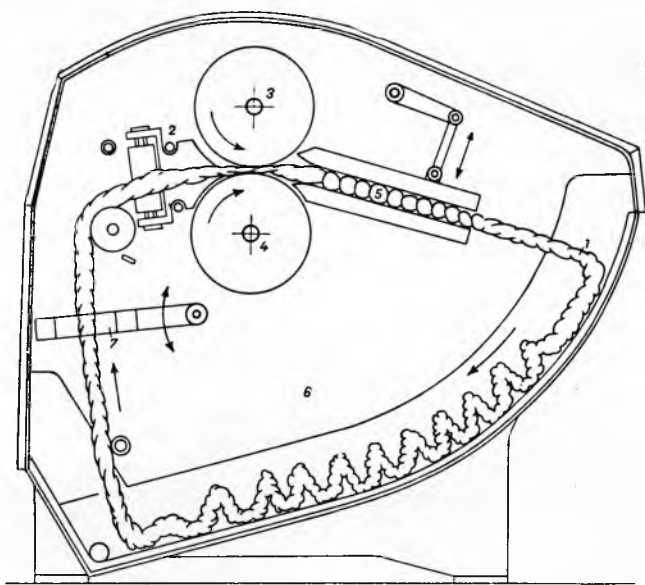


Sl. 29. Splet vlaknaca u toku pustenja vune

•Anstoßen•). U kiselom mediju valja se roba s osjetljivim obojenjem, tuljci za šešire i teška sukna; uz dodatak sumporne i octene kiseline i koloidnih elektrolita sa pH 4...6 na 40...45°C 30...90 min postizava se jači efekt pustenja kroz naskroz, a dlake ostaju prirodno sjajne i kovrčave; vrijeme obrade je relativno kratko i vuna se čuva od oštećenja. U svim postupcima količina tekućine za valjanje iznosi 80...100% od težine robe.

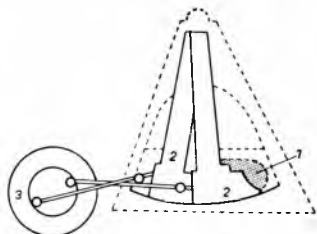
Najstarije pomoćno sredstvo pri valjanju jest sapun, koji daje slabo alkalnu reakciju i povećava klizavost vlakana, pa pojačava efekt pustenja. Neki sintetski detergentsi, anionski i neionski, ne poboljšavaju izravno efekt pustenja nego samo ubrzavaju kvašenje materijala, osobito ako je pri pređenju upotrijebljeno mazivo koje sadrži mineralnog ulja, a zbog dobrog dispergiranja kalcijevih sapuna sprečavaju mrlje od tih sapuna u tvrdj vodi. Svim postupcima valjanja tkanina se znatno skupi po duljini i po širini (20% i više), a skupljanje služi u pogonu i kao mjera za stupanj valjanja.

Tkanine se valjaju na stroju za valjanje (stupi valjarici, njem. Zylinderwalkmaschine, engl. rotary milling machine, sl. 30). Tkanina 1 sašivena u beskonačni pramen prolazi kroz



Sl. 30. Valjarica. 1 tkanina, 2 porcelanski prsten, 3 i 4 tlačni valjci, 5 uski kanal s tkaninom, 6 korito, 7 grablje za vodenje tkanine

porcelanski prsten 2 (oko), između tlačnih valjaka 3 i 4 koji je gnječe po širini, zatim u uski kanal 5 s kosim stranicama, u kojemu se gnječi po dužini, i konačno pada natrag u korito 6. Stupanj skupljanja po širini regulira pritisak tlačnih valjaka, a po dužini kosina stranica kanala. Osim mjerenjem uskoka može se pratiti stupanj zbijanja mjerenjem propuštene količine svjetlosti tako da se ispod tkanine stavi fotografski papir i osvjetli uz jednake uvjete. Tkanine se mogu valjati i stupom čekićarom (sl. 31).



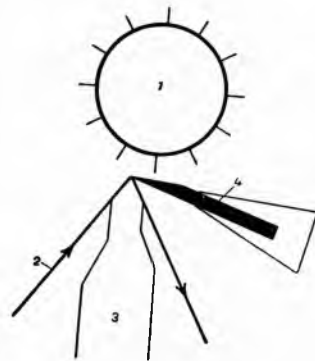
Sl. 31. Shema stupe čekićare. 1 smotana tkanina, 2 čekić, 3 pogonski valjak s ekscentrima

**Sprečavanje skupljanja.** Vuneni se proizvodi skupljaju u pranju: a) zbog popuštanja (relaksacije) naprezanja nastalih u toku prerade (predenja, tkanja, pletenja, apreture) i b) zbog pustenja vlakana. Tkanina se skuplja plošno i do 20%, zavisno od strukture prede i tkiva. Procesi kojima se uklanja skupljanje zbog pustenja ne moraju ujedno sprečavati i relaksaciono skupljanje. Zbog pustenja skupljaju se najviše vunena pletiva koja se često peru. Skupljanju pogoduje slabo upredena pređa i otvorena struktura pletiva, pa se pletivo može skupiti plošno i do 50%. Vuna se neće pustiti ako izgubi elastičnost ili se površinska struktura ljusaka izmijeni tako da se vlakna mogu kretati u oba smjera, pa se ne će zamrsiti i zbiti strukturu. Površina ljusaka može se izmijeniti mnogim kemijskim postupcima, a promjena se ograničava na rubove i površinu ljusaka i na vunenou supstanciju neposredno ispod njih. Vjerojatno nastaje želatinozni proizvod degradacije na ljuskama i ispod njih. Najstariji i najuobičajeniji način je obrada vune klorom u zakiseljenoj otopini hipoklorita ili drugih supstancija koje oslobađaju klor (kloramin), uz različite dodatke koji reguliraju jednolično razvijanje klora. Sličan efekt daje i obrada u sulfuril-kloridu, a za češljanac je pogodna obrada u alkoholnoj otopini kalijeva hidroksida (0,75% KOH) 1...2 minute na običnoj temperaturi. Biokemijski je postupak obrada u otopini enzima papaina, natrijeva bisulfita i natrijeva hidroksida uz pH 6,7, 45 min. na 65°C. Pri tom se vuna izbijeli; druga vlakna koja mogu biti primiješana, a na koja klor djeluje razorno, papain ne napada. Ugradnjom sintetskih smola na bazi melamina ili karbamida i formaldehida u unutrašnjost vlakana postizava se također otpornost prema pustenju.

Relaksaciono skupljanje se ne sprečava, već se namjerno izaziva na dovršenoj robi tako da se materijal u nenategnutom stanju navlaži pomoćnom vlažnom tkaninom, ostavi stajati 12 sati i više, a zatim suši bez natezanja, npr. na stroju s naborima (postupak London-shrunk).

**Zaštita od kukaca.** Vunu nagrizaju tri vrste moljaca: *Tineola biselliella* Hum. koji napada odjeću, *Tina pellionella* L. koji napada krzna i *Trichophaga tapetiella* L. koji napada tapete; osim ovih ima 6 vrsta kukaca koji nagrizaju sagove i 2 vrste koje nagrizaju krzna. Zaštita se provodi: a) dišnim otrovima (sumporouglikom, cijanovodikom, paradiklorbenzenom, naftalom, kamforom, heksakloretanom) koji ubijaju kukce, ličinke i jaja, ali ne sasvim sigurno; b) probavnim otrovima; anorganske soli — fluoridi i silikofluoridi — nisu dovoljno postoje u pranju, organski preparati — »Eulan« (Bayer) i »Mitin« (Geigy) — daju vrlo dobar uspjeh i vrlo su postojani; c) kontaktnim otrovima — piretrinom, DDT-om i sličnim preparatima — vrlo dobro i trajno; d) četkanjem, udaranjem i sunčanjem robe, nesigurno; e) nepropusnim pakovanjem. Probavnim otrovima, organskim preparatima, zaštićuje se vuna tako da se obrađuje u kiseloj ili neutralnoj kupci za bojenje, iz koje ih navlači kao i bojila. Eulan FL je trifenilmetanski spoj koji ima svojstvo kiselog bojila. Eulan NKF je fosfonjski halogenid, ima kationski karakter i prelazi na vunu na običnoj temperaturi iz neutralne kupke. Mitin FF je supstituirani derivat karbamida i prelazi na vlakno u kiseloj kupci na povišenoj temperaturi. Ta se sredstva upotrebljavaju u količinama 1...3% od težine robe.

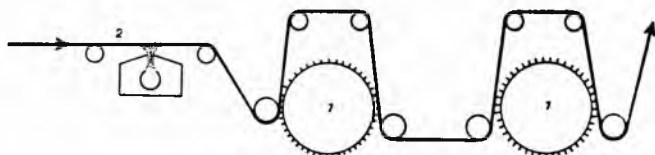
**Suha apretura vunenih tkanina** obuhvaća čupavljenje, šišanje, četkanje, glačanje. Vunene tkanine čupave se mokre na strojevima za čupavljenje s prirodnim čičcima namjesto grebena sa željeznim iglicama. Čičci su učvršćeni u okvire, a ovi na obodu bubnja koji se polagano okreće. Napeta tkanina dodiruje bubanj na jednom dijelu oboda, pa vrhovi čičaka razmršuju i podižu vlakanca iz površine tvoreći veće ili manje runo.



Sl. 32. Shema stroja za šišanje

**Šišanje** je uklanjanje površinskih vlakanaca i izjednačavanje površine runa čupavljenih tkanina rezanjem. Glatko se šišaju gabardini i serževi koji moraju imati sasvim čistu i glatku površinu, a također u manjoj mjeri sve tkanine od grebenane i od češljane vune. Stroj za šišanje (sl. 32) ima 3...5 valjaka 1 sa spiralno navučenom oštricom, koji se brzo okreću i režu uspravljene dlačice tkanine 2 što prelaze preko zaobljenoga čeličnoga brida 3 i uz oštricu noža 4.

**Četkanje** je izjednačivanje runa i čišćenje površine tkanine od slobodnih vlakanaca i od stranih tvari koje su se zamrsile u runu, podizanje vrhova vlakanaca prije šišanja i uklanjanje odrezanih vlakanaca poslije šišanja. Često se tkanine prije četkanja pare, da se ukloni sjaj od glačanja. Stroj za četkanje (sl. 33) ima dva bubnja

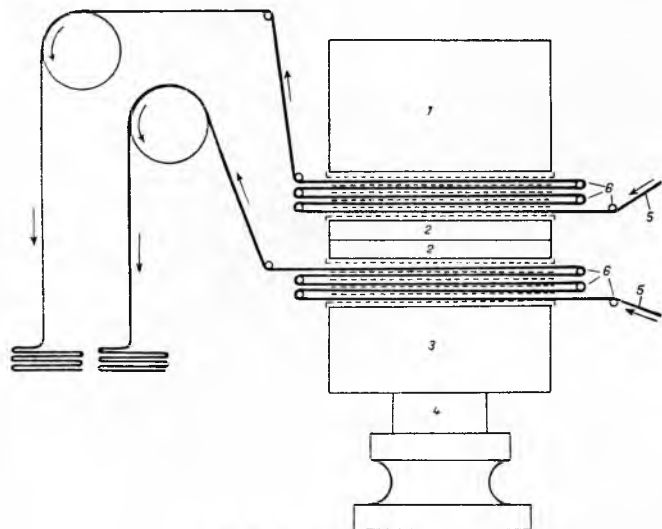


Sl. 33. Stroj za parenje i četkanje

sa četkama (1) koje odgovaraju određenim vrstama tkanina. Ispred stroja je postavljena naprava za vlaženje (2).

**Glačanje.** Sve glatko apretirane tkanine od grebenane i od češljane vune glačaju se pod pritiskom da postanu čvrste, pune i glatke; rjeđe se glačaju obične tkanine od grebenane vune. Glačanje tkanina od češljane vune pod pritiskom odgovara kalandriranju pamučnih i lanenih tkanina. Prije glačanja moraju tkanine biti dobro »kondicionirane«, tj. moraju imati potreban sadržaj

vlage. U hidrauličnoj *vertikalnoj preši* glača se odjednom čitav komad tkanine, složen u slojeve među kojima se nalaze električki grijani tlačni papiri od glaziranog kartona. Pritisak iznosi 30...50 kp/cm<sup>2</sup>, a tkanina se zagrijava u preši od 10 min do 3 sata. Nakon jednog prešanja tkanina se presloži tako da rubovi što su stršili iz preše dođu u sredinu. Automatska kontinuirana preša (sl. 34) ima čvrstu gornju ploču 1, središnju ploču 2 i pokretnu ploču 3. Sve se ploče mogu grijati. Klip 4 ispod pokretne ploče izvodi potreban pritisak. Tkanina 5 prolazi među pokretnim pločama s pomoću vodnih valjaka 6 i vraća se tako da nastane peterostruki sloj koji se istovremeno tiješti. Kad prestane pokret



Sl. 34. Preša za glačanje

tkanine primijeni se pritisak i takav se ciklus ponavlja 4 puta u minuti. *Okretna (žljebasta) preša* (njem. Muldenpresse) sastoji se od šupljega željeznog valjka grijanog parom, koji se okreće u parom grijanom žlijebu. Tkaninu vuče okretanje valjka, a pokretni žlijeb tlači na valjak sa 35...70 kp/cm<sup>2</sup>. Tkanina prolazi kroz prešu kontinuirano brzinom od 5...10 m/min. Zbog stanovitog istežanja ne prešaju se na ovom stroju najbolje tkanine.

LIT.: J. T. Marsh, An introduction to textile bleaching, London 1948. — J. T. Marsh, An introduction to textile finishing, London 1948. — L. Disserens, Neueste Fortschritte und Verfahren in der chemischen Technologie der Textilfasern, Basel 1949. — G. Melzer, Handbuch für die textile Na<sup>2</sup>veredlung, Berlin 1956. — Ф. И. Садов, М. В. Корчагин, А. И. Матецкий, Химическая технология волоконистых материалов, Москва 1958. — W. Bernard, Appretur der Textilien, Berlin 1960. M. Z.

**APSORPCIJA PLINOVA**, operacija kemijske tehnike kojom se iz plinovitih smjesa odvajaju pojedine sastojine na osnovu njihove topljivosti u tekućinama. Ta se operacija danas redovito provodi kontinuirano i u protustruji: plinovita smjesa vodi se ususret struji tekućine (otapala, *apsorbenta*) na takav način da je kontakt među njima što prisniji i da je dovoljnom razlikom između koncentracija topljive sastojine u objema fazama osiguran stalan prelaz te sastojine iz plinovite u tekuću fazu. Iz dobivene otopine često se apsorbirana sastojina istjera (*desorbira*) i otapalo regenerira (reaktivira) povišenjem temperature, smanjenjem pritiska i/ili stripovanjem inertnim plinom. *Stripovanje* predstavlja operaciju suprotnu apsorpciji: pri njoj struja inertnog plina prima topljivu sastojinu iz struje tekućine s kojom je dovedena u prisan dodir. Ponekad se desorpcija stripovanjem primjenjuje i kao samostalna operacija, nezavisna o apsorpciji.

Apsorpcija je jedna od najranije i najčešće upotrebljivanih operacija kemijske tehnike. Primjeri za njezinu primjenu jesu: pranje plinova radi uklanjanja onečišćenja u njima; rekuperacija hlapljivih otapala iz uzduha radnih prostorija; dobivanje anorganskih komponenata iz plinova koji nastaju kao glavni ili otpadni produkti mnogih industrijskih procesa, npr. klora iz otpadnih plinova kloriranja, dušičnih oksida iz plinova od oksidacije amonijaka, ugljičnog dioksida iz otpadnih plinova peći vapnenica i procesa vrienja; uklanjanje produkata iz cirkulacionih i konačnih plinova u organskim sintezama; degazolinaža zemnog plina; do-

bivanje produkata iz plinova koji nastaju krekovanjem i pri rafiniranju nafte. Primjeri za samostalnu desorpciju jesu: dobivanje amonijaka iz amonijačne vode i ovlaživanje uzduha.

Podlogu za projektiranje i proračun postrojenja za apsorpciju predstavljaju: a) podaci o ravnoteži između plina i otopine koji sadržavaju apsorbiranu sastojinu, b) podaci o brzini prelaza mase iz jedne faze u drugu kad one nisu u ravnoteži, c) podaci o otporu protiv strujanja fluida u postrojenju i d) termički podaci o apsorbiranoj supstanciji, apsorbtentu i otopini jedne u drugom. Podaci pod a) omogućavaju izbor najpogodnijeg apsorbenta i izračunavanje količine otapala potrebne za apsorbiranje određene količine plina, s pomoću podataka pod b) izračunavaju se dimenzije aparature, s pomoću podataka pod c) potrebna snaga za pokretanje fluida kroz aparaturu, a s pomoću podataka pod d) količina topline potrebna za regeneraciju apsorbenta.

#### RAVNOTEŽA APSORPCIJE

U idealnom slučaju možemo smatrati: da se u apsorbtentu otapaju isključivo one sastojine plinske smjese koje želimo iz nje ukloniti, dok su ostale sastojine prema apsorbtentu inertne; da je apsorbtent potpuno nehlapljiv, tj. da je njegova koncentracija u plinovitoj fazi jednaka nuli; da na topljivost pojedine sastojine plinske smjese nema utjecaja prisutnost ostalih sastojina. U tom slučaju (koji je u praksi samo približno realiziran) ravnoteža je apsorpcije određena podacima o ravnoteži između pojedinih topljivih sastojina i apsorbenta.

Pri apsorpciji plinova i para može se razlikovati *fizičko otapanje* plina u tekućini (npr. otapanje kisika u vodi) i *otapanje uz kemijsku reakciju* (npr. otapanje ugljičnog dioksida u lužini). Fizička je otopina *idealna* kad između molekula otapala i molekula otopljene tvari djeluju samo čisto fizičke (van der Waalsove) sile, u neidealnoj fizičkoj otopini među tim molekulama djeluju slabe kemijske sile koje uzrokuju npr. agregacije; pri otapanju uz kemijsku reakciju veza između apsorbenta i apsorbirane tvari prvenstveno je ostvarena kemijskim silama.

**Fizičko otapanje plina.** Kao što za svaku čistu tekućinu postoji na određenoj temperaturi određeni napon (pritisak) para pod kojim se isto toliko pare kondenzira koliko se tekućine ispari, tako i za svaku otopinu nekog plina postoji na određenoj temperaturi i za određenu koncentraciju otopine određeni ravnotežni parcijalni pritisak plina nad otopinom, pod kojim se isto toliko plina otapa koliko ga iz otopine izlazi. Kad je taj ravnotežni parcijalni pritisak malen, kaže se da je plin lako topljiv u tekućini; kad je velik, kaže se da je plin u tekućini slabo topljiv. Nalazi li se neki plin u kontaktu s tekućinom koja ga može otopiti, on prelazi u otopinu dok mu se parcijalni pritisak iznad tekućine ne smanji a koncentracija u otopini ne poveća toliko da se uspostavi ravnoteža, tj. toliko da parcijalni pritisak nad otopinom odgovara ravnotežnom pritisku za postignutu koncentraciju na datoj temperaturi. Ako je parcijalni pritisak iznad otopine manji od ravnotežnog za datu koncentraciju plina, plin će izlaziti iz otopine dok mu se parcijalni pritisak nad otopinom ne poveća a koncentracija u otopini ne smanji toliko da se uspostavi ravnoteža.

Ti se odnosi faznih ravnoteža prikazuju redovito *izotermama apsorpcije*, tj. linijama koje prikazuju kako, na određenoj stalnoj temperaturi, parcijalni pritisak plina u ravnoteži s otopinom zavisi o koncentraciji otopine, odnosno — budući da uz dani ukupni pritisak parcijalni pritisak pojedine sastojine određuje njezinu koncentraciju u plinovitoj fazi — kolike su koncentracije dotične tvari u plinovitoj i u tekućoj fazi kad se uspostavi ravnoteža među njima.

Koncentracije je pri tom za različita izračunavanja pogodno izraziti na različite načine. Odnosi ravnoteže često su prikazani jednostavnim zakonima kad se kao mjera koncentracije upotrebljava molni udio (molni razlomak), tj. omjer između broja molova promatrane sastojine i ukupnog broja molova u smjesi (molovi otopljene tvari pro mol otopine). Pri izračunavanju u vezi s promjenama koncentracije koje se zbivaju u toku operacije otapanja korisno je prikazati koncentraciju u jedinicama mase na jedinicu mase otapala (a ne otopine), jer se u tom slučaju količina apsorbirane ili desorbirane tvari izračunava jednostavno kao razlika tako izraženih koncentracija prije i poslije operacije. Za idealne plinove molni je udio po Daltonovu zakonu jednak udjelu parcijalnog pritiska na ukupnom pritisku i udjelu parcijalnog volumena na ukupnom volumenu plina.

Kad je otopina plina u tekućini idealna, vrijedi na temperaturama ispod kritične temperature otopljenog plina (koji se u tom slučaju naziva parom) *Raoultov zakon*, po kojemu ravnotežni