Lei 12,30

ISBN 973-30-0319-0

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI – 1989

UTILAJUL ȘI TEHNOLOGIA FINISĂRII PRODUSELOR TEXTILE

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

Utilajul și tehnologia finisării produselor textile

Manual pentru clasa a XI-a
licee industriale cu profil
de industrie ușoară
și școli profesionale

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Ing. E. BUCURENCI ● Ing. I. BUCURENCI
prof. gr. I

BIBLIOTECA PERSONALĂ
SILAGHI MARIUS CĂLIN
Nr. 1022
Baia Mare

Utilajul și tehnologia finisării produselor textile

**Manual pentru clasa a XI-a,
licee industriale cu profil de industrie ușoară
(meseria finisor în tehnologii textile)
și școli profesionale**

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI

Manualul este reeditare a ediției 1978, revizuită conform programei școlare elaborate de Ministerul Educației și Învățământului cu nr. 39 438/1980. Textele notate cu o linie dreaptă în partea stîngă a paginii nu se adresează școlilor profesionale.

Referent : Ing. **CONSTANTIN VODĂ,** profesor

ISBN 973-30-0319-0

Redactor : Ing. FELICIA BALASAN
Tehnoredactor : PARASCHIVA GAȘPAR
Coperta : OVIDIU MAGHERAN

PARTEA ÎNTÎI

PREGĂTIREA MATERIALELOR TEXTILE

Capitolul 1

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

1.1.1. ROLUL ȘI SARCINILE INDUSTRIEI TEXTILE ȘI ALE SECTORULUI DE FINISARE

Din cele mai vechi timpuri, industria textilă a avut un rol important în ceea ce privește asigurarea omului cu obiecte de îmbrăcăminte și cu diferite materiale necesare amenajării locuințelor (perdele, draperii, covoare, stofe de mobilă, fețe de masă, prosoape, lenjerie de pat etc.). În prezent, pe lîngă acestea, ea asigură diferitele ramuri ale industriei cu articole tehnice, cum sînt : filtre, curele de transmisie, garnituri pentru industria chimică, site, ambalaje, plase de pescuit, frînghii pentru industria alimentară, materiale de tapițerie, stofe de mobilă și materiale izolatoare pentru industria autoturismelor și a altor mijloace de transport ; haine de protecție pentru muncitorii din toate ramurile economiei naționale etc.

Toate produsele menționate se obțin fie prin procese complexe de prelucrare a fibrelor și a firelor naturale, fie pe cale chimică, trecînd, de la caz la caz, prin operații de filare, țesere, tricotare, confecționare, finisare sau transformîndu-le în textile nețesute.

În prezent, cînd întregul popor este angajat în realizarea politicii generale a partidului de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate, avînd ca țel suprem ridicarea continuă a bunăstării materiale și spirituale a întregului popor, sporirea gradului de civilizație a vieții întregii societăți, o preocupare de prim ordin o constituie dezvoltarea și modernizarea industriei bunurilor de consum, deci și a industriei de textile și de confecții, care va trebui să satisfacă în mod optim necesitățile reale, raționale și de consum ale întregii populații.

Industria textilă dispune în prezent pe întreg teritoriul țării de o bază materială care poate să răspundă cerințelor etapei actuale.

Sectorului finisaj îi revine sarcina să confere materialelor venite din filatură sau țesătorie, tricotaje sau nețesute. toate însușirile necesare pentru a putea fi folosite (însușiri noi sau care pe parcursul operațiilor au fost diminuate sau pierdute). De aceea, sectorul finisaj cuprinde un ansamblu de operații fizico-chimice și mecanice care se pot grupa în : operații de curățire care se fac în secțiile de pregătire ; operații de colorare ce se fac în secțiile

de vopsit și imprimat și operații de apretare și finisare finală, care se fac în secțiile de apretură.

Folosind tehnica modernă, sectorului finisaj îi revine sarcina de a aplica cele mai potrivite tehnologii în scopul realizării unor produse frumoase, de bună calitate, rezistente, ieftine, variate și ușor de întreținut.

Folosirea pe scară largă a unei game variate de fibre chimice impune și folosirea unor noi procese tehnologice de finisare. În domeniul fibrelor poliamidice (relon), poliesterice (terom), poliacrilonitrilice (melana) s-au fabricat noi tipuri cu calități deosebite, care influențează și modul de finisare (vopsire, termofixare etc.). De aceea, lucrătorului finisor i se cere receptivitate deosebită la tot ceea ce este nou, pregătire profesională complexă și calificare înaltă.

1.1.2. ROLUL UTILAJELOR LA ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII PRODUSELOR. NECESITATEA CUNOAȘTERII ȘI A EXPLOATĂRII RAȚIONALE A UTILAJULUI

În finisarea produselor textile un rol important îl au procesele fizico-chimice care au loc prin albitorie, vopsitorie, imprimerie și apretură. Pentru obținerea efectelor urmărite este necesar să se cunoască structura și calitatea fibrelor textile, a coloranților, a produselor auxiliare, iar în funcție de acestea să se stabilească și să se folosească tehnologii de finisare cît mai eficiente. Odată stabilite tehnologiile, rezultatele obținute în finisaj depind de respectarea parametrilor tehnologici, iar aceasta se face de către muncitor, la utilajele cu comandă manuală, sau automat, prin comandă-program în cazul utilajelor noi.

Pentru îmbunătățirea calității și creșterea productivității se folosesc, acolo unde este posibil, procese tehnologice continue sau discontinue pe utilaje automatizate cu comandă-program.

Pentru ca o mașină să dea maximum de randament, obținînd o producție mărită și de cea mai bună calitate, trebuie perfect cunoscută și întreținută în așa fel încît să-și păstreze capacitatea și posibilitatea de lucru pentru care a fost realizat.

Rezultatele obținute în finisaj depind de respectarea parametrilor tehnologici stabiliți, iar acest lucru, în cea mai mare măsură, de calitatea utilajului.

În prezent, utilajele pentru finisare au un înalt grad de mecanizare și automatizare, astfel încît finisorul are posibilitatea și trebuie să obțină efectele scontate prin folosirea rațională a acestora.

În realizarea sarcinilor ce revin sectorului de finisare intervin mai mulți factori, și anume factori de natură chimică, de natură fizică și de natură mecanică.

Pentru cunoașterea și folosirea factorilor de natură fizico-chimică se cer cunoștințe de fizică și chimie în general și de tehnologie chimică în special.

Pentru stăpînirea factorilor fizico-mecanici care intervin în procesul tehnologic de finisare este necesară cunoașterea principiilor constructive, de funcționare, exploatare și întreținere a utilajului din finisare.

Capitolul 2

TEHNOLOGIA ȘI UTILAJUL PENTRU PREGĂTIREA MATERIALELOR TEXTILE

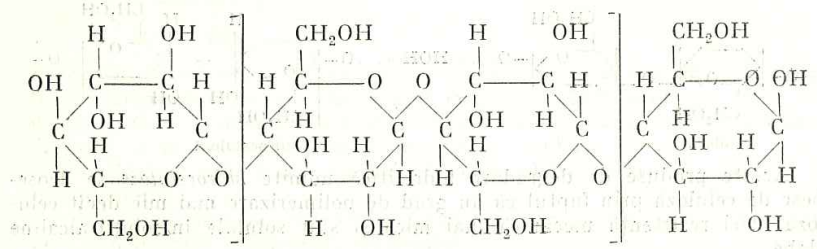
2.1. PREGĂTIREA ȘI ALBIREA MATERIALELOR TEXTILE DIN BUMBAC

2.1.1. COMPORTAREA MATERIALELOR DIN BUMBAC ÎN OPERAȚIILE DE FINISARE

Pentru a putea înțelege comportarea materialelor din bumbac în operațiile de finisare, este necesar să se cunoască structura chimică a fibrei de bumbac, modul cum reacționează cu diferiții agenți chimici, modul cum răspunde la solicitările mecanice la care este supusă.

Bumbacul este o fibră celulozică cu un conținut de 90—96% celuloză. Pe lîngă celuloză, fibra mai conține ceruri 0,3—0,6%; substanțe azotoase sub formă de resturi protoplasmatice 0,5—0,7%; substanțe pectice 1%; substanțe minerale 0,6—1,2% și coloranți (pigmenți naturali), sub denumirea de însoțitori ai celulozei. Proprietățile fibrei vor fi dictate însă de cele ale celulozei.

Celuloza $(C_6H_{10}O_5)n$ este o substanță macromoleculară filiformă, cu grad mediu de polimerizare 3000. Este formată din resturi de dextroglucoză $(C_6H_{12}O_5)$ cu ciclu piranozic, unite β-glicozidic în pozițiile 1—4, prin atomi de oxigen, deci rotite unul față de celălalt cu 180°. Fiecare rest de glucoză dispune de cîte 3 grupări hidroxilice (o grupare hidroxilică primară și 2 grupări secundare), cu excepția resturilor de glucoză de la capetele lanțului macromolecular, care au 4 grupe hidroxilice, după cum se vede în formula de structură de mai jos;



celuloză

De reținut este faptul că macromolecula celulozei se rupe relativ ușor, rezultînd produși cu grad de polimerizare diferit. Ruperea macromoleculei se poate produce chiar numai prin mijloace mecanice dar mult mai ușor prin mijloace chimice, după cum se va vedea în continuare.

Celuloza are rezistența mecanică mare, datorită atît lungimii macromoleculelor, cît și procentului mare de 50% de zone orientate (cristaline), unde lanțurile macromoleculare sînt paralele. În aceste zone acționează un număr mare de legături de hidrogen, distanța dintre lanțurile vecine fiind mică 2,6—5 Å (1 Å = 10^{-8} cm).

În zonele neorientate (amorfe), distanțele dintre lanțurile macromoleculare depășesc 10 Å și legăturile de hidrogen sau alte forțe de atracție intermoleculare nu mai pot acționa.

Rezistențele mai mici ale fibrelor celulozice artificiale sau a celulozelor degradate se pot explica atît prin gradul de polimerizare mai mic, cît și prin orientarea mai redusă.

La celuloza din bumbac se observă așezarea microfibrilelor în spirală față de axa fibrei, grupate în lamele concentrice, avînd între ele spații mai mari de 50 Å, numite microcapilare.

Microfibrilele formează peretele celulozic al fibrei alcătuit dintr-un perete primar (exterior), puțin orientat, cu multe ceruri, substanțe pectice și minerale, cu rol protector și peretele secundar (interior) format din macromolecule mai orientate așezate în trei straturi, cel mai orientat fiind cel mijlociu. În interiorul fibrei se găsește lumenul care reprezintă circa 1/3 din diametrul fibrei.

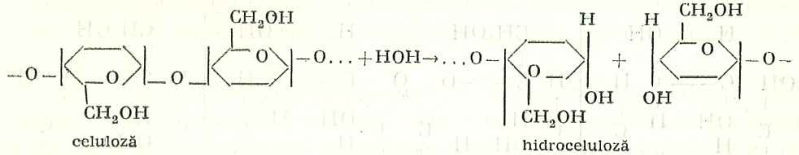
Celuloza este insolubilă în apă, cu toate că în molecula sa există un număr mare de grupări hidroxilice și atomi de oxigen cu funcții de eter între resturile de glucoză. Explicația o dă prezența numeroaselor legături de hidrogen, în zonele orientate, unde apa nu poate pătrunde.

Apa produce doar o îmbibare limitată, îndeosebi în zonele amorfe ale fibrei, îmbibare care în condiții normale de umiditate a aerului reprezintă 7—8% din greutatea fibrei, iar în mediu saturat de vapori de apă, de 22—24%, ceea ce conferă fibrei dreptul de a fi considerată higroscopică.

În stare umedă sarcina de rupere și elasticitatea cresc față de starea uscată. Rezistența este 100—110% față de fibra uscată, iar alungirea la rupere crește de la 6—10% în stare uscată, la 7—12%. Solventul celulozei este reactivul Schweizer, denumit și Cuproxam $[Cu(NH_3)_4](OH_2)$.

— *Comportarea față de acizi.* La concentrații de 2—4 g/l, acizii minerali, acționînd un timp scurt, la rece, nu degradează fibra.

La concentrații mai mari, temperaturi ridicate și durată prelungită are loc o hidroliză a legăturilor glucozidice după reacția :



Aceste produse de degradare hidrolitică numite *hidroceluloze* se deosebesc de celuloză prin faptul că au grad de polimerizare mai mic decît celuloza, deci rezistență mecanică mai mică și sînt solubile în soluții alcaline slabe.

Sub acțiunea acidului sulfuric la cald un timp îndelungat, bumbacul se dizolvă.

Acizii organici folosiți (acid formic, acid acetic) nu degradează bumbacul.

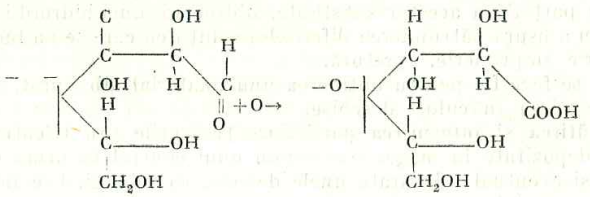
— *Comportarea față de alcalii.* În concentrații mici și în absența aerului, substanțele alcaline nu atacă bumbacul. Prezența oxigenului din aer duce la o degradare oxidativă cu ruperea lanțului macromolecular al celulozei. În concentrații de peste 10% are loc formarea *alcalicelulozei*, iar grupările —OH sînt sodate parțial sau total

$$\underset{\text{celuloză}}{Cel-(OH)_3} + 3\,NaOH \rightleftarrows \underset{\text{alcaliceluloză}}{Cel(ONa_3)} + 3\,H_2O$$

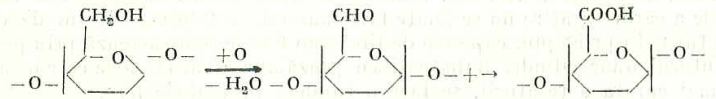
Prin tratare cu apă caldă, alcaliceluloza se transformă în hidrat de celuloză, care se deosebește de celuloza inițială doar prin faptul că resturile de

glucoză se rotesc cu încă 90°. Practic, prin tratare cu alcalii (mercerizare), fibra de bumbac se umflă, devine mai lucioasă (secțiunea devine circulară), are o afinitate sporită față de coloranți, este mai reactivă și are rezistență superioară.

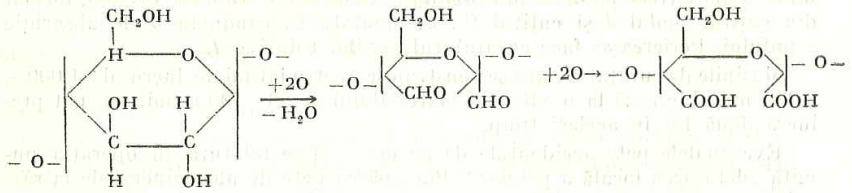
— *Comportarea față de oxidanți și reducători.* Celuloza este sensibilă față de substanțele oxidante. În funcție de condițiile de lucru se vor oxida treptat grupele aldehidice de la capătul lanțului macromolecular :



apoi grupările hidroxilice primare trec în aldehide și acizi.



În continuare, grupările hidroxilice secundare duc la ruperea ciclului.



Produsele de degradare ale celulozei se numesc, în acest caz, *oxiceluloze* și pot fi reducătoare (oxidarea s-a făcut pînă la grupări aldehidice) sau acide (oxidarea s-a făcut în mare parte pînă la acizi). Oxiceluloza are rezistența scăzută, datorită și procesului de depolimerizare a celulozei.

Substanțele reducătoare nu degradează bumbacul dacă se lucrează în mediu alcalin.

Bumbacul are, în general, o bună rezistență la lumină, dar o expunere îndelungată degradează materialul.

Bacteriile la cald și umiditatea mare degradează bumbacul mai ales în prezența apreturilor ce conțin amidon.

Sub acțiunea temperaturii pînă la 140°C, un timp scurt bumbacul rezistă; la o durată prelungită, însă, i se reduce capacitatea de umflare și de vopsire.

Datorită caracteristicilor sale, bumbacul poate fi folosit singur sau în amestec cu alte fibre, pentru o gamă foarte largă de produse țesute sau tricotate.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este structura chimică a celulozei ?
2. Cînd are loc degradarea hidrolitică a celulozei :
   a) în prezența acizilor ; *b)* a alcaliilor ; *c)* a substanțelor oxidante ?
3. Care sînt formele de degradare a celulozei ?

2.1.2. PÎRLIREA MATERIALELOR DIN BUMBAC

a. **Necesitatea pregătirii şi albirii materialelor din bumbac.** Bumbacul natural se îmbibă greu cu apă, datorită cerurilor conţinute în peretele primar. Pe de altă parte, accesul apei este îngreuiat şi de apropierea fibrelor prin filare, răsucire, ţesere, la care se adaugă şi produsele de încleiere (amidon, grăsimi). Operaţiile de pregătire (pîrlire, descleiere, curăţire alcalină) au ca scop înlăturarea parţială a acestor substanţe, obţinerea unei hidrofilii mai avansate, pentru a uşura pătrunderea diferitelor soluţii cu care se va lucra ulterior în vopsitorie, imprimerie, apretură.

Albirea se face fie pentru obţinerea unui material alb curat, fie pentru a uşura vopsirea în culori deschise.

b. **Pregătirea şi întocmirea partizilor.** Ţesăturile sau tricoturile recepţionate şi depozitate în magazii se supun unui control în urma căruia sînt semnalate şi eventual înlăturate unele defecte, ca : dungi, fire întinse, rupturi mici la capetele ţesăturii sau tricotului (care trebuie cusute), scoaterea nodurilor, a capetelor de fibre, înlăturarea unor resturi metalice etc. La ţesăturile a căror curăţire nu se poate face manual, se folosesc maşini de curăţat şi tuns. În principiu, capetele de fibre sau fire se îndepărtează prin periere cu ajutorul unor cilindri îmbrăcaţi cu pînză abrazivă. Dacă se cere o suprafaţă mai curată a ţesăturii, se face o tundere pe ambele feţe.

La dispozitivul de tuns din figura 1, ţesătura susţinută de plăcile *5* ale mesei suport trece pe deasupra organului de tundere (tundere de sus), format din cuţitul mobil *1* şi cuţitul fix *2*, montate în conducta *3* de absorbţie a pufului. Perierea se face cu ajutorul periilor rotative *4*.

Maşinile de curăţat şi tuns se construiesc pentru lăţimi de lucru de 1 000—3 000 mm, lucrează la o viteză a materialului de 50—100 m/min şi pot prelucra două foi în acelaşi timp.

Eventualele pete accidentale de pe material se înlătură în operaţia numită „detaşarea locală a petelor". Pot apărea pete de ulei mineral de la războaie sau maşini de tricotat, pete de rugină etc. Petele de ulei se scot înaintea operaţiilor următoare care le-ar accentua ; se folosesc solvenţi organici, cum sînt : triclor sau percloretilenă şi detergenţi (Aldetal, Romopal LN), prin tamponare locală.

Urmează apoi operaţia de „marcare şi coasere", care constă în gruparea ţesăturilor pe partizi şi marcarea lor la capete, indicînd-se numărul lotului, numărul partizii, numărul bucăţii etc. O partidă va cuprinde materiale cu aceeaşi lăţime, de aceeaşi calitate, care vor fi supuse aceloraşi operaţii.

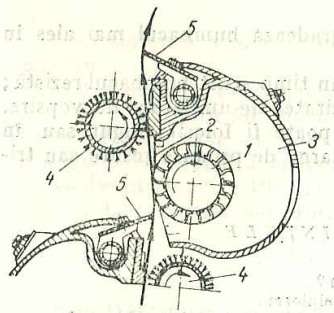


Fig. 1. Dispozitiv de tuns.

Bucăţile se cos cap la cap, cu maşini de cusut speciale. Cusătura zigzag sau obişnuită se face pe firul de bătătură şi are posibilitatea de a se deşira la terminarea operaţiilor.

Marcarea se face cu soluţii de celuloid în acetonă şi adaos de pigment colorat galben, sau cu soluţii de cauciuc clorurat 45 p (părţi) în toluen şi tetraclorură de carbon 100 p cu 4 p pigment galben ; sau cu o soluţie care conţine 4 p ulei mineral, 8 p ulei de terebentină şi o parte negru de fum.

c. **Pîrlirea ţesăturilor. Utilajul folosit.** Ţesăturile din fire celulozice 100% sau în amestec au pe suprafaţa lor capete de fibre care dau un aspect neplăcut şi desene cu conture neclare după imprimare. Capetele de fibre se înlătură prin ardere cu ajutorul maşinilor de pîrlit. Maşinile de pîrlit sînt de două feluri : maşini de pîrlit cu suprafeţe încălzite şi maşini de pîrlit cu flacără.

Maşinile de pîrlit cu suprafeţe încălzite pot fi :

— *Maşini de pîrlit cu plăci* la care ţesătura atinge tangent suprafaţa unor plăci metalice din fontă sau cupru, încălzite la 900—950°C, prin arderea unui combustibil lichid sau gazos.

— *Maşini de pîrlit cu cilindri.* În aceste maşini, ţesătura trece cu viteză peste cilindrii încălziţi cu flacără sau electric.

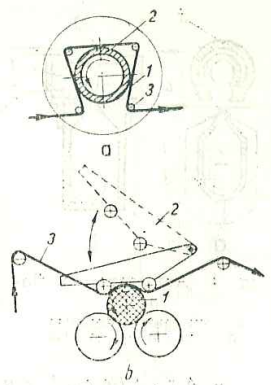


Fig. 2. Maşini de pîrlit cu cilindri :
a — cu cilindru încălzit cu flacără ; *b* — cu cilindru încălzit electric.

La maşinile de pîrlit cu cilindri încălziţi cu flacără (fig. 2, *a*) ţesătura *1* trece cu viteza de 80—110 m/min peste cilindrul din cupru sau fontă *2*, încălzit la 850—900°C şi care se roteşte cu 3—6 rot/min în sens invers mişcării ţesăturii. Încălzirea se realizează cu gaze de ardere, care trec prin interiorul cilindrului căptuşit cu material refractar şi sînt evacuate la coşul de fum. Zona de contact se reglează cu ajutorul rolelor conducătoare *3*. Maşinile au randament termic scăzut şi se folosesc pentru pîrlirea ţesăturilor la care este necesară o curăţire de suprafaţă (catifele, satinuri.)

La maşinile de pîrlit din figura 2, *b*, cilindrul *1* este încălzit electric. La oprirea cilindrului, conducătorul *2* al ţesăturii *3* se ridică automat, pentru a evita arderea acesteia. Pentru o ţesătură cu lăţimea de 1 000 mm sînt necesari pentru încălzire 25 kW.

Maşini de pîrlit cu flacără (fig. 3). În această maşină, ţesătura *1* trece cu viteza de 50—180 m/min deasupra unor flăcări realizate prin arderea unui combustibil în arzătoarele cu fantă *2*. Pîrlirea se poate face pe o parte sau pe ambele părţi ale ţesăturii, iar la ieşire aceasta trece prin dispozitivul *3* de stingere a scînteilor şi este depusă în falduri.

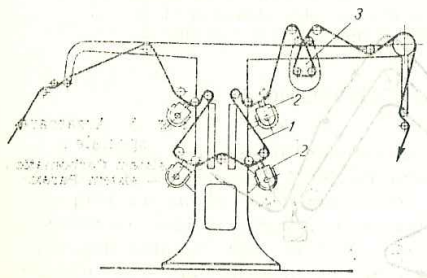


Fig. 3. Maşină de pîrlit cu flacără.

— *Arzătoare cu flacără.* După modul cum flacăra ajunge pe suprafaţa materialului textil, se deosebesc arzătoare cu cameră de ardere deschisă, închisă şi arzătoare speciale.

— *Arzătorul cu cameră de ardere deschisă* (fig. 4, *a*) este format din camera de fontă *1*, care are la partea superioară, pe toată lungimea, o fantă *2* de 0,5—1 mm, prin care iese flacăra rezultată din arderea unui amestec carburant adus prin conducta per-

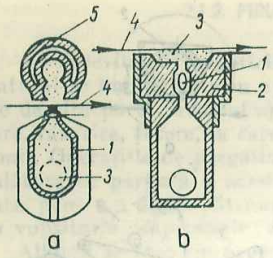


Fig. 4. Arzătoare cu flacără :
a — cu cameră deschisă ;
b — cu cameră închisă.

forată *3*. Flacăra are înălțimea de 40—50 mm și este de culoare albastră-violetă argintie, avînd în interior un miez verde-albăstrui lipit de arzător. Se reglează prin dozarea amestecului de aer combustibil, ținînd seama că un exces de combustibil dă o flacără galbenă cu fum, din cauza arderii incomplete, iar la exces de aer, flacăra face zgomot și se desprinde de arzător. Cînd țesătura este mai îngustă decît lungimea fantei arzătorului, fanta se acoperă cu plăci rezistente la foc sau cu șubere metalice.

Pentru a obține o pîrlire în adîncimea țesăturii, la unele mașini flacăra este aspirată prin țesătura *4* într-o hotă *5* cu pereți dubli răciți cu apă, montată deasupra arzătorului.

— *Arzătorul cu cameră de ardere închisă* (fig. 4, *b*). Amestecul carburant bogat în aer arde în camera de combustie *1*, încălzește plăcile ceramice *2*, iar gazele de ardere și aerul încălzit trec în camera *3*, unde se produce arderea fibrelor. Țesătura *4* este încălzită și prin radiațiile infraroșii emise de plăcile ceramice. Prin aceasta viteza de lucru crește, iar consumul specific de gaz scade cu 50—80%.

— *Arzătoare speciale.* Pentru îmbunătățirea efectului de pîrlire se construiesc și alte tipuri de arzătoare.

La arzătorul din figura 5, *a*, flacăra arzătorului *1* încălzește placa ceramică *2* și produce arderea fibrelor din țesătura *6* în zona *4*. Încălzirea preliminară a țesăturii se face cu radiații infraroșii emise de placa ceramică în zona *3*, iar arderea continuă și în zona *5*. Temperatura poate ajunge la 1 400°C, iar viteza la 350 m/min.

La arzătorul din figura 5, *b*, flacăra *1* pătrunde între două foi de țesătură, cade tangențial pe suprafața țesăturii *2* și realizează o curățire perfectă (ardere) a suprafeței.

— *Agregate de pîrlit-descleiat.* Aceste agregate realizează în proces continuu pîrlirea, îmbibarea materialului în soluția de descleiere într-o cadă cu role și depunerea în bazine cu ajutorul unor depunătoare.

Pierderile în greutate admise sînt de 0,5% la pîrlirea pe o singură parte și 1% la pîrlirea pe ambele părți.

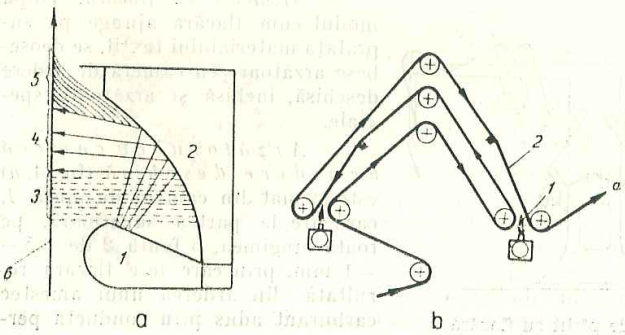


Fig. 5. Arzătoare speciale :
a — sistem Carbomatic ;
b — sistem Parex.

Măsurile de tehnică a securității și protecție a muncii impun așezarea mașinilor de pîrlit în camere separate și bine ventilate.

d. **Defecte de pîrlire și prevenirea lor.** În urma procesului de pîrlire pot avea loc o serie de defecte, ca : pete rezultate prin carbonizare locală ; pete de funingine ; degradări prin hidroliză și pîrlire neuniformă.

— Petele provenite din carbonizare locală se obțin cînd viteza de trecere a materialului este prea mică ; apar sub forma unor pete cafenii sau deschise (ce dispar la fierbere și albire) sau mai închise (foarte greu de înlăturat și care pot să se transforme în găuri în operațiile ulterioare).

— Petele de funingine se obțin atunci cînd flacăra, incorect reglată, este galbenă și fumegă. Aceste pete se înlătură foarte greu.

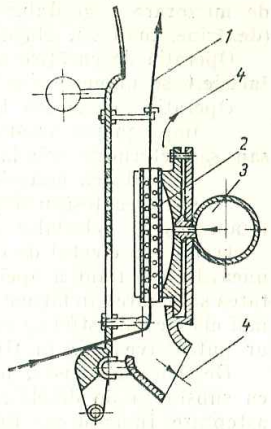


Fig. 6. Arzător pentru mașina de pîrlit fire.

— Degradarea prin hidroliză se produce la materialele pentru care la încleiere s-au folosit substanțe ca : clorură de zinc, sulfat de magneziu etc. care, prin încălzire, se descompun punînd în libertate acizi minerali ce hidrolizează celuloza. Pentru aceste materiale se recomandă pîrlirea numai după descleiere.

— Pîrlirea neuniformă este provocată de nerespectarea condițiilor de lucru (viteze necorespunzătoare, umezirea neuniformă a materialului, trecerea materialului cu cute, funcționarea necorectă a arzătoarelor). Această defecțiune va apărea vizibilă la vopsire, unde capetele de fibre neîndepărtate sînt vopsite mai intens.

e. **Pîrlirea firelor.** Se pîrlesc, în general, firele folosite pentru așa de cusut, fire pieptănate care se vor merceriza.

Mașinile de pîrlit fire sînt prevăzute cu arzătoare *2* (fig. 6) de forma unor țevi perforate în care se face arderea amestecului carburant trimis prin conducta *3*. Firul *1* se introduce în arzător printr-o fantă laterală, iar gazele de ardere sînt aspirate din tubul exterior *4*.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce metode se folosesc pentru marcarea materialelor din bumbac ?
2. În ce situație este necesară operația de pîrlire a țesăturilor de bumbac ?
3. Care sînt și cum se previn defectele de pîrlire ?

2.1.3. DESCLEIEREA ȚESĂTURILOR DIN BUMBAC

a. **Scopul și principiul descleierii.** Țesăturile crude din bumbac cu urzeli din fire unice conțin, pe lîngă impuritățile naturale ale fibrelor, 3—5% amidon provenit de la încleierea firelor înainte de țesere, și cantități mici de grăsime etc. Înlăturarea acestor produse de încleiere se face înainte de fierbere, în scopul reducerii duratei de fierbere, a măririi eficacității ei și a protejării fibrelor. Amidonul adsorbit de celuloză are o comportare diferită de cea a amidonului nativ, deoarece înlăturarea lui se face numai în urma unui proces

de micșorare a gradului de polimerizare, ajungîndu-se la produse solubile (dextrine, maltoză, glucoză), care se vor înlătura prin spălare.

Operația de curățire preliminară a amidonului și a celorlalte produse de încleiere se numește *descleiere*.

Operația se execută în trei faze :

— impregnarea țesăturii în soluția unei substanțe care să mijlocească sau să determine scindarea amidonului ;

— depozitarea materialului pentru a da timpul necesar reacției ;

— spălarea țesăturii pentru îndepărtarea produselor de scindare a amidonului și a celorlalte impurități solubile.

O dată cu efectul de curățire, prin umflarea fibrelor și a firelor prin acțiunea de lubrifiant a apei se elimină parțial tensiunile din fibre prin scurtarea și intrarea în lățime a materialului, iar țesătura capătă moliciune, devine mai elastică și astfel se evită formarea cutelor prin deformări mecanice, care ar putea avea loc în timpul depozitării în autoclavă.

Descleierea, constă, practic, în îmbibarea țesăturii imediat după pîrlire cu substanța de descleiere și depunerea sub formă de funie în bazine de așteptare. În acest caz, fulardul de impregnare este legat în agregat cu mașina de pîrlit. Depunerea țesăturii se face cu un depunător automat în bazine din beton căptușite cu plăci de faianță.

Cînd se lucrează în proces continuu, țesătura se depozitează sub formă de falduri în instalații *tip pipă pentru depozitarea și tratarea țesăturii în mers*. Pipele sînt izolate termic și prevăzute la intrare cu dispozitive de aburire. Depozitarea durează circa 20—40 min.

Se folosesc și instalații în care materialul trece în foaie lată. După depozitare urmează spălarea în scopul înlăturării amidonului scindat, spălare ce se efectuează pe mașini de spălat în funie.

b. **Metode de descleiere.** Scindarea amidonului se poate realiza chimic prin două metode, și anume, prin hidroliză și prin oxidare.

Scindarea prin hidroliză se face cu fermenți naturali, substanțe enzimatice sau acizi.

Scindarea prin oxidare folosește substanțe oxidante, ca : hipoclorit de sodiu, perborat de sodiu, persulfați etc.

— Descleierea prin fermentație naturală constă în îmbibarea țesăturii cu apă caldă la 50—60°C, depozitare 12—48 ore, timp în care are loc o scindare hidrolitică a amidonului de către fermenții naturali. Deoarece în timpul depozitării au loc diferite tipuri de fermentații (alcoolică, acetică, lactică, butirică), iar fermentarea butirică degradează fibrele, se recomandă limitarea duratei de depozitare. Fermentația este o reacție exotermă, dar temperatura care poate atinge 70°C nu prezintă pericol pentru materialul textil.

La descleierea cu soluții alcaline se folosește hidroxidul de sodiu sub forma unor soluții 2—4 g/l la 40—50°C în care se îmbibă țesătura, după care urmează o depozitare de numai 12—24 ore. Sub acțiunea hidroxidului de sodiu, amidonul se umflă și este mai ușor atacat de bacteriile din atmosferă.

— Descleierea cu substanțe enzimatice are avantajul că acestea au acțiune specifică (scindează numai amidonul și nu atacă celuloza). Substanțele enzimatice folosite industrial sînt amestecuri de amilaze cu săruri neutre, activatori și stabilizatori. Amilazele folosite pot fi vegetale (extrase din orz încolțit — cu denumirea comercială diastafor ș.a.), animale sau pancreatice (extrase din pancreas, denumite comercial ; amidosol, degoma, viveral) și bacteriale (extrase din culturi de mucegaiuri sau bacterii și denumite comercial : biolaze, superbiolaze etc.).

Regimul de lucru la descleiere cu amilaze se stabilește în funcție de enzima folosită. Factorii asupra cărora se acționează sînt : concentrația enzimei, temperatura, *p*H-ul și adaosul de activatori ($NaCl$, $CaCl_2$).

Din tabelul 1 se poate vedea care sînt condițiile optime de lucru pentru diferite amilaze.

Tabelul 1

Parametrii de lucru pentru diferite amilaze

Natura amilazei	Concentrația [g/l]	Temperatura [°C]	Durata [ore]	*p*H	Efectul adaosului NaCl
Amilaze vegetale	3—15	55— 65	3—12	5—7	nul
Amilaze animale	1— 4	50— 55	1— 3	6—8	pozitiv
Amilaze bacteriale	0,5— 1	80—100	0,5— 1	4—8	pozitiv

Prezența unor metale, ca : Ag, Cu, Zn, Fe, a săpunului, a apei oxigenate, a unor oxidanți, a compușilor ce conțin clor activ, a substanțelor tensioactive neionice, reduc acțiunea enzimelor. Substanțele tensioactive ionice în concentrații mai mici de 0,5% nu dăunează enzimei.

Controlul descleierii se face prin determinarea prezenței amidonului pe țesătură cu ajutorul unei soluții de iod în iodură de potasiu, care în prezența acestuia se colorează în albastru-violet.

Defectele de descleiere vor apărea în operațiile următoare (fierbere, vopsire etc.), sub forma unor pete brune sau vopsiri inegale.

Descleierea cu bromit de sodiu este o metodă de scindare nouă oxidativă. Materialul se îmbibă cu o soluție care conține bromit de sodiu ($NaBrO_2$) cu 1 g/l brom activ, la *p*H 10 și se depozitează la rece 15 min—2 ore. După impregnare este, de asemenea, eficace o tratare la fierbere de 20—30 s cu 5 g/l NaOH.

c. **Utilaje folosite pentru spălarea țesăturilor după descleiere.** Principiul aplicat la aceste mașini este acela de îmbibare-stoarcere sub formă de funie. Aceste mașini au un efect bun de spălare și producție mare însă prezintă pericolul formării de cute. Funia de țesătură trece prin mașină în spirală și este stoarsă la fiecare scoatere din cadă, unde se îmbibă în apa de spălare care circulă în contracurent.

Mașina de spălat cu cilindri rigizi (fig. 7) este formată din cada *1* din beton căptușită cu plăci de faianță sau din oțel inoxidabil și o pereche de cilindri storcători *2* cauciucați. Cilindrul superior are duritate mai mică, iar asupra lui se exercită o presiune pneumatică cu aer comprimat. Țesătura *3*, condusă de rolele *4*, stropită intens cu soluția de spălat, este depusă în cadă unde se îmbibă, trece prin grătarul desfăcător de

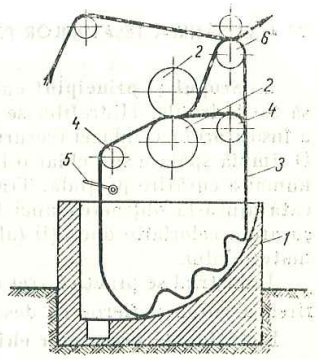


Fig. 7. Mașini de spălat în funie cu cilindri storcători rigizi.

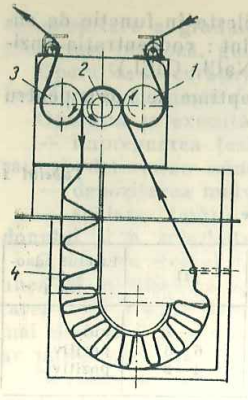


Fig. 8. Mașină de spălat în funie cu cilindri storcători elastici.

funii *5*, este stoarsă și depusă din nou în cadă, înconjurînd astfel cilindrii de 6—12 ori. La ieșire se execută o stoarcere suplimentară de către cilindrii *6*.

Pentru a se evita încurcarea funiilor și a se putea lucra cu viteze de 80—120 m/min, s-a făcut compartimentarea căzilor, iar soluția circulă în contracurent.

Grătarul oprește mașina la formarea unui nod și închide apa prin intermediul unui robinet cu comandă pneumatică.

Mașina de spălat cu cilindri elastici (fig. 8). În cada mașinii sînt șase pipe, în care funia de țesătură *4* este depusă în pliuri, prelungind astfel durata îmbibării. Cantitatea de țesătură depusă în pipă este de 30 kg, iar durata depozitării la viteza de 200 m/min este de 1 min.

Efectul de stoarcere este considerabil îmbunătățit, prin folosirea unui cilindru de stors *1* îmbrăcat în manșoane de cauciuc umflate cu aer la presiunea de 40—70 N/cm² (cilindru aeroflex). Fiecare funie de țesătură este stoarsă între manșon și cilindrul rigid cauciucat *2* cu presiune mare (30—60 N/cm²) dar manșonul se mulează pe funie și realizează o stoarcere uniformă și elastică fără aplatizarea materialului. La trecerea de noduri sau corpuri străine nu există pericolul degradării materialului, deoarece manșonul se deformează. La ieșirea din mașină, stoarcerea se realizează între cilindrul central *2* și cilindrul *3*.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. De ce este necesară operația de descleiere și care sînt principalele metode folosite ?
2. Care sînt parametrii ce asigură descleierea optimă la diferite tipuri de amilaze ?
3. Ce mașini de spălat sînt indicate pentru țesături de bumbac și tip bumbac ?

2.1.4. CURĂȚIREA ȚESĂTURILOR PRIN TRATARE ALCALINĂ LA TEMPERATURĂ RIDICATĂ

a. **Scopul și principiul curățirii.** Articolele fabricate din bumbac trebuie să fie hidrofile. Hidrofilia se obține prin înlăturarea în cea mai mare parte a însoțitorilor celulozei (ceruri, pectine, hemiceluloze, substanțe proteice etc.). O simplă spălare sau chiar o fierbere deschisă nu este suficientă, realizîndu-se numai o curățire parțială. Tratarea cu substanțe alcaline la temperatură ridicată ajută la obținerea unei bune capacități de udare, ușurează buna desfășurare a celorlalte operații (albire, vopsire, imprimare), îmbunătățește tușeul materialului.

Industrial se practică trei metode, și anume fierberea sub presiune, aburirea alcalină și fierberea deschisă.

b. **Influența proceselor chimice asupra fibrelor.** Întregul proces de curățire la temperatură ridicată este un ansamblu de reacții chimice care au loc între impuritățile ce urmează a fi înlăturate și substanțele alcaline și ajutătoare conținute în flota de curățire. În principiu, soluția conține : 10—15 g/l hidroxid de sodiu ; 3—4,5 g/l carbonat de sodiu ; 1—3 g/l bisulfit de sodiu ; 2—5 g/l substanțe tensioactive ; 10 g/l silicat de sodiu și agenți complexanți.

— Cerurile sînt, din punct de vedere chimic, esteri ai acizilor monocarboxilici superiori (grași) cu alcooli monohidroxilici superiori care mai conțin acizi și alcooli liberi. Cerurile din bumbac conțin $^1/_2$ esteri și acizi saponificabili și $^1/_2$ esteri și alcooli nesaponificabili. Sub acțiunea substanțelor alcaline și a temperaturii ridicate, componentele saponificabile se transformă în produse cu rol de emulgatori pentru componentele nesaponificabile. O înlăturare totală a cerurilor practic nu este posibilă — nici cu adaosuri speciale — de altfel nici nu este necesară, întrucît prezența unei mici cantități 0,22—0,3% de ceruri și grăsimi pe material îi dau un tușeu mai plin, mai plăcut.

— Substanțele pectice sînt hidrolizate și trec în acid galacturonic și alcool metilic. Hemicelulozele se dizolvă inițial în alcalii și apoi sînt scindate trecînd în produse inferioare care se înlătură mai ușor. Substanțele pectice și hemicelulozele sînt hidrolizate parțial la fierbere deschisă, dar la uscare produc o îngălbenire a materialului. Pot fi înlăturate parțial și fără fierbere, doar printr-o tratare într-o baie de acid acetic fierbinte, înainte sau după albire. Înlăturarea completă se face însă numai prin fierbere alcalină.

— Proteinele sînt hidrolizate, trecînd în aminoacizi solubili în alcalii sub formă de săruri de sodiu. Acestea formează soluții coloidale care emulsionează cerurile.

Produsele rezultate prin hidroliza proteinelor dau leșiilor de fierbere culoarea închisă și mirosul caracteristic. De reținut faptul că la temperaturi sub 70°C, aceste produse precipită putînd produce pete pe material, de aceea se impune înlăturarea lor înainte ca flota să se răcească sub 70°C.

Produsul românesc Fiertex, care se adaugă ca auxiliar la fierbere, este tot o proteină, respectiv cazeină degradată alcalin ; are rol de emulgator și coloid protector.

— Resturile de capsule, foi, se desfac la fierbere și se înlătură în operațiile ulterioare.

— Urmele de amidon rămase după descleiere sînt scindate hidrolitic pînă la maltoză și glucoză. Produsele de scindare ale amidonului și hemicelulozelor au caracter reducător și dau greutăți la fierberea materialelor cu fire vopsite.

Substanțele minerale se înlătură în proporție de 90—95%.

Influența asupra fibrelor se manifestă prin creșterea hidrofiliei, explicată prin reducerea conținutului de ceruri și grăsimi, înlăturarea substanțelor pectice (care în mod obișnuit sînt legate la grupele OH ale celulozei, sub formă de esteri), distrugerea peretelui exterior al fibrei și modificarea peretelui secundar cu îndepărtarea lanțurilor macromoleculare (datorită înlăturării substanțelor pectice).

Procesul de albire cu compuși clorurați se îmbunătățește nu numai prin hidrofilia fibrelor, ci și prin lipsa substanțelor albuminoide care ar fi format cloramine, substanțe ce se înlătură greu și degradează materialul. Se obține un grad de alb mai bun, tușeul materialului se îmbunătățește și are loc o contracție a firelor.

Prin curățire alcalină la fierbere în autoclavă are loc și o pierdere în greutate, care la materialele cu impurități reduse este de 5—7%, iar la materialele cu multe impurități poate fi 15%, ceea ce face ca rezistența specifică să scadă.

c. **Rolul adaosurilor.** Componentele flotei de curățire alcalină menționate au următoarele roluri :

— Hidroxidul de sodiu se adaugă în cantitate de 4% raportat la greutatea materialului sau 10—15 g/l ; 50% din cantitatea totală saponifică o parte din ceruri și acizi grași liberi, scindează substanțele pectice și albuminoide și neutralizează acizii formați în timpul fierberii (acid galacturonic, aminoacizi) ; 20% din cantitatea de hidroxid este absorbită de celuloză care se umflă puternic favorizînd spălarea. Restul creează *p*H-ul necesar menținerii în soluție a impurităților.

— Carbonatul de sodiu (20—30% din cantitatea de hidroxid) are același rol ca și hidroxidul, dar mai blînd.

— Substanțele reducătoare (sulfit acid de sodiu 1—3 g/l, sau pirosulfit) previn formarea oxicelulozei, consumînd oxigenul rămas în aerul din autoclavă și ajută la înlăturarea cojilor de semințe, ușurînd dizolvarea ligninei.

— Substanțele tensioactive (1—1,5% sau 1—5 g/l) au rolul de udare, curățire, emulsionare ; ajută la pătrunderea în fibre și la emulsionarea și înlăturarea cerurilor. Se aleg substanțele stabile la alcalii, cum sînt produsele românești Detersin D.B.S., alcooli grași sulfatați pastă (alchisulfatați) și alcooli grași sulfatați tip II (alchilsulfatați + alchilaril sulfonați) sau uleiuri puternic sulfatate.

— Silicatul de sodiu (10 g/l) împiedică formarea petelor de rugină, precipitînd eventualele săruri de fier din apă sub forma unor aglomerate coloidale de $Fe(OH)_3$ care nu se fixează de fibre. Cu apa dură formează silicați de calciu și magneziu, care absorb impuritățile din soluție nelăsîndu-le să se depună pe material ; reduce durata fierberii.

— Agenții complexanți (Calgon, Trilon B) previn efectele durității apei, formînd complecși solubili cu sărurile de calciu și magneziu. În plus, reacționează cu ionii de calciu și magneziu legați de substanțele colorate ale bumbacului, ajungînd la obținerea unui grad superior de alb.

d. **Autoclave de fiert. Regim de lucru.** Fierberea sub presiune se face în autoclave de fiert timp de 3—6 ore la temperatura de 120—130°C și o presiune 20—30 N/cm².

Instalația se compune din autoclava propriu-zisă, dispozitivele de încălzire și circulația soluției, și dispozitivele accesorii.

— *Autoclava* (fig. 9, *a*, *b*) este un cazan cilindric *1* construit din tole de oțel de 14—18 mm îmbinate prin sudură. La partea inferioară are un fund sferic concav, pe care se sprijină un grătar *2* din tablă de oțel 16—20 mm pe care se așază bolovani de silice sau bile de fontă spre a ușura circulația. La partea superioară are un gît conic, terminat în formă cilindrică, ce se închide cu un capac masiv *3* cu balama și buloane de fixare *4* rabatabile. Deschiderea se face cu ajutorul unui cablu acționat manual sau cu dispozitiv, acționate electric sau hidraulic.

În centrul autoclavei, montat axial, se află un tub *5*, lung de 1 m, format dintr-o țeavă perforată închisă la un cap și care are rolul de a îmbunătăți circulația soluției.

Capacitatea autoclavelor fabricate la noi este de 1 000—3 000 kg țesătură. Se lucrează la raportul de flotă 1 : 4. Pentru 1 000 kg, diametrul exterior este 2 100 mm, înălțimea părții cilindrice 2 400 mm, iar înălțimea totală 4 100 mm.

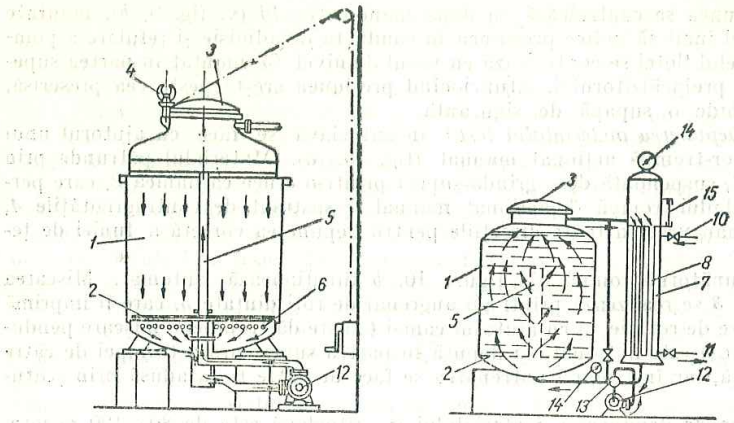


Fig. 9. Autoclave :
a — cu încălzire cu serpentină ; *b* — cu încălzire cu preîncălzitor.

— *Sistemele de încălzire a soluției.* Încălzirea leșiei se face cu ajutorul unei serpentine de abur *6*, așezată sub fundul dublu sau cu schimbător de căldură tubular *7*, numit preîncălzitor și montat în exteriorul autoclavei. Leșia circulă printr-un fascicul de țevi *8* cu d = 50 mm. Aburul de 60—70 N/cm² intră prin partea superioară a preîncălzitorului prin conducta *10*, iar apa de condensare se elimină la partea inferioară, prin conducta *11* și printr-o oală de condensare.

Preîncălzitorul este mai înalt decît autoclava, pentru a ușura eliminarea aerului — autoclava fiind tot timpul plină cu leșie — și a acumula aerul antrenat în timpul fierberii.

Consumul de abur este în medie de 1,8—2 kg/kg material uscat.

— *Instalația de circulație a leșiei.* Circulația leșiei se realizează cu ajutorul pompei centrifuge *12* (fig. 9), iar schimbarea de sens cu ajutorul robinetului *13* cu patru căi. Pompa are un debit de 20—30 l/s la turația de 900—1 000 rot/min.

Atunci cînd încălzirea se face cu serpentină așezată sub fundul dublu, se produc foarte des neregularități în circulația leșiei, deoarece prin ridicarea temperaturii, tensiunea de vapori a lichidului crește și depășind presiunea din conducta de aspirație se evaporă, iar pompa funcționează în gol. Vaporii antrenați se condensează în conducta de refulare, unde presiunea este mai mare, pompa se amorsează brusc și se produc șocuri, care pot distruge corpul și rotorul pompei. Apariția fenomenului numit de *cavitație* se recunoaște prin mersul neregulat al pompei și prin trosnituri. Prin folosirea preîncălzitorului montat deasupra conductei de refulare a pompei fenomenul se produce mai rar și este provocat de tasarea materialului.

— *Aparate de siguranță și control.* Controlul temperaturii se realizează cu un termometru montat pe conducta dintre preîncălzitor și cazan. Se folosesc termometre manometrice sau termografe, care reglează și înregistrează temperatura.

Presiunea se controlează cu două manometre *14* (v. fig. 9, *b*), montate în așa fel încît să indice presiunea în conducta de admisie și refulare a pompei. Nivelul flotei se controlează cu vasul de nivel *15*, montat în partea superioară a preîncălzitorului. Atunci cînd presiunea crește peste cea prescrisă, se deschide o supapă de siguranță.

— *Depunerea materialului textil* în autoclavă se face cu ajutorul unui depunător-trompă acționat manual (fig. 10, *a*). Materialul pătrunde prin pîlnia *1*, suspendată de o grindă-suport printr-o cruce cardanică *2*, care permite tubului-trompă *3*, acționat manual și susținut de contragreutățile *4*, să fie manevrat în toate direcțiile pentru depunerea corectă a funiei de țesătură.

Depunătorul-trompă din figura 10, *b* funcționează automat. Mișcarea trompei *3* se realizează printr-un angrenaj de roți dințate *5*, care îi imprimă o mișcare de rotație, și cu ajutorul camei *6*, care dă trompei o mișcare pendulară. Funia este antrenată și depusă în partea superioară a trompei de către vîrtelniță, iar în trompă antrenarea se face de către flota adusă prin știuțurile *7*.

Viteza de depunere a materialului în autoclavă este de 80—120 m/min. Densitatea de depunere este de 250—265 kg/m³ și se poate mări prin folosirea unei pompe ce face vid sub grătar.

— *Exploatarea autoclavelor.* Deși oțelul din care este confecționată autoclava rezistă la acțiunea alcaliilor, el nu rezistă la acțiunea agenților atmosferici. Pentru a evita apariția petelor de rugină pe material, autoclavele se spoiesc după ce în prealabil s-au curățat cu o perie de sîrmă. Se poate folosi o pastă preparată din 2 kg var stins în 10 l apă, care se răcește, se strecoară și se amestecă cu 20 de albușuri de ou ; se aplică în două straturi cu uscare după fiecare spoire.

Se mai spoiește de două ori cu lapte de ciment Portland și se usucă. Se tratează 20 min la fierbere cu o soluție ce conține 3 ml/silicat de sodiu 30° Bè, 0,2 ml/l hidroxid de sodiu 38°Bè, 0,1 g/l sulfat magneziu. Se clătește intens.

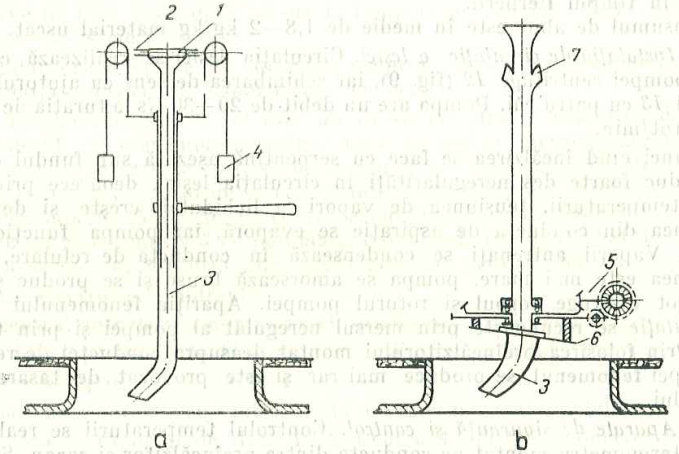


Fig. 10. Depunătoare-trompă :
a — manual ; *b* — automat.

Regimul de lucru la fierberea în autoclavă. Pe grătarul din fundul autoclavei se așază o pînză de protecție, se introduce țesătura cu ajutorul depunătorului și peste ea se așază traverse de susținere și o nouă pînză de protecție. Se dă drumul la leșie de jos în sus pînă ajunge la 30 cm deasupra grătarului. Se schimbă sensul de circulație al leșiei, se adaugă substanțele reducătoare și se închide capacul. Se evacuează complet aerul prin circulația soluției (pînă ce prin robinet a început să iasă leșie), aceasta durează, de obicei, 20—30 min, timp în care temperatura ajunge la 100°C. Începe apoi regimul normal de fierbere sub presiune timp de 6—8 ore, la temperatura 125—132°C și presiune 2,5—5,8 N/cm², cu schimbarea sensului de circulație a leșiei. În tot timpul fierberii se vor urmări: temperatura, presiunea, nivelul flotei. La sfîrșitul operației se închide aburul și se deschide robinetul de golire. Cînd scade presiunea, se deschide robinetul de aer și apoi capacul. După evacuarea leșiei se închide robinetul de golire și se umple autoclava cu apă caldă (minimum 70°C), se circulă 30 min pentru spălare, se schimbă apa de 2—3 ori și se clătește apoi cu apă rece. În continuare se trece materialul pe mașina de spălat în funie, unde se repetă spălarea cu apă caldă și rece. Dacă apa folosită are duritate mare, înainte de clătire se face o acidulare cu o soluție care conține 12—15 g/l HCl, după care se spală intens. Dacă apa are săruri de fier, se adaugă $NaHSO_3$ 0,5—1 g/l, astfel se obține la albire un grad de alb bun.

e. **Aburirea alcalină.** Se realizează în proces semicontinuu sau continuu, aceasta reprezentînd un avantaj față de fierbere în autoclavă.

Materialul se impregnează într-o soluție concentrată de NaOH (30—50 g/l), se stoarce și se aburește. Impregnarea se face în mașini de spălat sau în saturatoare. Aburirea se poate face în instalații speciale sub forma unor tuburi timp de 8—10 s, după care se depozitează în pipe izolate circa 60 min.

Se mai folosesc pipe cu circulația aburului în contracurent cu țesătura sau camere speciale în care țesătura circulă pe benzi transportoare. Parametrii ce condiționează modul de lucru sînt : temperatura, concentrația soluției de NaOH și durata (tab. 2).

Tabelul 2

Variația parametrilor de lucru la aburirea alcalină

Temperatura [°C]	Concentrația [ml/l Na OH 50%]	Durata minimă [min]
100	135—160	60—120
105	125—150	45
110	120—140	40
115	100—130	30

f. **Fierberea deschisă.** Se poate realiza în autoclavă, cadă cu vîrtelniță sau pe jigher. Înlăturarea impurităților nu se face complet ca la fierberea sub presiune, dar se poate continua la albire. Este suficient de eficace cînd este urmată de spălări la fierbere, săpuniri etc.

Se folosește pentru țesături de celofibră 100% și tricoturi cu fire de efect vopsite cu coloranți rezistenți la fierbere (coloranți de cadă selecționați, azoinsolubili etc.). Pentru a se evita totuși șîngerarea, datorită acțiunii reducătoare a resturilor de amidon sau a celulozei se înlocuiește NaOH

din flotă cu Na_2CO_3 și se adaugă 3—5 g/l oxidant NBS. În rest, flota conține aceleași adaose ca la fierberea în autoclavă. Pentru o mai bună umezire se adaugă agenți de udare rezistenți la alcalii (Romopal LN).

g. **Defecte de fierbere.** Acestea sînt numeroase și de diferite proveniențe :

— Pete de fierbere neomogenă, hidrofobe, îngălbenite, care dau neuniformitate la vopsire, imprimare și albire. Apar ca urmare a așezării neomogene a materialului în autoclavă și circulației neuniforme a soluției. Se remediază prin repetarea fierberii sau prin mercerizare.

— Pete de culoare brună, provocate de uscarea materialului neacoperit bine cu soluția de fierbere ; se înlătură greu, de aceea trebuie prevenite înlăturînd cauzele.

— Pete galbene sau cafenii lăsate de leșia murdară atunci cînd înlăturarea flotei nu s-a făcut corespunzător. În contact cu aerul, petele se accentuează prin oxidare. Se evită prin spălare intensă cu apă fierbinte.

— Pete provenite prin depunerea impurităților precipitate pe material atunci cînd flota s-a răcit sub 70°C. Se previn prin respectarea tuturor condițiilor de lucru.

— Pete de calciu de culoare albicioasă, aspre, care se evidențiază la vopsire. Se datoresc apei dure. Se previn cu ajutorul folosirii agenților complexanți și se înlătură prin acidulare cu o soluție de 10—15 g/l HCl.

— Pete de rugină de la sărurile de fier din apă sau de pe pereții autoclavei. Acestea duc la degradarea oxidativă a celulozei în operația de albire, iar vopsirea se face cu greu. Se previn prin folosirea agenților complexanți și întreținerea corespunzătoare a cazanului. Se elimină prin acidulare timp de 10—12 min la 35°C cu o soluție de 6—8 g/l HCl și 0,5—1 g/l $NaHSO_4$ sau $H_2C_2O_4$.

— Formarea oxicelulozei, datorită prezenței oxigenului în flota de fierbere, este neremediabilă. Se previne prin asigurarea unei bune umeziri a materialului în autoclavă, înlăturarea completă a aerului și adaos de substanțe reducătoare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce substanțe sînt conținute într-o flotă de fierbere și ce rol au ?
2. Ce procese chimice au loc în timpul fierberii ?
3. Cum se realizează schimbarea sensului de circulație a flotei în cazul folosirii de pompe centrifuge :
   a) prin schimbarea sensului de rotație al pompei ? *b)* prin robinet cu patru căi ?
4. În ce scop se face spoirea autoclavei ?
5. Ce metode se folosesc pentru curățirea de piatră a preîncălzitorului ?
6. Ce defecte apar la fierbere. Cum se previn și cum se remediază ?

Aplicații

Să se calculeze, în kg, cantitatea de adaose necesare pregătirii a 10 000 l soluție de fierbere, dacă rețeta indică : 3,6 % NaOH ; 1,5 % Na_2CO_3 ; 1,2 % agent de udare ; 0,3 % pirosulfit de sodiu ; 0,6 % fosfat trisodic ; iar raportul de flotă este 1 : 3.

2.1.5. ALBIREA CU HIPOCLORIT

a. **Scopul și chimismul albirii.** Albirea se face cu scopul distrugerii pigmenților colorați rămași pe fibră după fierbere. Se folosesc, în general, substanțe oxidante (hipocloriți, cloriți, peroxizi), iar foarte rar, substanțe reducătoare. Prin oxidare, coloranții naturali se transformă în produse incolore pe cît posibil solubile în apă, care se înlătură prin spălare intensă.

Albirea cu hipoclorit este cea mai veche metodă industrială care are și în prezent o largă utilizare. Se folosesc soluții de hipoclorit de sodiu cu un conținut de 3—5 g/l clor activ.

Agentul de albire este acidul hipocloros ce se pune în libertate din soluția de hipoclorit de sodiu cu apa și care se adiționează la dubla legătură a grupării cromofore, conform reacțiilor :

$$NaClO + H_2O \rightleftarrows HClO + NaOH$$

$$R{-}CH{=}CH{-}R + HClO \leftarrow R{=}C(H)(O){-}CH(Cl){-}R \rightarrow R{-}CH(O){-}CH{-}R + HCl$$

Însoțitorii celulozei intră și ei în reacție cu acidul hipocloros, oxidîndu-se (substanțele pectice și hidrații de carbon) sau clorurîndu-se (aminoacizii, acizii grași, lignina).

Nerespectarea condițiilor de lucru poate duce la degradarea oxidativă a celulozei — formarea oxicelulozei, reducerea gradului de polimerizare și, ca atare, scăderea rezistenței fibrelor. De reținut faptul că degradarea se produce numai asupra celulozei pure, cînd nu mai conține nici un fel de impurități care ar putea fi clorurate.

Oxidarea este catalizată pozitiv de produsele de oxidare rezultate din reacție și de scăderea *p*H-ului (prin oxidarea celulozei se degajă HCl).

Oxidarea în mediu alcalin are loc la grupările OH primare, conform reacțiilor :

$$Cel{-}CH_2OH + HClO \rightarrow Cel{-}CH_2OCl + H_2O$$

$$Cel{-}CH_2OCl \rightarrow Cel{-}CHO + HCl$$

$$Cel{-}CHO + O \rightarrow Cel{-}COOH$$

b. **Factorii care influențează albirea cu hipoclorit :**

— *p*H-ul. Practic se lucrează la *p*H = 8,5...11. În cadrul acestor limite, creșterea *p*H-ului scade viteza de albire și reduce pericolul degradării fibrelor, dar sînt necesare soluții mai concentrate. Pentru menținerea valorii *p*H-ului se folosesc substanțe tampon (carbonat de sodiu, silicat de sodiu, pirofosfat de sodiu) ; CO_2 din aer sau rezultat din reacție are și el rol de tampon, conform reacției :

$$NaClO + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + HClO.$$

$NaHCO_3$ rezultat va neutraliza HCl pus în libertate prin reacția colorant + + acid hipocloros. Pentru controlul *p*H-ului este suficientă colorarea în roz a hîrtiei de fenolftaleină. *p*H-ul se aduce la valori necesare prin adaos de NaOH.

— Concentrația soluției de hipoclorit (3—5 g/l clor activ) depinde de natura curățirii anterioare a bumbacului, de gradul de alb dorit, de raportul de flotă.

— Temperatura se va menține la 20—25°C. Creșterea temperaturii duce la creșterea vitezei de albire, dar în același timp crește și posibilitatea degradării materialului.

— Durata variază între 1 și 2 ore. În general, prelungirea duratei peste 2 ore nu avantajează gradul de alb și degradează fibrele.

Prezența unor metale (Fe, Cu, Sn, Ni, Co) sau a oxizilor lor, care au rol de catalizatori, duce la descompunerea rapidă a hipocloritului care va degrada materialul textil.

— Formarea cloraminelor (R—NHCl) este favorizată de o fierbere incorectă în care nu s-au înlăturat toate substanțele albuminoide. Cloraminele fixate rezistent pe fibre dau miros neplăcut, îngălbenesc materialul și pun în libertate acidul hipocloros ($R—NHCl + HOH \rightarrow R—NH_2 + HClO$). Acesta, la rîndul său degradează materialul atît oxidativ, cît și hidrolitic, prin punerea în libertate a acidului clorhidric, mai ales în timpul depozitării și uscării ($HClO \rightarrow HCl + O$).

Cloraminele se pot înlătura greu prin tratare cu substanțe reducătoare (sulfit de sodiu, hidrosulfit, tiosulfat, sulfit acid de sodiu) care le transformă în produși solubili.

Practic se folosește sulfitul acid de sodiu. Reacția care are loc este următoarea :

$$2\,NH_2Cl + 2\,NaHSO_3 + 2\,H_2O \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4 + 2\,HCl$$

Substanțele tensioactive folosite cu efect de udare la rece și rezistente la hipoclorit sînt necesare mai ales la materialele cu hidrofilie redusă (aldetal, acvafil, romopal LN).

Operațiile finale se fac cu scopul înlăturării urmelor de hipoclorit, a eventualelor cloramine rezultate din operația de albire. O simplă spălare nu este suficientă, de aceea se mai face o tratare cu o soluție care conține 1—2 ml/l HCl sau H_2SO_4, în urma căreia se pune în libertate Cl_2 ce se înlătură prin spălare. Pentru a se înlătura și cloraminele, se pot face, înainte de acidulare, tratamente la rece cu $NaHSO_3$ 2—3 g/l, sau cu H_2O_2 1—2 ml/l și NaOH 1—2 g/l, sau cu Na_2O_2 1—2 g/l, iar la cald cu soluții de hidrosulfat 1—2 g/l și Na_2CO_3 1 g/l la 40—60°C. Folosirea acestor băi îmbunătățește și gradul de alb.

c. **Regim de lucru.** Albirea cu hipoclorit nu realizează un grad de alb superior, chiar dacă în ultima baie de clătire se adaugă agenți optici. Se folosește totuși pentru costul scăzut. Este indicată ca prealbire pentru vopsire, imprimare sau la albirea mixtă : hipoclorit-apă oxigenată.

Regimul de lucru se stabilește în funcție de material și de utilajul folosit. În principiu se face inițial o impregnare cu soluție de hipoclorit, urmează o depozitare pentru desăvîrșirea reacției și apoi spălarea și operațiile finale (declorare, bisulfitare etc.). Albirea se poate face în proces discontinuu, semicontinuu sau continuu, materialul putînd fi sub formă de funie sau foaie întinsă.

d. **Defecte de albire și măsuri de prevenire.** Nerespectarea parametrilor optimi de lucru poate duce, așa cum s-a arătat, la degradarea materialului textil, care se poate transforma în oxiceluloză sau hidroceluloză, și la obținerea unui alb nestabil în timp.

— Oxiceluloza se obține la nerespectarea *p*H-ului sau a temperaturii, în prezența unor catalizatori, la prelungirea nejustificată a duratei, la o concentrație prea mare de hipoclorit sau la spălare necorespunzătoare. Se manifestă prin scăderea rezistenței materialului, pete la vopsit, pete brune în timpul depozitării.

— Hidroceluloza se obține după acidulare, dacă spălarea nu se face corespunzător. Rezistența scade foarte mult.

— Îngălbenirea materialului în timpul uscării sau al depozitării se datorește prezenței produselor de degradare (oxiceluloză, hidroceluloză), sau a altor impurități (cloramine, substanțe alcaline, săpunuri de calciu, săruri de fier etc.). Prevenirea acestor defecte se face prin respectarea parametrilor de lucru.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este chimismul albirii materialelor celulozice cu hipoclorit de sodiu ?
2. Care sînt principalii parametri de lucru la albirea cu hipoclorit ?
3. Ce defecte pot apărea la albirea cu hipoclorit. Ce cauze au, cum se previn și cum se remediază ?

2.1.6. ALBIREA CU COMPUȘI PEROXIDICI

a. **Chimismul albirii și substanțele folosite.** Se folosesc substanțe cu structură peroxidică, ca : apa oxigenată (H_2O_2), peroxidul de sodiu (Na_2O_2), acid paracetic ($CH_3—C(=O)—OOH$); ultimele două substanțe, prin descompunere, pun în libertate H_2O_2. Albirea se realizează cu oxigenul ionic rezultat prin disocierea apei oxigenate, conform reacțiilor :

$$H_2O_2 \rightleftarrows H^+ + HOO^-$$

$$HOO^- \rightleftarrows H^+ + {}^-OO^-$$

$$2\,R—CH=CH—R + O^{2-} \rightarrow 2\,R—\underset{\diagdown\,O\,\diagup}{CH—CH}—R$$

Gradul de alb obținut este superior celui obținut cu hipoclorit și mai stabil în timp.

b. **Factorii care influențează albirea** cu H_2O_2 sînt:

— *p*H-ul. Valoarea optimă este între 10—12, deoarece la *p*H acid, deci sub 7, descompunerea apei oxigenate este frînată, la *p*H între 7 și 8 descompunerea este prea lentă, iar la $pH > 12$, prea rapidă.

— Concentrația soluției de apă oxigenată se stabilește în funcție de modul de albire (continuă, semicontinuă, discontinuă), de natura pregătirii anterioare a materialului, de raportul de flotă etc. Astfel, la o albire discontinuă cu un raport de flotă între 1 : 20 și 1 : 10 se va folosi o soluție cu 2—6 ml/l H_2O_2 30%; la o albire semicontinuă, soluția de impregnare va avea o concentrație de 25—40 ml/l H_2O_2 30%, iar la o albire continuă, de 20—25 ml/l H_2O_2 30%.

— Temperatura se reglează astfel încît să asigure o descompunere în timp a apei oxigenate. Se începe la 40—60°C, se aduce timp de 45 min la 80—85°C, se menține la această temperatură 2—3 ore, în ultima oră ridicîndu-se temperatura la 90—95°C pentru completa folosire a apei oxigenate. Dacă de de 80°C temperatura se ridică încet la 90—95°C și se menține materialul la această temperatură, durata albirii este mică.

— Durata este condiționată de temperatură, de natura materialului și de utilajul folosit. Un proces continuu se realizează, de exemplu, în 45—90 min.

— Prezența ionilor unor metale grele, ca fier, mangan, cobalt, cupru sau a compușilor lor, favorizează descompunerea apei oxigenate, mai ales în mediu alcalin. Aceasta nu favorizează însă albirea, ci duce la degradarea celulozei. Același efect îl au și unele substanțe organice, ca sîngele și mucegaiul. Însuși bumbacul are rol de catalizator pozitiv la descompunerea apei oxigenate, de aceea se folosesc stabilizatorii.

— Stabilizatorii sînt substanțe care frînează descompunerea apei oxigenate, astfel încît tot oxigenul pus în libertate să poată fi folosit la albire. Stabilizatorii pot fi substanțe anorganice (silicat de sodiu, tripolifosfat de sodiu etc.) sau organice (albumină, clei, săpun, alcooli grași sulfatați etc.).

Cel mai folosit stabilizator este silicatul de sodiu (Na_4SiO_4 sau $Na_2O \cdot 3{,}5\ SiO_2$) care în prezența apei dure formează silicat de magneziu coloidal ($MgSiO_3$), un foarte bun stabilizator. Dacă apa este moale se adaugă 0,1—3 g/l $MgSO_4$ cristalizat. Dezavantajul folosirii silicatului constă în faptul că asprește materialul.

Stabilizatorii organici, pe lîngă efectul de stabilizare, au și efect de udare și curățire. Ei formează cu H_2O_2 peroxizi organici, care la temperaturi ridicate și în timp mai îndelungat se descompun punînd în libertate oxigenul activ.

c. **Regim de lucru.** Albirea cu H_2O_2 prezintă față de albirea cu hipoclorit următoarele avantaje : un alb superior „cald", un tușeu moale și plin ; posibilitatea redusă de degradare a materialului ; reducerea duratei procesului tehnologic prin posibilitatea îmbinării fierberii cu albirea, ceea ce duce la economii de energie, apă, abur ; adaptarea la proces continuu, înlăturarea pericolului de formare a cloraminelor. Singurul neajuns este costul ridicat al apei oxigenate.

Baia de albire conține (la flota 1 : 20—1 : 10) 2—6 ml/l H_2O 30% (la flote scurte, apa oxigenată se adaugă treptat), 4—8 ml/l silicat de sodiu 38°Bè sau 0,5—2 g/l stabilizator organic și 1—2 g/l NaOH. Se introduce materialul la 40°C, se urmărește regimul de temperatură indicat mai sus, se spală intens și, dacă nu urmează alte operații, se face o neutralizare cu o soluție de HCl urmată de o clătire.

Albirea cu apă oxigenată se poate efectua discontinuu în aparate cu circulația soluției, în aparate de vopsit, în autoclave îmbinînd albirea cu fierberea : semicontinuu prin impregnare-depozitare la rece, la temperaturi înalte sau în proces continuu.

Albirea semicontinuă la rece constă în impregnarea materialului într-o soluție care conține 25—40 ml/l H_2O_2 30%, 10—20 g/l NaOH, 5—10 g/l silicat de sodiu, 4—6 g/l agent de udare, 2—6 g/l fosfat trisodic. Se stoarce 80%, se rulează pe suluri „uriașe", se depozitează 18—24 h, după care se spală.

Albirea la temperaturi înalte se face în aparate la presiune statică. Durata este redusă la 30—40 min la o temperatură ce se ridică de la 60—115°C. Se folosesc stabilizatori organici și agenți de spălare corespunzători.

Albirea continuă va fi descrisă la un alt capitol.

d. Defecte de albire și prevenirea lor. Deși posibilitățile de degradare ale fibrelor sînt mai reduse la abirea cu H_2O_2, totuși aceasta se poate produce dacă nu se respectă parametrii de lucru ; *p*H-ul, concentrația, durata și prezența catalizatorilor. Scăderea rezistenței materialului se obține prin degradări oxidative și reducerea gradului de polimerizare.

2.1.7. ALBIREA CU CLORIT DE SODIU

a. **Chimismul albirii.** Cloritul de sodiu se folosește în ultimul timp din ce în ce mai mult, atît pentru fibrele celulozice naturale și artificiale, cît și pentru cele sintetice. Soluțiile de clorit sînt alcaline (*p*H—10), stabile un timp mai îndelungat dacă sînt depozitate la rece și ferite de lumină. Au asupra fibrelor o acțiune mai blîndă, de aceea pot fi folosite în concentrații mai mari fără a le degrada.

Nu se știe exact cine face albirea, ClO_2 sau HClO. Se știe însă precis că la valori mici ale *p*H-ului acționează ClO_2, iar la valori peste 5 ale *p*H-ului acționează acidul hipocloros.

b. **Factorii care influențează albirea cu clorit :**

— concentrația soluției de clorit de sodiu este 1—4 g/l $NaClO_2$ 80%. De reținut că nu se consumă toată cantitatea de clorit, deci flotele se pot regenera ;

— *p*H-ul, care are valori între 2 și 4 și se obține cu acid acetic sau formic ;

— temperatura, care are valori între 40 și 80°C. Creșterea temperaturii ca și adaosul de acizi minerali descompun rapid cloritul în defavoarea efectului de albire ;

— prezența activatorilor (acid formic, lactat de etil, monofosfat de amoniu etc.), substanțe care creează un mediu prielnic descompunerii cloritului cu menținerea capacității de albire. Lactatul de etil și monofosfatul de sodiu acționează ca substanțe tampon de *p*H.

Folosirea cloritului se face numai în aparate închise cu ventilație individuală, deoarece chiar sub 80°C se degajă ClO_2 (un gaz galben-brun, puțin solubil în apă și foarte toxic). Albirea cu clorit se poate face fără ca în prealabil materialul să fie fiert în autoclavă. Cerurile, grăsimile etc. se înlătură parțial. Dacă se urmărește o hidrofilie mai avansată, se face o albire mixtă : clorit — apă oxigenată.

Albirea cu clorit se adaptează bine proceselor semicontinue și continue în funie sau foaie lată pe instalații speciale. Pierderile în masă ale materialului albit sînt reduse, 2—5%. Se obține un grad de alb bun, un tușeu plin și o rezistență bună.

În proces discontinuu se lucrează cu un raport de flotă 1/5—1/30. Flota conține : 1—3,5% $NaClO_2$ pulbere sau 3—7% $NaClO_2$ soluție 30% ; 0,5—1,5 g/l stabilizator pentru clorit ; 0,3—0,8 ml/l HCOOH 85%, *p*H = 3,5, se adaugă agenți de udare și spălare care îmbunătățesc gradul de alb și ajută la curățirea materialului și inhibitori de coroziune (0,5 g/l $NaNO_3$). Se introduce materialul la 40°C, se ridică temperatura în 30 min la 85—90°C, se menține 40—60 min, se spală, se înlătură urmele de clorit în băi cu Na_2SO_3 sau $NaHSO_3$.

c. **Avantaje și dezavantaje.** Folosirea cloritului ca substanță de albire prezintă următoarele avantaje : stabilitatea la depozitare a soluțiilor ; grad de albire foarte bun ; tușeu și rezistențe bune ; pierderi reduse în masă ; posibilități reduse de degradare a celulozei ; renunțarea la fierbere în autoclavă ; adaptarea la procese continue.

Dezavantajul folosirii cloritului este marea sa corosivitate. Utilajele pe care se face albirea se construiesc din oţeluri speciale, cu adaos de molibden, din titan, gresie antiacidă, care sînt foarte scumpe. În flotele de albire se adaugă inhibitori de coroziune.

Măsurile de protecţie care se impun sînt : asigurarea unei ventilaţii bune la fiecare utilaj, păstrarea vaselor cu soluţii de clorit bine acoperite cu dopuri de sticlă ferite de acizi şi substanţe organice. Cloritul solid se va păstra, de asemenea, bine închis, ferit de căldură, umezeală şi de lovituri pentru a nu face explozie.

La albirea cu clorit, dacă parametrii de lucru sînt respectaţi, defectele apar destul de rar.

2.1.8. ALBIREA MIXTĂ

a. **Principiul albirii.** Constă în folosirea a două substanţe de albire în scopul obţinerii unui grad de alb mai bun la un cost redus. Se poate practica o albire mixtă, în cazul cînd se albeşte un amestec de fibre ce necesită produse de albire diferenţiate.

Uzuală este albirea mixtă hipoclorit-apă oxigenată ; mai rar se foloseşte albirea clorit-apă oxigenată, fiind mai scumpă.

b. **Regimul de lucru** se stabileşte de la caz la caz. Albirea hipoclorit-apă oxigenată, de exemplu, se aplică în două variante, şi anume :

— albire cu fierbere prealabilă, în care materialul fiert se albeşte cu hipoclorit şi în continuare cu apă oxigenată. Se folosesc soluţii diluate, apa oxigenată avînd şi rolul de agent de declorare, conform reacţiei :

$$H_2O_2 + NaClO \rightarrow NaCl + H_2O + O_2$$

şi în plus ajută la înlăturarea cloraminelor formate ;

— albirea fără fierbere prealabilă, care se practică pentru tricoturi tubulare. Se umezeşte materialul cu un agent de udare, se impregnează apoi cu o soluţie de hipoclorit care conţine 3—5 g/l clor activ, 1—2 g/l NaOH ; se albeşte în continuare într-o baie care conţine 2—2,5% H_2O_2 30%, 1% stabilizator şi 0,25% NaOH. Durata şi temperatura sînt cele indicate pentru fiecare agent de albire în parte.

Se obţine un alb stabil, un tuşeu moale ; materialul rămîne elastic şi pierderile de masă sînt mici ;

— albirea cu hipoclorit prin impregnare-depozitare este urmată de albirea cu H_2O_2 fără spălare intermediară, în căzi cu circulaţia soluţiei sau în pipe (metoda CE-ES), sau în autoclave speciale (procedeul Mohr).

2.1.9. ÎMBUNĂTĂŢIREA GRADULUI DE ALB

a. **Scop, principiu.** După curăţire şi albire se face aprecierea gradului de alb al materialului, prin comparaţie cu albul oxicarbonatului de magneziu considerat 100% sau al sulfatului de bariu considerat 96%, cu ajutorul fotometrului sau al leocumetrului Zeiss. Pentru ţesături, gradul de alb variază între 70—96%, în funcţie de natura materialului, de agentul de albire folosit şi chiar de tehnologia aplicată.

Gradul de alb măsoară gradul de curăţire şi de albire al unui material textil. Astfel, un material de bumbac albit cu NaClO prezintă un alb de 75—80%, albit cu H_2O_2, albul este de 80—85% ; lîna brută are un alb de 20—22%, cea spălată cu săpun 24—25%, iar cea spălată cu detergenţi buni 30—32% etc.

În general, ţesăturile albe nu au culoarea perfect albă, ci uşor gălbuie.

— Culoarea gălbuie se datoreşte absorbţiei selective, a unora din radiaţiile spectrului, şi anume a unei absorbţii în albastru-violet.

— Culoarea albă ideală apare atunci cînd absorbţia este nulă, iar obiectul difuzează total şi uniform lumina primită.

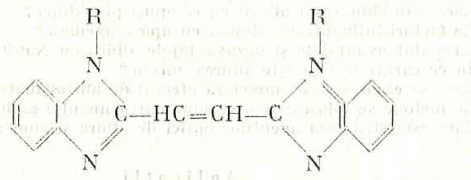
Practic, pentru un obiect numit alb, absorbţia este minimă şi egală pentru fiecare grup de radiaţii din spectrul vizibil. Ochiul este mult mai sensibil la dezechilibrul ce apare în spectru prin absorbţia selectivă a radiaţiilor decît la micşorarea clarităţii luminii în cazul unei absorbţii uniforme a acestora ; de aceea, pentru a aprecia corect gradul de alb trebuie să se arate şi profunzimea galbenului, care se indică prin cifra de galben.

— *Eliminarea nuanţei gălbui* a ţesăturilor se face prin adăugarea în pastele de apret a unor pigmenţi sau coloranţi albaştri-violeţi sau prin tratare cu agenţi optici de albire.

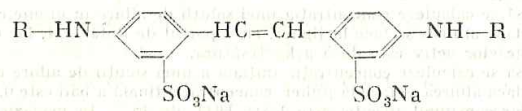
În cazul tratării cu pigmenţi sau coloranţi albaştri, aceştia absorb culoarea complimentară lor, adică tocmai excesul de radiaţii galbene şi portocalii difuzate de către ţesătura imperfect albită. Prin aceasta scade coeficientul de galben, de exemplu de la 11 la 6, dar, în acelaşi timp, scade şi luminozitatea medie a mostrei de la 91% la 87%. Mostra nu mai este gălbuie, dar are o nuanţă slab cenuşie care nu poate fi percepută de ochi, apreciindu-se în acest caz că materialul este mai alb.

— *Folosirea agenţilor optici de albire* (substanţe fluorescente puţin colorate sau incolore, care absorb radiaţii ultraviolete invizibile şi le transformă în radiaţii vizibile), ajută la îmbunătăţirea efectului de alb. Corectarea albului, în acest caz, se face prin adăugarea de radiaţii albastre-violete, care lipseau din lumina reflectată de materialul textil, astfel că spectrul luminii reflectate devine uniform, apropiindu-se de spectrul luminii albe. Coeficientul de galben scade, în acest caz, de la 11 la 1, iar luminozitatea medie a mostrei creşte de la 91% la 93%. Albul obţinut este strălucitor, spre deosebire de cel obţinut cu pigmenţi, care dă ţesăturii o nuanţă slab cenuşie.

Din punct de vedere chimic, agenţii optici sînt derivaţi ai fenil şi difenil imidazolului (*a*) sau ai stilbenului (*b*) etc.



a



b

Acțiunea fluorescentă se explică prin mobilitatea electronilor π ai dublelor legături care, sub acțiunea energiei radiațiilor ultraviolete, trec pe orbite superioare, de unde revin la poziția inițială, eliberînd sub formă de radiații o parte din energia acumulată. Radiațiile emise depind de conținutul în radiații ultraviolete ale luminii ce cade pe substanța fluorescentă.

De aceea, un material tratat cu agenți optici va apărea perfect alb la lumina solară, va avea un alb mulțumitor la lumina dată de tuburi luminiscente și va apărea galben la lumina dată de un bec electric obișnuit.

În general, agenții optici sînt produse anion-active, avînd drept grupare solubilizantă gruparea sulfonică. Se fixează pe fibrele celulozice, proteice, poliamidice însă ca și coloranții obișnuiți la temperaturi mai joase. Cantitatea de adaos este cuprinsă între 0,2 și 1%, raportat la materialul textil. Agenții optici se livrează sub diferite denumiri comerciale. Fiecare produs are o literă indicatoare, folosirea lor fiind specifică diferitelor fibre textile.

b. **Regim de lucru.** Tratarea cu agenți optici se face în băi separate sau ca adaos cu alți agenți la flotele de albire, așa cum s-a arătat la albirea diferitelor categorii de fibre. În acest caz, se folosesc agenți optici cu rezistențe speciale la cloriți, apă oxigenată, substanțe reductive etc.

La fibrele celulozice se folosesc în băi neutre cu adaos de 10—15% clorură de sodiu, la 20—30°C, sau se adaugă direct în flotele de albire și chiar în cele de vopsire pentru culorile pastel.

La fibrele proteice se folosesc băi acide (2—5% acid acetic 60% sau acid formic 85%), la 50—60°C, timp de 30—45 min.

Pentru fibrele sintetice se folosesc băi cu adaos de 2% acid acetic 60%, la temperatura de 50—60°C pentru fibrele poliamidice și temperatura de fierbere pentru celelalte fibre.

Agenții optici pot fi adăugați în pastele de ronjare folosite în imprimerie, sau în diferite apreturi.

Rezistența la lumină a agenților optici este redusă, produsele degradîndu-se prin ruperea dublelor legături. Aceștia prezintă sensibilitate la urmele de fier, de aceea se recomandă, cînd este cazul, să se efectueze înainte de albirea optică o tratare a materialului într-o baie de acid oxalic 1 g/l, la 60°C, timp de o oră.

Folosirea agenților optici pentru materialele din lînă sau amestecuri care conțin lînă este, în general, puțin eficace.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este chimismul albirii cu compuși peroxidici?
2. Ce factori influențează albirea cu apă oxigenată?
3. Care sînt avantajele și dezavantajele albirii cu NaClO, H_2O_2 și $NaClO_2$?
4. În ce cazuri se folosește albirea mixtă?
5. Cum se explică și se apreciază efectul de alb al materialelor textile?
6. Ce metode se folosesc pentru eliminarea nuanței galbene?
7. Care este structura agenților optici de albire și cum acționează?

Aplicații

1. Să se calculeze concentrația unei soluții de albire în grame clor activ la litru, dacă albirea se face la jigher, cu raportul de flotă 1 : 4, iar consumul specific de clor activ este de 5 g/kg țesătură.
2. Să se calculeze concentrația inițială a unei soluții de albire cu apă oxigenată, dacă albirea se face la jigher, concentrația finală a băii este 0,2 g/l H_2O_2, 40%, iar consumul specific este 1,5% H_2O_2 de 40%. În magazie se găsește H_2O_2 de 30%; raportul de flotă 1 : 4.

2.1.10. ALBIREA ÎN PROCES CONTINUU

a. Considerații generale. Secțiile de albire ocupă suprafețe mari (bazine de depozitare, autoclave etc.), consumă un volum mare de muncă și în final au un randament redus. Folosirea proceselor continue înlătură în mare măsură aceste neajunsuri, reducînd și durata cu 1/3—1/5 din cea a albirii discontinue. Efectuarea operațiilor de curățire, începînd cu pîrlirea și terminînd cu uscarea, pe aparate mai puține ce ocupă un spațiu mai mic și care necesită o depozitare mai scurtă au impus rezolvarea unor probleme, și anume folosirea unor agenți de descleiere rapizi; înlăturarea mai rapidă a resturilor de capsule și coji de semințe; realizarea unor partizi mai uniforme ca masă, calitate, natura fibrelor, lățimea etc.

Rezolvarea acestor probleme s-a făcut prin: folosirea biolazelor în concentrații mari la temperaturi ridicate (descleiere rapidă), înlocuirea fierberii alcaline prin albirea cu clorit sau apă oxigenată, realizarea unor utilaje corespunzătoare, mai simple, care ocupă spațiu mai redus (pipele) pentru depozitare în mers, și care au înlocuit bazinele de depozitare și autoclavele de fiert, sau instalații speciale pentru prelucrarea materialului în foaie lată.

În funcție de aceste condiții noi de lucru s-au adaptat și tehnologii de albire noi.

b. Principiul albirii și metode de albire. Albirea continuă se face cu materialul sub formă de funie sau de foaie lată (țesăturile sensibile la formarea cutelor, cum sînt poplinul, balonul, tercotul etc.).

— *Albirea continuă cu hipoclorit* se practică pentru țesăturile care urmează a fi vopsite în culori pastel care nu cer un grad de alb avansat.

După aburire alcalină, materialul se impregnează cu soluția de hipoclorit (3—5 g/l clor activ) și se depozitează în pipă la rece. Declorarea și acidularea se fac tot în pipă, prin îmbibare-depozitare, cu spălări intermediare în mașini de spălat. Se poate face și o albire mixtă hipoclorit — apă oxigenată.

— *Albirea continuă cu apă oxigenată* permite eliminarea fierberii și a descleierii, dă un grad de alb bun și hidrofilie bună, iar materialul textil este protejat. Principalele operații sînt: aburirea alcalină în pipă timp de 60 min, a materialului impregnat în prealabil într-o soluție de NaOH 30 g/l, un agent de udare 3 g/l și pirosulfit de sodiu 3 g/l, spălare cu apă caldă și rece, acidulare prin impregnare cu o soluție de HCl 4 g/l și depozitare în pipă 30 min, spălare, albire prin impregnare cu o soluție care conține H_2O_2 2,5 g/l oxigen activ, silicat de sodiu 10 ml/l, agent de udare 2 g/l și NaOH pînă la pH = 11—12 și aburire în pipă la 100°C timp de 60 min, urmate de spălare.

— *Albirea cu clorit* se face pe instalații speciale. Materialul sub formă de funie se înmoaie cu un agent de udare pe o mașină de spălat, se impregnează în saturator cu soluția de clorit, se aburește și depozitează la 95°C timp de 90—120 min în pipe speciale (din titan) izolate termic, se spală cu apă fierbinte și rece și cu soluții diluate de Na_2CO_3.

Materialul în stare lată se stoarce pînă la 60—70% umiditate, se impregnează cu soluția de clorit, se încălzește prin aburire la 98—100°C, se depozitează pe sul timp de 30—80 min, apoi se spală cu apă caldă și rece.

2.1.11. APARATE ŞI INSTALAŢII DE ALBIRE ÎN PROCES DISCONTINUU

Pentru albire în proces discontinuu se pot folosi căzi simple de depozitare, în care se desăvîrşeşte procesul de albire al ţesăturilor impregnate în soluţia de hipoclorit sau căzi de albit în care soluţia circulă prin material.

a. **Căzi pentru depozitare.** Căzile au formă paralelipipedică, fiind construite din beton armat şi căptuşite cu plăci de faianţă. Înălţimea căzilor este de 2 000 mm şi se îngroapă sub nivelul pardoselii cu 1 200—1 500 mm. Celelalte dimensiuni se aleg în funcţie de necesităţi, ţinînd seama că densitatea de depozitare este de 166 kg/m³ şi capacitatea uzuală folosită este 1 000—2 000 kg ţesătură.

— *Depunătoare automate.* Depunerea ţesăturii se face în pliuri, cu ajutorul unui depunător automat (fig. 11, *a*). Ţesătura *1*, condusă de inelul de porţelan *2*, este antrenată de vîrtelniţa mare *3* şi depusă în pliuri de vîrtelniţa mică *4*. Întreg sistemul este montat pe căruciorul *5* care se deplasează pe şinele *6* şi are o mişcare de du-te-vino de-a lungul bazinului cu o viteză de 4—10 m/min. Antrenarea căruciorului se face automat de către motorul *7*. Viteza de depunere a ţesăturii este de 100—120 m/min.

Depunerea se face în falduri mici, deoarece pînă ce căruciorul se deplasează cu 10 cm, ţesătura este furnizată în lungimea de 1—2 m. Deplasarea pe direcţia verticală a ţesăturii se efectuează de către inelul *2*, care primeşte o mişcare de du-te-vino prin intermediul şurubului fără sfîrşit *8* prevăzut cu filet stînga, dreapta.

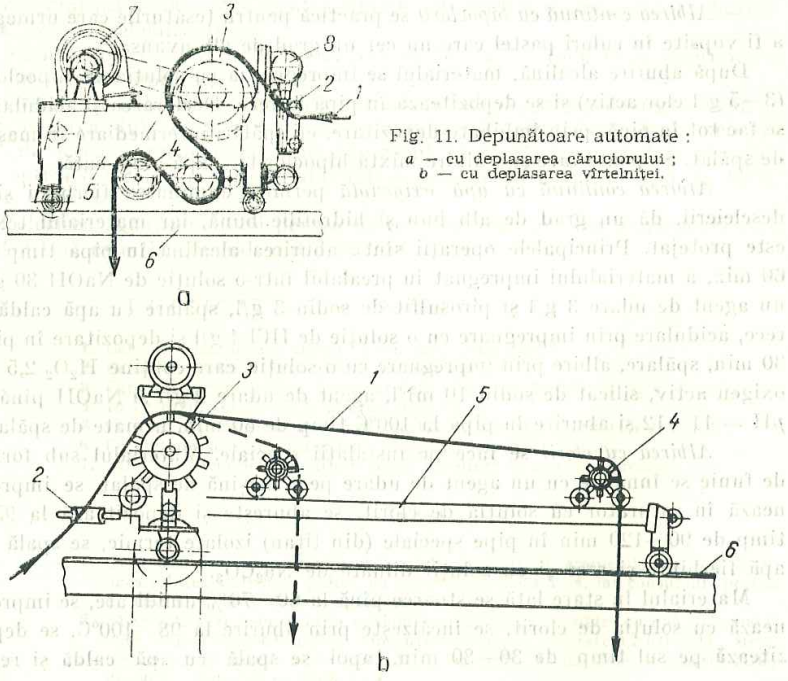


Fig. 11. Depunătoare automate :
a — cu deplasarea căruciorului ;
b — cu deplasarea vîrtelniţei.

Depunătorul trebuie astfel montat încît de la vîrtelniţa depunătoare pînă la suprafaţa materialului depozitat să fie o înălţime de minimum 1 400 mm pentru a asigura în funie tensiunea necesară antrenării.

La alte tipuri de depunătoare (fig. 11, *b*), vîrtelniţa *5*, pe lîngă mişcarea de rotaţie, are şi o mişcare de du-te-vino, imprimată cu ajutorul unui lanţ.

b. **Aparate şi instalaţii de albit discontinuu.** Albirea se poate face în aparatele pentru vopsit şi în autoclave dacă se execută cimentarea pereţilor interiori.

— *Căzi pentru albit* (fig. 12, *a*). Sînt căzi cilindrice *1* construite din oţel inoxidabil sau gresie şi prevăzute cu fundul dublu perforat *2*. Încălzirea soluţiei se face cu ajutorul serpentinei *3* aşezată sub fundul dublu sau a preîncălzitorului. Soluţia de albire trimisă de pompa *4* din rezervorul *5* este stropită asupra materialului cu o conductă *6* aşezată pe cercul superior al căzii sau cu un stropitor rotativ *7*.

— *Instalalii de albit discontinuu* (fig. 12, *b*). Se construiesc pentru albire cu hipoclorit-apă oxigenată şi se folosesc, în special, pentru tricoturi, deoarece tensionează puţin materialul. În căzile de îmbibare *1*, cu capacitatea de 600 l, se face udarea, clătirea şi clorurarea materialului *2*. La trecerea dintr-o cadă în alta se face o stoarcere cu cilindri storcători *3* cu un grad de stoarcere de 150—250%. După clorurare, materialul este depus în cada *4*, unde se continuă albirea cu apă oxigenată, cu flotă încălzită la 85°C în schimbătorul de căldură *5* şi cu circulaţia soluţiei realizate cu pompa *6*. Raportul de flotă este 1 : 6. La sfîrşit se trece materialul în sens invers prin căzile în care se face clătire şi avivare.

2.1.12. INSTALAŢII DE ALBIRE ÎN PROCES SEMICONTINUU SAU CONTINUU

a. **Instalaţii de albire în funie.** O instalaţie de albire în funie se compune din mai multe secţiuni formate fiecare dintr-o maşină de impregnat,

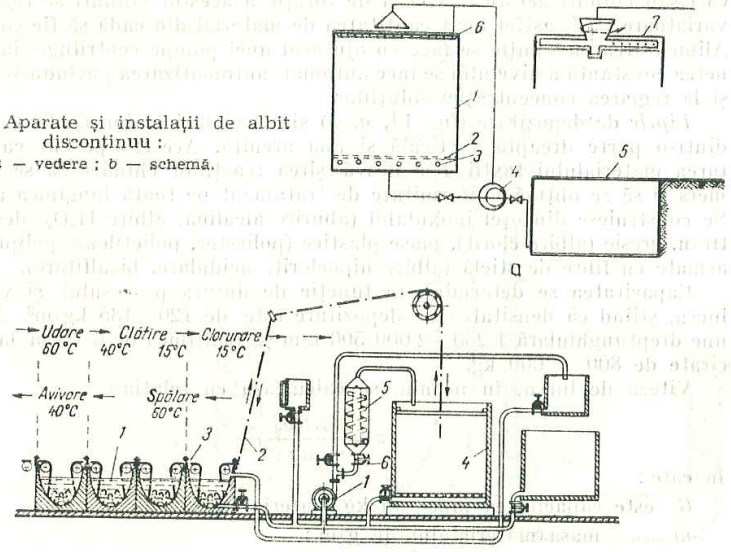


Fig. 12. Aparate şi instalaţii de albit discontinuu :
a — vedere ; *b* — schemă.

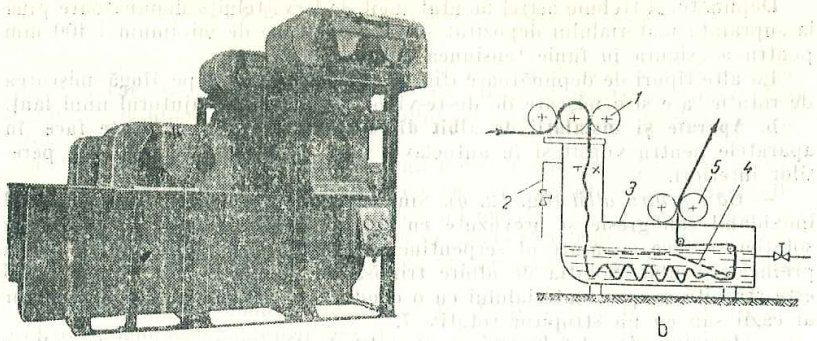


Fig. 13. Mașină de impregnat :
a — vedere ; *b* — schemă.

o pipă pentru depozitare și desăvîrșirea reacțiilor chimice, una sau două mașini de spălat în funie.

— *Mașini de impregnat* (saturator) (fig. 13, *a*, *b*). La intrarea în mașină, materialul textil este stors de către cilindrii storcători *1* care realizează un grad de stoarcere de 80% și elimină atît apa, cît și aerul din material. Apoi materialul este stropit intens cu flota trimisă de o pompă prin conducta *2*, se depune în falduri în cada *3* care conține 400 l soluție, fiind ținut în flotă de către capacul perforat *4*. La ieșire este stors de cilindrii storcători *5*, care realizează un grad de stoarcere de 100—130%.

În funcție de natura flotelor, cada se confecționează din oțel inoxidabil, poliester armat cu fibre de sticlă, gresie etc. Cilindrii storcători sînt cauciucați sau cilindri aeroflex. Viteza de rotație a acestor cilindri se reglează cu variatoare PIV, astfel încît cantitatea de material din cadă să fie constantă. Alimentarea cu soluție se face cu ajutorul unei pompe centrifuge, iar menținerea constantă a nivelului se face automat, automatizarea putîndu-se extinde și la reglarea concentrației soluțiilor.

Pipele de depozitare (fig. 14, *a*, *b*) sînt tuneluri în formă de J, formate dintr-o parte dreaptă verticală și una arcuită. Acestea permit ca depozitarea materialului textil *1* și desvăîrșirea reacțiilor chimice să se facă din mers și să se obțină uniformitate de tratament pe toată lungimea acestuia. Se construiesc din oțel inoxidabil (aburire alcalină, albire H_2O_2, descleiere), titan, gresie (albire clorit), mase plastice (poliester, polietilenă, polipropilenă) armate cu fibre de sticlă (albire hipoclorit, acidulare, bisulfitare).

Capacitatea se determină în funcție de durata procesului și viteza de lucru, știind că densitatea de depozitare este de 120—135 kg/m³. Au secțiune dreptunghiulară 1 250—2 000/500 mm și înălțimea de 6—9 m la o capacitate de 800—3 000 kg.

Viteza de lucru, în m/min, se calculează cu relația :

$$v = \frac{G \cdot 1000}{m \cdot t},$$

în care :

G este capacitatea pipei, în kg material uscat ;
m — masa materialului, în g/m ;
t — durata tratamentului, în min.

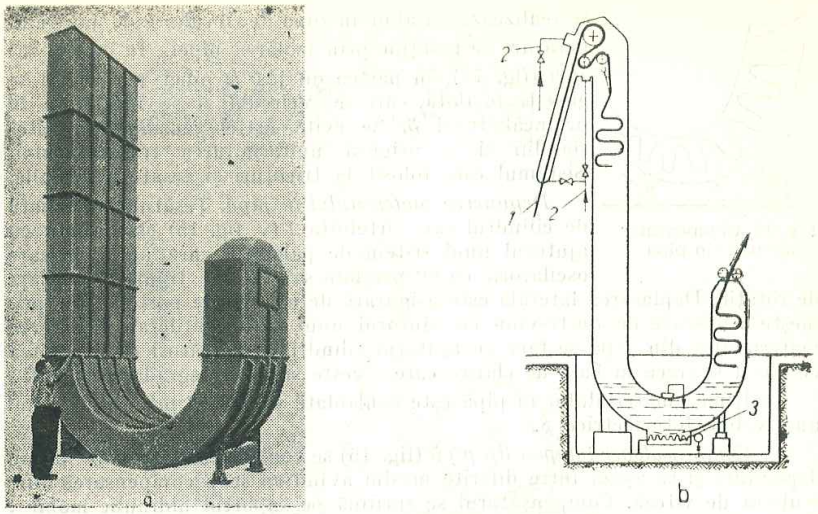
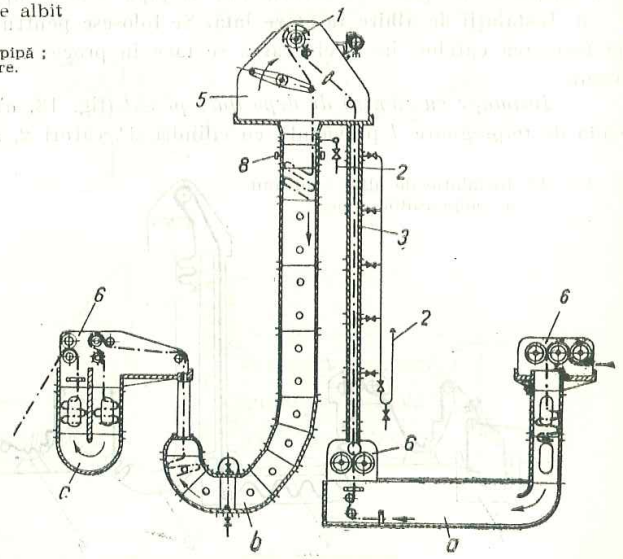


Fig. 14. Pipă pentru depozitare cu încălzire :
a — vedere ; *b* — schemă.

Avînd înălțime mare, pipele se amplasează cu partea arcuită îngropată sub planșeu și se prevăd cu platforme de deservire.

Încălzirea materialului se realizează prin aburire la intrare și chiar în pipă, cu abur ușor supraîncălzit cu temperatura de 110°C și presiunea de 15—17 N/cm², adus prin conductele *2*. În alte cazuri (fig. 15), încălzirea

Fig. 15. Instalație de albit în funie :
a — saturator ; *b* — pipă ;
c — baia de clătire.



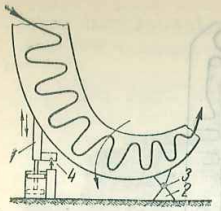


Fig. 16. Compensator tampon tip pipă.

se realizează cu abur în zona de încălzire *3*, iar temperatura se menține prin izolarea pipei. În unele cazuri (fig. 14), în partea de jos a pipei materialul se găsește în flotă, care se recirculă și se încălzește în preîncălzitorul *3*. Se evită astfel tensionarea materialului și se asigură uniformitatea tratamentului. Sistemul este folosit la tricoturi și țesături sensibile.

Depunerea materialului în pipă. Țesătura antrenată de cilindrul sau vîrtelnița *1* (v. fig. 15) este pliată cu ajutorul unui sistem de palete *5*, care au o mișcare oscilatorie cu 60 per/min sau la alte tipuri o mișcare de rotație. Deplasarea laterală este asigurată de un inel de porțelan ce primește o mișcare de du-te-vino cu ajutorul unui șurub bifiletat. Scoaterea materialului din pipă se face cu ajutorul cilindrilor storcători *6*. La albirea cu clorit se trece în baia de clătire care răcește și evită degradarea cu ClO_2.

Înălțimea materialului în pipă este controlată și reglată prin intermediul unei celule fotoelectrice *8*.

— *Compensatoare-tampon tip pipă* (fig. 16) se construiesc pentru 3—5 min depozitare și se așază între diferite mașini avînd ca scop compensarea diferențelor de viteză. Compensatorul se sprijină pe suportul hidraulic mobil *1* și pe suportul fix *2*, prevăzut cu punctul de oscilație *3*. La o anumită încărcătură pipa se înclină și prin întrerupătorul *4* oprește mașina din spate, iar atunci cînd este gol se ridică în sus și comandă oprirea mașinii din față.

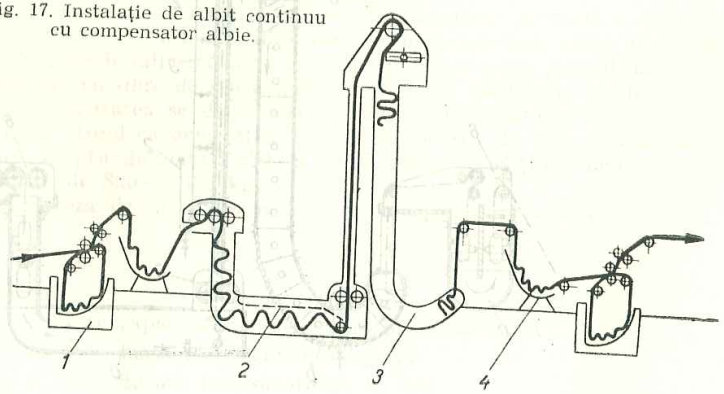
Se folosesc și compensatoare cu role, la care oprirea unei mașini din agregat este comandată de o rolă antrenată de material și care culisează pe niște suporturi.

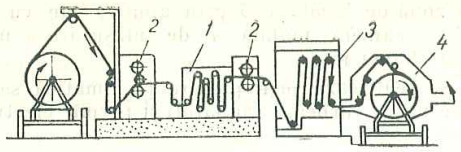
În figura 17 este prezentată o secțiune a unei instalații de albire, compusă din mașinile de spălat *1*, saturatorul *2*, pipa *3* și compensatorul albie *4*.

b. **Instalații de albire în stare lată.** Se folosesc pentru țesături sensibile la formarea cutelor, iar prelucrarea se face în proces continuu sau discontinuu.

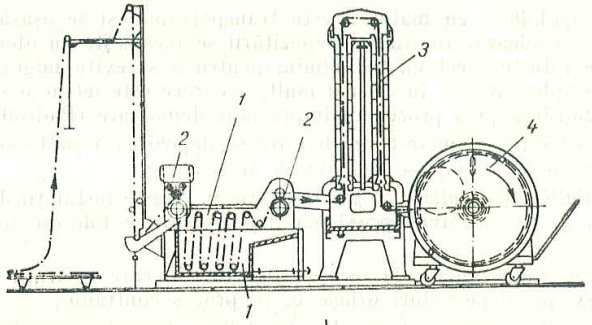
— *Instalație cu cameră de depozitare pe sul* (fig. 18, *a*). Se compune din cada de impregnare *1* prevăzută cu cilindri storcători *2*, atît la intrare, cît

Fig. 17. Instalație de albit continuu cu compensator albie.





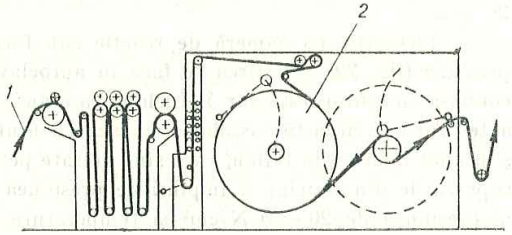
a

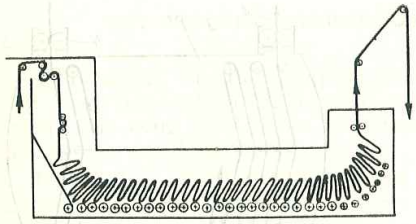


b

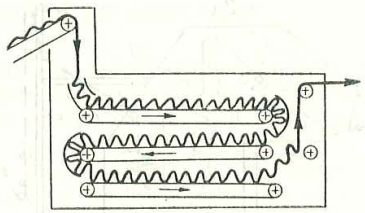
Fig. 18. Instalație cu camere de depozitare pe sul :
a — încălzire cu abur ; *b* — încălzire cu radiații infraroșii.

Fig. 19. Instalație de albit continuu în foaie lată.





a



b

Fig. 20. Camere de reacție :
a — cu depunere pe role ; *b* — cu depunere pe benzi transportoare.

și la ieșire, o zonă de încălzire *3* prin aburire sau cu radiații infraroșii (fig. 16, *b*) și o cameră mobilă *4* de înfășurare a materialului pe role uriașe de 5 000—8 000 mm.

Stoarcerea se realizează prin presare pneumatică sau se folosesc cilindri speciali care nu se curbează (aquarol) și permit efectuarea unei stoarceri uniforme.

Tensionarea materialului se reglează în limitele 5—50 daN cu ajutorul unor cilindri compensatori, iar înfășurarea pe sul se face cu viteză (120 m/min) și tensiune constantă.

Camera mobilă *4* cu material este transportabilă și se așază în locuri unde nu incomodează. În timpul depozitării se încălzește cu abur indirect, iar sulul se rotește încet cu 6 rot/min, pentru a se evita migrarea flotei. Sistemul se aplică din ce în ce mai mult, deoarece este ieftin și se pretează și pentru vopsirea prin procedeul impregnare-depozitare (Padroll).

S-au construit și camere-tunel în care se depozitează șapte suluri ce se rotesc și în același timp se deplasează spre ieșire.

— *Instalații pentru albire în proces continuu.* Aceste instalații diferă după modul în care s-a rezolvat problema depozitării. Se folosesc următoarele instalații :

— Instalații cu camere de reacție (fig. 19), în care țesătura *1* se înfășoară și desfășoară pe suluri uriașe *2*, în proces continuu.

— Instalații cu camere de reacție (fig. 20) cu depozitarea materialului pe role *a* sau pe benzi transportoare *b*. În cameră se pot introduce 2 500—15 000 m și se poate lucra cu viteze de 20—130 m/min.

— Instalații cu depozitare în pipă (fig. 21), în care materialul *1* încălzit în zona *2* prin șoc cu abur supraîncălzit este depus în pipa *3*, timp de 20 min.

— Instalație cu cameră de reacție sub formă de aburitor continuu la presiune (fig. 22). Aburirea se face în autoclava *1* în care țesătura *2* este condusă cu ajutorul rolelor *3*. Închiderea etanșe a fantelor de intrare și ieșire a țesăturii la această instalație se face cu ajutorul cilindrilor cauciucați *4* și a unor lamele din teflon, care sînt presate pe suprafața cilindrilor de către suporturile din cauciuc *5* împinși de presiunea din interior. Se poate lucra la presiunea de 20—30 N/cm² și temperatura de 120—135°C și se reduce durata la 1—2 min.

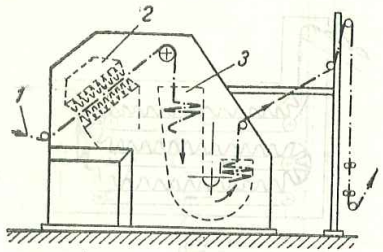


Fig. 21. Instalație de albit în foaie lată cu depozitare în pipă.

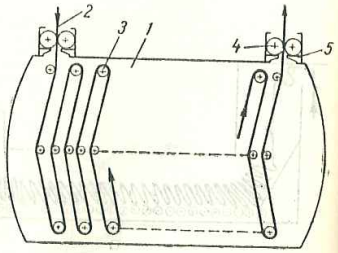


Fig. 22. Mașină de aburit la presiune.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Pe ce instalație se face impregnarea țesăturii la albirea în proces continuu sub formă de funie ?
2. Cum se realizează albirea în instalațiile de albit în proces continuu în foaie întinsă ?
3. Din ce material se construiesc pipele pentru albirea cu hipoclorit ?

Aplicații

Să se determine viteza la albirea pe o instalație continuă de albit în funie, cunoscînd că pipa are capacitatea $G = 1\,000$ kg material, țesătura are masa $m = 200$ g/m, iar durata procesului $t = 90$ min.

2.2. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN FIBRE LIBERIENE

2.2.1. CARACTERISTICILE ȘI COMPORTAREA FIRELOR LIBERIENE ÎN OPERAȚIILE DE FINISARE

Fibrele liberiene au un conținut mai redus de celuloză și mult mai mare de impurități. La in, de exemplu, impuritățile pot ajunge pînă la 20—26%. Spre deosebire de bumbac, ale cărui fibre sînt monocelulare, fibrele liberiene sînt pluricelulare formate din 15—25 celule fibroase unite între ele prin substanțe pectice și lignină. În procesele de curățire nu trebuie să se ajungă la individualizarea fibrelor care ar duce la scăderea rezistenței. Pentru a se asigura o înlăturare a impurităților fără pericol de degradare a fibrelor, curățirea se face prin operații blînde, dar repetate, sub forma unor cicluri fierbere-albire.

Se lucrează cu soluții mai diluate, înlocuind parțial hidroxidul de sodiu cu carbonat de sodiu, la temperaturi cu puțin peste 100°C, presiunea 15 N/cm². Gradul de curățire se exprimă printr-un raport în care numărătorul indică numărul de cicluri efectuate, iar numitorul numărul de cicluri posibile. De exemplu : un material albit 3/4 înseamnă că din 4 cicluri fierbere-albire posibile s-au realizat doar 3. Deoarece prin curățire materialele din in au pierderi mari (25—35%), se preferă curățirea sub formă de fir (pentru a evita rărirea țesăturii), de altfel firele se curăță și mai ușor fiind mai afînate, iar după curățire devin mai elastice ușurînd țeserea.

2.2.2. PRINCIPIUL ȘI TEHNOLOGIA CURĂȚIRII ȘI ALBIRII INULUI

a. **Principii.** Practic, curățirea și albirea materialelor din in se face ca și în cazul materialelor din bumbac, cu observațiile menționate. Se vor folosi utilaje care evită tensionarea materialului (mașini de spălat în funie liberă, aparate cu circulația flotei).

La folosirea hipocloritului ca agent de albire trebuie să se țină seama de următoarele : inul conține un procent mare de lignină și substanțe albuminoide. Acestea, reacționînd cu hipocloritul, formează derivați cloruați ce se fixează pe fibre și se înlătură numai prin fierberea cu soluții alcaline ; cloraminele formate se înlătură prin tratare după ultimul ciclu de albire cu o soluție de pirosulfit sau sulfit acid de sodiu.

b. **Tehnologia curăţirii şi albirii inului.** Fierberea şi albirea firelor sub formă de sculuri se pot face pe diferite utilaje. Se folosesc autoclave mici de 600—1 000 kg, la un raport de flotă 1 : 4. Spălarea se face pe maşini de spălat în funie, iar albirea şi acidularea în bazine cu circulaţia flotei. Se pot folosi şi aparate cu circulaţia soluţiei în care sculurile atîrnate pe bastoane sînt introduse într-un aparat cu secţiune circulară, în care soluţia circulă de jos în sus şi de sus în jos, fiind trimisă de o pompă.

— *Regim de lucru. Albirea cu hipoclorit* $^1/_4$. Fierberea 2—4 ore cu o soluţie care conţine, raportat la material: 2—3% NaOH, 5% Na_2CO_3, 0,6—1% acvafil, 0,6% petrol lampant (antispumant) şi 1% $Na_2S_2O_5$; spălare cu apă caldă (70°C) şi rece; albire o oră la 20—25°C cu soluţie de NaClO 2—4 g/l clor activ, NaOH 0,2 g/l şi acvafil 2,5 g/l; spălare cu apă rece; acidulare cu o soluţie de 1—2 g/l H_2SO_4 98% timp de 20 min; spălare intensă; declorare cu o soluţie de 1—2 g/l $Na_2S_2O_5$ şi 1—2 g/l Na_2CO_3, la 60°C timp de 20 min; spălare cu apă caldă şi rece; stoarcere-batere-uscare.

Albire $^2/_4$ se face cu reluarea ciclului fierbere, albire, acidulare folosind flote cu concentraţii mai mici (se reduce cu 40%).

Albirea cu clorit de sodiu $^3/_4$: fierbere 2 ore cu o soluţie care conţine 6—8 g/l Na_2CO_3, 2 g/l acvafil şi 1 g/l $Na_2S_2O_5$; albire cu o flotă care conţine 4—5 g/l $NaClO_2$ 80%; pH = 5,5, temperatura 75—80°C, durata 90 min. Se reia ciclul fierbere-albire, cu concentraţiile soluţiilor pe jumătate. În final se face bisulfitarea în mediu acid.

Albirea mixtă. Se renunţă la fierberea preliminară. Se face o albire cu NaClO 3 g/l clor activ, o albire cu $NaClO_2$ 80% 3 g/l şi o albire cu H_2O_2 30% 3 ml/l. Se cere o foarte bună circulaţie a flotei.

— *Regim de lucru la albirea ţesăturilor.* Albirea cu hipoclorit se practică pe ţesături cu fire prealbite $^1/_2$ ($^2/_4$). Pîrlirea şi descleierea se face ca la materialele de bumbac, urmează fierberea în autoclavă într-o flotă care conţine: 3% NaOH, 2% Na_2CO_3, 1% acvafil, 0,6 petrol lampant şi 1% $Na_2S_2O_5$, timp de 4 ore, la 15 N/cm², spălare cu apă caldă şi rece, albire prin îmbibare-depozitare 2 ore cu o soluţie de NaClO 1—3 g/l clor activ, acidulare o oră cu 2 g/l H_2SO_4 98%, spălare cu apă rece, declorare cu 1 g/l $Na_2S_2O_5$, spălare-stoarcere, desfacerea funiei, uscare. Pentru un grad de alb superior se repetă ciclul după acidulare-spălare. Operaţia se face pe jigher sau pe aparate cu circulaţia flotei.

Albirea mixtă cu NaClO—H_2O_2 dă un grad de alb superior, degradează mai puţin fibrele şi dă pierderi mai mici în greutate. Se face o fierbere şi o albire obişnuită cu NaClO, se acidulează, se spală, se albeşte cu H_2O_2 în flota care conţine: 0,5—1 g/l O activ, 2—3 g/l NaOH, 0,1 g/l $MgSO_4$, 1,5—3 g/l silicat de sodiu la 85—90°C, timp de 2 h pe jigher, în autoclavă sau pe aparat cu circulaţia flotei, se declorează cu 2 g/l $NaHSO_3$, se spală cu apă caldă şi rece.

Albirea continuă se face pentru materialele din in sau semiin. Constă din: una pînă la două aburiri alcaline în pipă, impregnare cu NaClO, încălzire la 95—100°C şi depozitare în pipă 1—2 h. Ciclul se poate repeta.

2.2.3. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN CÎNEPĂ ŞI IUTĂ

a. **Pregătirea materialelor din cînepă.** Pregătirea acestor materiale se deosebeşte puţin de cea a materialelor din in. Cînepa are un conţinut mai redus de celuloză decît inul. Este sensibilă la alcalii şi la substanţe oxidante. Prin simplă spălare cu apă pierde 6—8% din masă, iar în urma operaţiilor de curăţire poate pierde pînă la 20%.

Condiţiile de lucru în care se vor efectua operaţiile de curăţire a materialelor din cînepă vor fi mult mai blînde decît în cazul inului. Astfel: fierberea se face numai la presiune atmosferică şi nu se va folosi NaOH. Soluţia va conţine doar Na_2CO_3 sau Na_2SiO_2; albirea se face numai în cazuri excepţionale.

Pentru pregătirea firelor de cînepă, regimul de lucru este următorul: înmuiere în bazine cu apă caldă timp de 12—24 h; clătire cu apă caldă; fierbere deschisă cu o flotă care conţine 5—6 g/l Na_2CO_3, sau silicat de sodiu (raportul de flotă 1 : 5), durata 2—3 h; clătire cu apă caldă şi rece 2 ore; albire prin impregnare cu soluţie de NaClO 2—4 g/l clor activ şi depozitare în bazine 8—12 h; acidulare cu HCl 10 g/l; spălare-declorare cu 2 g/l $Na_2S_2O_5$ şi 2 g/l Na_2CO_3 la 60°C. Se obţine o albire $^1/_2$. Pierderile după un ciclu sînt de 10—12%.

Albirea se poate efectua cu 2—3% $NaCl_2$ 80% la un pH = 3,5 (se obţine cu acid formic).

b. **Pregătirea materialelor din iută.** Fibrele de iută au un conţinut de lignină mai mare decît cele de in şi cînepă, dar în acelaşi timp sînt sensibile la alcalii şi se degradează uşor. Din această cauză nu pot fi supuse unor operaţii de curăţire energice. Se va lucra cu soluţii diluate de Na_2CO_3, la temperaturi sub 100°C.

Uscarea, de asemenea, se va face sub 60°C, deoarece la temperaturi mai mari fibrele devin rigide, pierd rezistenţa şi se închid la culoare. Albirea se face rareori.

Regimul de lucru la albirea firelor este: înmuierea cu o soluţie caldă care conţine 2—3 g/l acvafil; depozitare 6—8 h; clătire; tratare cu soluţie de 5—6 g/l Na_2CO_3 la 60—70°C; albire cu NaClO 4—6 g/l clor activ timp de 4—5 h; acidulare cu soluţie de acid sulfuric 5 g/l, săpunire la cald cu o soluţie de 5 g/l săpun (pentru moliciune); clătire-uscare.

VERIFICAŢI-VĂ CUNOŞTINŢELE

1. Ce măsuri tehnologice se impun în procesul de finisare al fibrelor liberiene?
2. De ce este indicată curăţirea preliminară a materialelor din fibre liberiene sub formă de fir?

2.3. MERCERIZAREA MATERIALELOR TEXTILE

2.3.1. SCOPUL, PRINCIPIUL ŞI CHIMISMUL MERCERIZĂRII

Operaţia de mercerizare se execută în scopul îmbunătăţirii permanente a calităţii materialelor din bumbac prin: obţinerea unui luciu pronunţat, îmbunătăţirea posibilităţilor de vopsire, creşterea rezistenţei la rupere, la lumină şi intemperii, şi obţinerii unui tuşeu plin şi moale.

În principiu, operaţia constă în tratarea materialelor din fibre celulozice naturale cu soluţii de NaOH cu o concentraţie de 260—320 g/l la temperaturi sub 20°C, cu sau fără tensionare, urmate de spălare cu apă caldă.

Chimismul mercerizării constă teoretic în reacţia dintre celuloză şi hidroxidul de sodiu şi obţinerea de alcaliceluloză conform reacţiei:

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 3nNaOH \rightleftarrows \underset{\text{alcaliceluloză}}{[C_6H_7O_2(ONa)_3]_n} + 3nH_2O$$

La tratarea celulozei cu soluții de hidroxid de sodiu are loc inițial o adsorbție a acestuia și numai peste o anumită concentrație (12,5%) a hidroxidului are loc legarea chimică. Astfel, la o concentrație de 16% se formează o grupare — ONa la două resturi de glucoză, iar la 40% se formează o grupare — ONa la fiecare rest de glucoză. Deoarece reacția este exotermă, se impune răcirea soluției pentru a se asigura legarea unei cantități cît mai mari de NaOH de fibre. În timpul mercerizării, fibrele își măresc diametrul cu pînă la 100% și se produc modificări structurale ireversibile.

În interiorul fibrei alcaliceluloza formată (Cel—ONa) disociază după reacția :

$$Cel-ONa \rightleftarrows Na^+ + CelO^-$$

Hidroxidul de sodiu care a pătruns în interiorul fibrei disociază și el :

$$NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$$

Aceasta face ca în interiorul fibrei să existe o concentrație mai mare de ioni de Na^+ decît cea din soluția de mercerizare din flotă. Conform fenomenului de osmoză va avea loc o trecere a solventului (apa) dinspre soluția mai diluată (flota) spre cea mai concentrată (interiorul fibrei) care va duce la umflarea acesteia. În plus fenomenul se explică și prin hidratarea mai intensă a alcalicelulozei, decît a celulozei.

Tratarea cu hidroxid de sodiu este urmată de spălare cu apă fierbinte la 98°C.

În timpul spălării, alcaliceluloza se transformă în hidrat de celuloză :

$$[C_6H_7O_2(ONa)_3]_n + 3n\ H_2O \rightarrow \underset{\text{hidrat de celuloză}}{[C_6H_7O_2(OH_2)]_n} + 3n\ NaOH$$

Hidratceluloza se deosebește de celuloza nativă numai din punct de vedere fizic structurat, și anume resturile glucozidice sînt rotite doar cu 90° unul față de celălalt. Aceasta se manifestă printr-o reactivitate sporită (hidrolizează și se oxidează mai ușor), absoarbe o cantitate mai mare de apă (în condiții normale 9,5—10,5%), are o mai mare capacitate de umflare și se vopsește mai intens.

2.3.2. EFECTELE OBȚINUTE PRIN MERCERIZARE

— Luciul se explică prin modificarea secțiunii fibrei de bumbac care devine aproape circulară (fig. 23, *a*) și prin transformarea fibrei dintr-o panglică cu răsuciturii într-un fir cilindric ușor ondulat (fig. 23, *b*). Calitatea luciului depinde de natura fibrelor, a firului și a țesăturii și de condițiile în care se face mercerizarea (cu tensionare sau fără). Astfel, un fir răsucit obținut din fibre lungi superioare va avea un luciu superior unui fir simplu din bumbac inferior, la fel o țesătură atlaz față de o țesătură pînză. De asemenea, mercerizarea făcută cu tensionare dă luciu mai bun.

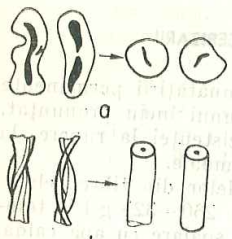


Fig. 23. Modificarea secțiunii fibrei la mercerizare :
a — în secțiune ; *b* — în lungime.

— Rezistența la tracțiune, la materialele mercerizate cu tensionare crește cu 20—50%, iar alungirea la rupere scade cu 25% ; la cele mercerizate fără tensionare crește și rezistența, și alungirea la rupere.

— Rezistența la uzură scade datorită reactivității sporite a hidratcelulozei și a unei ușoare scăderi a gradului mediu de polimerizare.

— Creșterea afinității pentru coloranți se explică prin mărirea diametrului capilarelor fibrelor, care ușurează pătrunderea colorantului în interiorul fibrei și repartizarea lui în toată masa acestuia ; viteza de vopsire crește și ea. Se obțin vopsiri mai intense și o economie de colorant de circa 10—25%.

— Modificarea secțiunii fibrei este însoțită de îngroșarea pereților, micșorarea lumenului și deci de o scurtare a fibrei. Astfel, la tratarea unor fibre cu o soluție de NaOH de 216 g/l se obține o creștere a diametrului cu 84%, a grosimii pereților cu 150% și o micșorare a lumenului cu 34%. În soluții foarte concentrate se poate ajunge la dizolvarea fibrelor prin distrugerea cuticulei.

— Tușeul unui material mercerizat este mai moale, mai plin, mai mătăsos.

Materialele mercerizate sînt mai frumoase, se murdăresc mai greu și se spală mai ușor.

2.3.3. INFLUENȚA DIFERIȚILOR FACTORI ÎN PROCESUL MERCERIZĂRII

Mercerizarea este influențată de următorii factori :

— Concentrația soluției de mercerizare, se apreciază în funcție de efectul urmărit și de temperatura la care se va lucra. Dacă se urmărește doar o creștere a capacității de vopsire, se lucrează cu o concentrație de 145—170 g/l NaOH, la 25—30°C sau de 150 g/l la 98°C. Pentru baie concentrația este 250—320 g/l NaOH și temperatura 18—20°C. Scăzînd temperatura se pot folosi concentrații mai mici. Mărind concentrația nu se obțin efecte de mercerizare mai bune, deoarece soluția este mai vîscoasă și pătrunde mai greu în fibre.

— Durata mercerizării trebuie să asigure difuziunea hidroxidului în fibre și desăvîrșirea reacțiilor chimice. Se stabilește pentru fiecare partidă în parte în funcție de natura tratamentelor anterioare, de concentrație și temperatura soluției de mercerizare, de intensitatea acțiunilor mecanice de stoarcere și presare, de prezența agenților de udare etc. Variază între 30—120 s.

— Agenții de udare ajută la pătrunderea soluției de mercerizare în fibre, reducînd durata operației în special la țesăturile crude. Se folosesc agenți de udare, speciali, cu sau fără crezoli, care să acționeze în soluții concentrate de NaOH. Produsul românesc Timerol A este un amestec de alcooli ($C_5—H_6$) sulfatați și nesulfatați, cu solvenți organici. Se adaugă 10—15 g/l. Nu este nociv și este biodegradabil.

— Tensionarea materialului. În timpul mercerizării are loc, așa cum s-a arătat, o contracție a materialului, de aceea tensionarea se face cu 5% peste dimensiunile inițiale sau se menține la dimensiunile inițiale. Nu se recomandă o tensionare continuă care împiedică îmbibarea materialului și umflarea fibrelor, de aceea se fac îmbibări și stoarceri repetate după cum se va vedea la descrierea utilajului.

2.3.4. MAȘINI DE MERCERIZAT FIRE

Mașinile de mercerizat fire sînt formate în principiu din doi cilindri fixați în lagăre numai la o extremitate pentru a permite montarea și scoaterea sculurilor. Unul dintre cilindri este montat în lagăre fixe, iar celălalt în lagăre

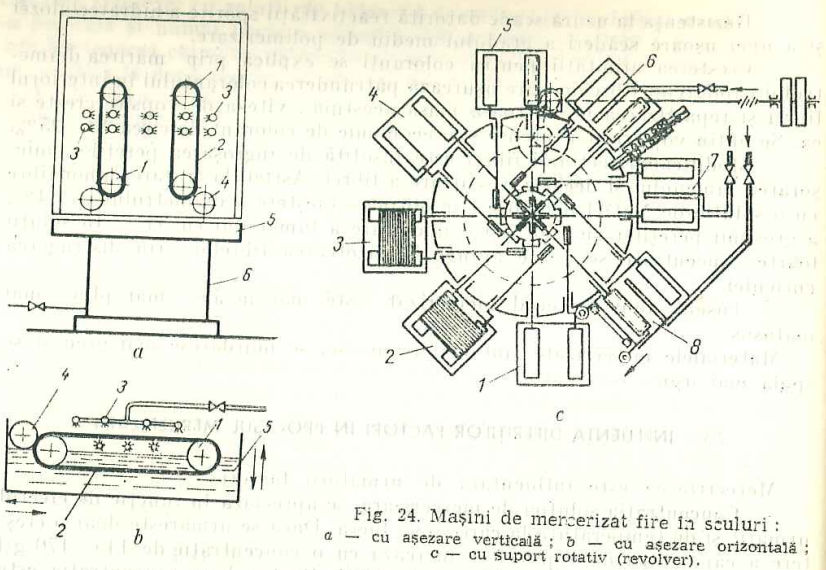


Fig. 24. Maşini de mercerizat fire în sculuri :
a — cu aşezare verticală ; *b* — cu aşezare orizontală ; *c* — cu suport rotativ (revolver).

mobile, pentru a permite modificarea distanţei între axe prin acţionare hidraulică şi întinderea firelor. Stoarcerea se face prin intermediul unui cilindru presat hidraulic pe cilindrul cu lagăr fix.

— *Maşina de mercerizat cu aşezarea sculurilor pe verticală* (flg. 24, *a*). Flota trimisă de o pompă este stropită prin ţevile perforate *3* pe sculurile *2*, întinse pe cilindrii *1*, care se rotesc în ambele sensuri. Flota stoarsă de cilindrii *4* este colectată în cada *5*, fiind pompată într-un rezervor-tampon *6*, de unde se răceşte şi se trimite din nou în circuit.

Pe o pereche de cilindri se montează 1,5—2 kg sculuri, iar impregnarea durează 90 s. Urmează o spălare în stare tensionată, cu apă fierbinte pînă la o concentraţie de 60 g/l şi apoi în stare netensionată în apă rece. Operaţia de mercerizare-spălare durează 5 min.

— *Maşina de mercerizat cu aşezarea sculurilor orizontal* (fig. 24, *b*). Sculurile *2* aşezate orizontal se rotesc în soluţia din cadă, fiind tensionate de cilindrii *1*. Spălarea se realizează prin înlocuirea căzii *5* cu soluţia de mercerizare, printr-o cadă cu apă, iar activarea spălării se face prin stropire cu duzele *3* şi stoarcere cu cilindrul *4*.

— *Maşina de mercerizat cu suport rotativ (revolver)* (fig. 24, *c*) are sculurile aşezate orizontal şi trec în opt zone prin deplasarea unui suport rotativ, după cum urmează : îmbrăcare *1*, tratare cu hidroxid în stare tensionată *2*, tratare în stare relaxată *3*, tensionare *4*, stoarcere *5*, stoarcere şi spălare cu apă fierbinte *6*, spălare cu apă fierbinte *7*, spălare cu apă rece *8*.

— *Maşini de spălat.* Definitivarea spălării se face pe maşini în care sculurile aşezate vertical sau orizontal se spală intens, se acidulează şi se spală din nou, trecînd pe rînd în 12—16 căzi prin intermediul unui suport rotativ. Pentru intensificarea efectului, la trecerea dintr-o cadă în alta se execută automat cîte o stoarcere.

După felul cum se execută operaţia, maşinile pentru mercerizarea ţesăturilor sînt de trei feluri, şi anume :

— maşini de mercerizat cu lanţ ;
— maşini de mercerizat fără lanţ ;
— fularde de mercerizat.

a. **Maşina de mercerizat cu lanţ.** Se compune dintr-un dispozitiv de impregnare, o ramă de lăţit, un recuperator de leşie şi bazine de acidulare spălare.

— *Dispozitivul de impregnare* (fig. 25, *a*) se compune din două fularde *1* cu cîte trei cilindri, cel din mijloc fiind cauciucat, fiecare fulard realizînd două impregnări şi două stoarceri. Presarea se face hidraulic şi se realizează în limitele 60—150 kN. Între fularde, ţesătura trece peste cilindri conducători *2*, care se rotesc liber pe ax şi au rolul de a mări durata acţiunii şi de a permite egalizarea contracţiilor. Alimentarea cu leşie se face cu o pompă, care circulă soluţia în contracurent şi o trimite la un rezervor, unde se concentrează dacă este cazul şi se răceşte.

— *Rama de lăţit* (fig. 25, *b*). La ieşirea din fulard, ţesătura este prinsă de margini şi lăţită într-o ramă de lăţit cu lanţuri *1* cu clupe. În prima zonă a ramei, numită şi zona de mercerizare *2*, se definitivează procesul de impregnare. Urmează zona de stabilizare în care se face o spălare intensă cu apă fierbinte trimisă de o pompă prin conductele *3*, care stropesc ţesătura pe ambele feţe. Soluţia recuperată din această zonă prin intermediul unor căzi amplasate sub ramă se concentrează sub vid, se filtrează, se răceşte şi se refoloseşte.

— *Instalaţia de spălare* (fig. 25, *c*) se compune dintr-un recuperator de leşie şi două maşini de spălat-acidulat.

Recuperatorul de leşie *1* este un bazin închis ermetic cu un capac cu închidere hidraulică, pentru a se evita carbonatarea soluţiei în contact cu aerul. Spălarea se face cu apă fierbinte, soluţia circulînd în contracurent, iar activarea spălării se face trimiţînd abur prin ţesătură cu ajutorul unor conducte perforate. Leşia recuperată aici este folosită în prima fază de spălare a zonei de stabilizare.

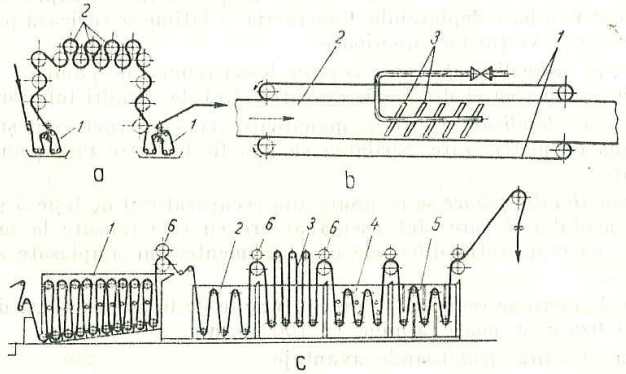


Fig. 25. Maşina de mercerizat cu lanţ :
a — dispozitiv de impregnare ; *b* — rama de lăţit ; *c* — instalaţia de spălare.

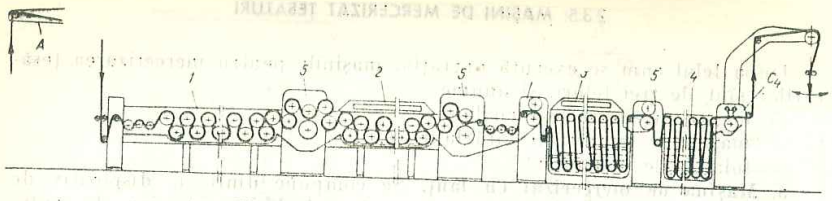


Fig. 26. Maşina de mercerizat fără lanţ.

La ieşirea din recuperator, ţesătura este clătită în apă rece în cada *2*, trece în cada de neutralizare *3*, şi apoi în căzile de spălat în foaie lată *4* şi *5*. La trecerea dintr-un compartiment în altul al instalaţiei de spălat, ţesătura este stoarsă puternic de perechile de cilindri storcători *6*, presaţi cu o forţă de 200—300 N/cm. Reglarea vitezei între diferite compartimente se face prin variatoare cu conoizi sau cu motoare de curent continuu.

Producţia maşinii de mercerizat cu lanţ depinde de lungimea zonei de mercerizare-stabilizare, în care materialul trebuie să stea minimum 60 s. Vitezele obişnuite de lucru sînt 30—60 m/min şi pot ajunge la 100 m/min.

Maşina prezintă următoarele avantaje: realizează întinderi ce pot fi reglate în ambele sensuri; nu produc efectul de moar; dă ţesăturii cu tuşeu plin şi moale, deoarece în zona de întindere materialul circulă fără presare; permite obţinerea unor ţesături elastice, dacă se face o contracţie în ambele sensuri.

b. **Maşina de mercerizat fără lanţ** (fig. 26). Este formată dintr-o zonă de mercerizare, o zonă de stabilizare şi o instalaţie de spălat.

— *Zona de mercerizare 1* este formată dintr-un număr de 24—36 cilindri aşezaţi unul peste altul în aşa fel încît la trecerea de pe un cilindru pe altul să nu existe intervale. Cilindrii inferiori sînt metalici şi antrenaţi de motor, iar cei superiori, cauciucaţi şi antrenaţi prin fricţiune.

Întinderea în lungime se face prin tensionare la intrarea în maşină, iar după aceea prin reglarea vitezei valţurilor la fiecare compartiment cu motoare de curent continuu.

Întinderea în lăţime se realizează la intrare, prin intermediul unor cilindri curbaţi cu inele mobile, a unor cilindri drepţi cu filet dreapta-stînga sau a unor cilindri cu bare deplasabile. Contracţia în lăţime se reglează prin modificarea presiunii valţurilor superioare.

Îmbibarea se realizează prin stropirea leşiei trimise de pompă între cilindri şi prin antrenarea ei din cadă, de către şirul de cilindri inferiori.

— *Zona de stabilizare 2* este asemănătoare atît constructiv cît şi funcţional cu zona de mercerizare. Spălarea cu apă fierbinte se face prin stropire şi îmbibare.

— *Instalaţia de spălare* se compune din recuperatorul de leşie *3* şi maşina de spălat-acidulat *4* care sînt asemănătoare cu cele folosite la maşina de mercerizat cu lanţ. Între diferitele compartimente sînt amplasate zonele de stoarcere *5*.

Viteza de lucru se reglează şi aici în funcţie de lungimea zonei de mercerizare-stabilizare şi poate ajunge la 100 m/min.

Maşina prezintă următoarele avantaje:

— permite mercerizarea una după alta a unor ţesături în lăţimi diferite fără reglaje suplimentare;

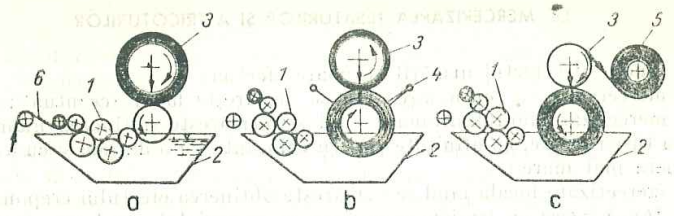


Fig. 27. Scheme ale fulardului de mercerizat.

— permite mercerizarea a două foi de ţesătură una lîngă alta şi una peste alta, realizînd o producţie superioară maşinii de mercerizat cu lanţ, ceea ce face ca acest tip de maşină să fie cea mai folosită. Pe lăţime însă se realizează o contracţie liberă, care se poate totuşi regla în anumite limite.

— *Dispozitive de control şi automatizare.* În afară de dispozitivele obişnuite de introducere a ţesăturii, maşina este prevăzută cu un dispozitiv de oprire a maşinii la ruperea sau slăbirea ţesăturii. Este format dintr-o rolă purtată de ţesătură care cade atunci cînd ţesătura se rupe, întrerupe un contact şi opreşte motorul. De asemenea, un dispozitiv format din două role metalice montate în serie într-un circuit de 12 V controlează ţesătura şi la trecerea unui corp metalic stabilesc un contact şi opresc motorul.

c. **Fulardul de mercerizare** (fig. 27, *a—c*). Se foloseşte în cazul unor producţii mici de 2 000—3 000 m ţesături pe zi. Ţesătura *6*, antrenată de cilindri de întindere *1*, se impregnează în soluţia de mercerizat din cada *2* şi se înfăşoară pe cilindrul superior *3* al fulardului. Rotirea cilindrului *3* continuă, pînă ce ultimul metru de ţesătură a stat pe sul 60 s. Urmează înfăşurarea pe cilindrul inferior şi spălarea prin stropire cu apă fierbinte adusă prin conductele *4*. În final se înfăşoară pe un sul *5*, care se transportă la jigher sau la maşina de spălat.

2.3.6. INSTALAŢII ANEXE

În secţiile de albit şi mercerizat se folosesc instalaţii pentru prepararea şi depozitarea soluţiilor de hidroxid, hipoclorit, acid, răcire, concentrare şi purificarea soluţiilor de hidroxid.

2.3.7. MERCERIZAREA FIRELOR

— Regimul de lucru la mercerizarea cu tensionare este: pîrlire, mercerizare cu o soluţie care conţine 296 g/l NaOH şi 10—15 g/l Timerol A, timp de 1—2 min, la 15—18°C, cu o tensionare de 5% peste lungimea iniţială, spălare cu apă fierbinte (80—82°C) şi rece, neutralizare cu soluţie de HCl 2 ml/l, spălare intensă, stoarcere-uscare. Firele fierte se mercerizează ude, cu observaţiile făcute mai sus (concentraţia NaOH 320—380 g/l).

— Regimul de lucru la mercerizare fără tensionare se efectuează la firele pentru tricotaje mai moi, mai afinate, care se vopsesc bine şi sînt rezistente. Firele sub formă de scul se impregnează cu soluţie de NaOH 70—170 g/l, timp de 15—20 min, la 25—30°C, se spală, se acidulează, se spală din nou.

2.3.8. MERCERIZAREA ȚESĂTURILOR ȘI A TRICOTURILOR

În funcție de efectul urmărit se poate efectua :

— mercerizare cu tensionare cînd se urmărește luciu accentuat ;

— mercerizare fără tensionare cînd se urmărește obținerea unor materiale cu tușeu moale, cu afinitate pentru coloranți, cu o desime și cu o sarcină de rupere mai mare ;

— mercerizare locală cînd se urmărește obținerea efectului crepon.

— *Mercerizarea cu tensionare* se face pe materialul crud sau după orice operație de pregătire sau vopsire. Materialul poate fi umed sau uscat.

Mercerizarea materialului umed înlătură operația de uscare, dar cere în schimb o stoarcere perfect uniformă de minimum 80%, folosirea unor soluții mai concentrate (400—500 g/l) și interzicerea unei depozitări prealabile îndelungate. Materialul uscat se mercerizează în soluții mai diluate și capătă luciu mai accentuat.

Mercerizarea țesăturii crude după pîrlire este simplă și ieftină. Băile trebuie să conțină agenți de udare 10—15 g/l. Produsele de încleiere impurifică flota și pot duce la neuniformitate care se evidențiază la vopsire. De aceea se preferă mercerizarea după descleiere, fără uscare prealabilă, cu observațiile menționate.

Mercerizarea efectuată pe materialul fiert se face în timp mai scurt, este uniformă și dă luciu bun.

Mercerizarea materialelor albite dă cel mai bun luciu, dar în soluții de mercerizat materialul devine galben-portocaliu și se impune o nouă albire, ceea ce ridică costul.

Mercerizarea materialelor vopsite se face numai atunci cînd inegalitățile de vopsire nu pot fi eliminate. Se folosesc coloranți rezistenți la alcalii ; culoarea se închide după mercerizare.

Mercerizarea se face în toate cazurile la fel : după mercerizare se face spălarea prin stropire cu apă caldă 80—82°C, continuîndu-se tensionarea pînă ce concentrația soluției de hidroxid scade sub 70 g/l, apoi se face recuperarea leșiei printr-o spălare cu apă la 100°C și abur saturat la presiunea de 1,2 N/cm² în absență de aer, într-o secțiune specială a mașinii. Urmează o spălare cu apă rece, neutralizarea cu o soluție de H_2SO_4 5—6 g/l și o spălare finală foarte energică. Dacă materialul trece la fierbere sau albire, neutralizarea nu mai este necesară.

Toate soluțiile se recuperează. Folosirea unei ape moi permite obținerea de luciu bun și tușeu moale.

Consumurile specifice la mercerizare sînt : NaOH 0,2—0,25 kg/kg material, apă 40—50 l/kg și abur normal 6—7 kg/kg.

— *Mercerizarea fără tensionare* se face diferit după scopul urmărit. Dacă se urmărește mărirea desimii, țesătura în stare liberă, fără cute (pentru a se putea contracta) se impregnează cu soluția de NaOH 230—296 g/l, la 20—25°C, se depune pe o bandă transportoare timp de 8—10 min, apoi se spală, se acidulează în bazine sau pe cada cu vîrtelniță și se usucă în mașini de uscat prin atîrnare.

Dacă se urmărește îmbunătățirea capacității de vopsire se folosesc soluții diluate de NaOH 145—167 g/l, la 25—30°C, timp de 1—2 min.

— *Mercerizarea locală* este practic o imprimare cu o pastă ce conține aglutinantul și NaOH. După 2—3 min se spală, și contracția realizată pe porțiunile acoperite de pastă dă efectul de creponare. Același efect se obține

prin mercerizarea unei țesături care, în prealabil, a fost imprimată cu o pastă de rezervare cu gumă arabică.

Mercerizarea tricoturilor. Se efectuează pe scară largă în ultimul timp, deoarece este mai ieftină decît mercerizarea în fir, dă un aspect plăcut suprafeței tricotului cu îmbunătățirea luciului și a stabilității dimensionale. Prin mercerizare se poate reduce consumul de coloranți la vopsire cu 20—25%. Ca proces tehnologic nu diferă de mercerizarea țesăturilor, însă în construcția de utilaje a trebuit să se țină seama de extensibilitatea mare a tricoturilor și de sensibilitatea acestora la tensionare. Pentru a mijloci pătrunderea rapidă a soluției de hidroxid de sodiu în fibră și pentru a reduce durata impregnării s-a recurs fie la impregnarea cu vacuum, fie la o aburire înaintea impregnării. Se aplică, de asemenea, tratarea la 90°C, cu hidroxid de sodiu 280—300 g/l. Prin ridicarea temperaturii, viscozitatea soluției scade, viteza de pătrundere, de umflare a fibrei și uniformitatea cresc, iar durata necesară tratamentului se reduce. Astfel se obține o îmbunătățire a stabilității dimensionale și reducerea consumului de coloranți, fără luciul caracteristic mercerizării.

Ca utilaje, se folosesc mașini speciale pentru mercerizarea tricoturilor în foaie întinsă sau mașini pentru mercerizarea tricoturilor sub forma de tub.

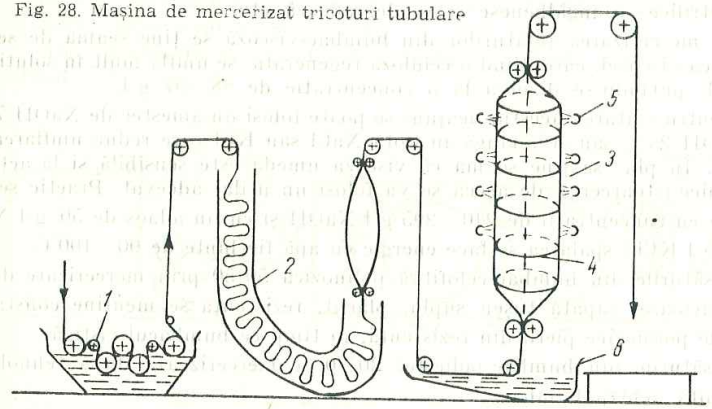
În primul caz, operația se efectuează cu controlul și reglarea tensionării tricotului pe ambele direcții. Se folosesc, în general, mașini de mercerizat cu cilindri, la care întinderea în lățime la intrare se realizează cu rame de lățit sau cu cilindri curbați, iar în compartimentele mașinii, tricotul este condus de cilindrii antrenați.

În cazul tricoturilor tubulare, întinderea în lățime se efectuează cu rame de lățit. Pentru a e evita marcarea marginilor se folosesc rame de lățit circulare. La mașina din figura 28, tricotul se impregnează în soluția de hidroxid în fulardul *1*, se depozitează pentru desăvîrșirea reacției în pipa *2*, se stabilizează în compartimentul *3*, în care este întins în lățime cu rama circulară *4* care se menține în interior prin greutatea proprie și este spălat prin stropire cu duzele *5*. Recuperarea leșiei se face în cada *6*.

Defectele de mercerizare sînt cauzate de nerespectarea condițiilor de lucru de mînuiri greșite sau de anumite defecțiuni ale utilajului. Astfel : mercerizarea neuniformă poate proveni de la :

— impregnare neuniformă (materialul conține resturi de apret, pete de var, ulei etc.);

Fig. 28. Mașina de mercerizat tricoturi tubulare



— presiunea inegală a cilindrilor fulardului pe toată lățimea lor ;

— presiunea prea mare a țesăturii pe cilindrii de lățit cu rifelaje oblice ai dispozitivului de desfacere ;

— formarea de cute prin introducerea greșită a materialului în mașină ;

— întinderea neuniformă a țesăturii ;

— oprirea mașinii în timpul lucrului ;

— mercerizarea prin suprapunere a țesăturilor, cu lățimi diferite (mercerizare inegală la margini) ;

— ruperea marginii țesăturii la o întindere prea puternică în ramă.

O parte din aceste defecte pot fi remediate prin repetarea mercerizării cu soluții mai concentrate decît cele inițiale.

2.3.9. MERCERIZAREA ȚESĂTURILOR DIN IN

Materialele din in se mercerizează sub formă de fire sau țesături, cu sau fără tensionare. Se obțin aceleași efecte ca și în cazul materialelor de bumbac : creșterea luciului, a capacității de vopsire și a sarcinii de rupere, îndesirea materialului cu îmbunătățirea tușeului, a aspectului și reducerea șifonabilității.

Regimul de lucru la mercerizarea țesăturilor constă din : tratarea cu o soluție de NaOH de 250 g/l, la 25—30°C, timp de 1—2 min, după care toate celelalte operații se fac ca la țesăturile din bumbac.

2.3.10. MERCERIZAREA ȚESĂTURILOR MIXTE

Dintre țesăturile mixte supuse mercerizării se menționează cele din bumbac-celofibră, cu un conținut de maximum 20% celofibră, cele din bumbac-celofibră polinozică 50/50 și cele din bumbac-poliester 30/70.

Celelalte tipuri de țesături mixte nu sînt supuse mercerizării din diferite motive. Astfel : la materialele din bumbac-acetat se produce saponificarea acetatului, la cele din bumbac-fibre poliamidice se degradează fibrele poliamidice care sînt sensibile la alcalii și oxigen, cele din fibre celulozice-poliacrilonitrilice se îngălbenesc și se degradează etc.

La mercerizarea țesăturilor din bumbac-viscoză se ține seama de sensibilitatea viscozei, care, fiind o celuloză regenerată, se umflă mult în soluții de NaOH, putîndu-se dizolva la o concentrație de 88—97 g/l.

Pentru evitarea acestui neajuns se poate folosi un amestec de NaOH 75% cu KOH 25% sau se adaugă în flotă NaCl sau KCl care reduc umflarea fibrelor. În plus se ține seama că viscoza umedă este sensibilă și la acțiuni mecanice (stoarcere), de aceea se va folosi un utilaj adecvat. Practic se lucrează cu concentrații de 240—295 g/l NaOH și cu un adaos de 50 g/l NaCl și 15 g/l KCl ; spălarea se face energic cu apă fierbinte de 90—100°C.

Țesăturile din bumbac-celofibră polinozică 50/50 prin mercerizare devin mai lucioase, capătă tușeu suplu, plăcut, rezistența se menține constantă (fibrele polinozice pierd din rezistență, în timp ce bumbacul cîștigă).

Țesăturile din bumbac-poliester 30/70 se mercerizează după tehnologia obișnuită pentru bumbac.

2.3.11. TRATAMENTE CU AMONIAC LICHID

În ultimii 10 ani s-a experimentat un nou procedeu de finisare a materialelor celulozice, cu amoniac lichid.

Procedeul se pare că poate fi înlocuitor al mercerizării clasice cu soluție de hidroxid de sodiu, adăugînd la efectele obișnuite îmbunătățite și alte efecte, cum ar fi : stabilitate dimensională, rezistență la murdărire, rezistențe mecanice mai mari la rupere, purtare, frecare în stare umedă etc. Avantajul mai constă și în efectul mult mai uniform, o creștere mai puternică a reactivității fibrelor, prevenirea degradării acestora și eliminarea problemei apei reziduale.

Se pretează la asemenea tratament sortimentele din viscoză, bumbac, în și din amestec de poliester-fibre celulozice folosite pentru salopete și pantaloni de blue-jeans, lenjerie de pat, ața de cusut, fire pentru tricotaje etc.

Materialele tratate cu amoniac nu mai necesită tratamente cu rășini, se pot spăla și usca în mașini electrocasnice, păstrîndu-și forma și dimensiunile, netezimea suprafeței și a cusăturilor, putîndu-se folosi apoi fără călcare.

Dacă acestea sînt avantajele, există și dificultăți pe care le prezintă acest procedeu. Amoniacul se lichefiază la temperatură scăzută —33,4°C, are miros neplăcut, se volatilizează, corodează utilajul, în amestec cu aerul în anumite proporții poate forma amestecuri explozive.

Aplicarea acestui procedeu în cazul țesăturilor cuprinde trei faze :

— îmbibarea cu amoniac lichid (cu sau fără tensionare) ;

— depozitarea (un timp necesar acțiunii celuloză-amoniac) ;

— îndepărtarea amoniacului.

Utilajul folosit poate fi : o autoclavă din oțel inoxidabil, prevăzută cu manta de răcire, cu sistem de alimentare cu amoniac și aparate de măsură pentru presiune sau o instalație specială cum este cea din figura 29.

Materialul textil *1* trece prin zona de preuscare *2*, prin compensatoarele *3* și apoi trece la fulardul de impregnare *4* cu amoniac lichid. Impregnarea, depozitarea materialului și evaporarea amoniacului se face în mașina propriu-zisă *5*, unde se asigură o bună izolare. După impregnare materialul textil este trecut peste cilindrii *6*, pentru desăvîrșirea reacției. Aici are loc eliminarea prin evaporare a amoniacului. Curățirea completă de amoniac se face în zona *7* prin încălzire și aburire.

Amoniacul este recuperat într-o instalație anexă, lichefiat și trimis în circuit.

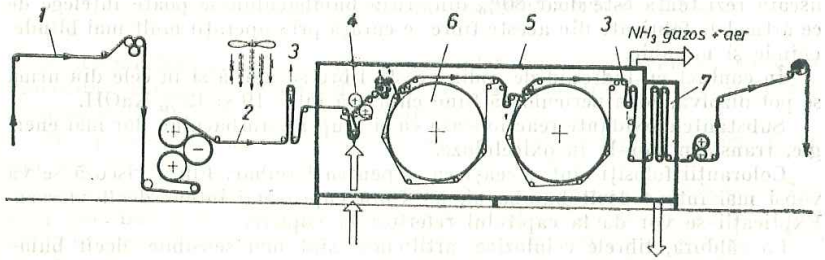


Fig. 29. Instalație pentru tratare cu amoniac lichid.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este scopul și principiul mercerizării ?
2. În ce constă chimismul mercerizării ?
3. Care sînt factorii ce influențează procesul de mercerizare ?
4. Care sînt principalele defecte de mercerizare ? Dar mijloacele de prevenire și remediere ?
5. Asupra căror parametri se acționează pentru obținerea unui luciu accentuat : *a)* tensionare ; *b)* temperatură ; *c)* concentrație ; *d)* durată ?
6. Cum se realizează mercerizarea la mașina de mercerizat cu lanț : *a)* prin impregnare-depozitare ; *b)* prin impregnare-întindere în lățime ?
7. Prin închiderea ermetică a recuperatorului de ieșire ce se evită : *a)* carbonatarea ; *b)* evaporarea ; *c)* eliminarea de vapori toxici ?
8. Ce utilaje se vor folosi pentru mercerizare, în cazul unei producții de 3 000 m/zi țesături mercerizate ?
9. Care este agentul frigorific folosit în instalațiile pentru răcirea soluțiilor de mercerizare : *a)* amoniacul ; *b)* freonul ; *c)* acetona ?
10. Cu ce se face caustificarea leșiilor de mercerizare : *a)* cu NaOH ; *b)* cu $Ca(OH)_2$; *c)* cu KOH ?
11. Ce știți despre tratamentul cu amoniac lichid ?

2.4. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN FIBRE CELULOZICE ARTIFICIALE

2.4.1. CARACTERISTICILE FIBRELOR CELULOZICE ARTIFICIALE ȘI COMPORTAREA LOR ÎN PREGĂTIREA DE FINISARE. NECESITATEA PREGĂTIRII LOR

Fibrele celulozice artificiale sînt obținute din celuloză modificată chimic. Astfel viscoza și cupro (celuloză regenerată), fibra polinozică (viscoză cu caracteristici superioare), acetatul secundar și triacetatul de celuloză (celuloză esterificată), se obțin sub formă de filament continuu mono sau polifilamentar sub denumirea de mătase sau sub formă de fibre tăiate la lungimea fibrelor de bumbac (celofibre) sau de lînă (celolane) și care urmează să fie filate după tehnologia bumbacului sau a lînii.

Fibrele viscoză cupro și polinozică au proprietăți asemănătoare cu ale bumbacului, în timp ce fibrele acetat se aseamănă cu fibrele sintetice.

Fibrele din celuloză regenerată, au un grad de polimerizare mai mic (250—300), sînt mai sensibile la acțiuni chimice și mecanice. Astfel higroscopicitatea este mai mare (repriza 11%) ; în apă fibrele se umflă puternic, crescînd în diametru cu 40—60% și în lungime cu 3—6%. În aceste condiții macromoleculele se îndepărtează mult, legăturile de hidrogen intermoleculare se desfac, iar rezistența mecanică a fibrei în stare udă scade cu 60% față de rezistența fibrei în stare uscată. Dacă se apreciază că la fibra uscată rezistența este doar 80% din cea a bumbacului, se poate înțelege de ce articolele fabricate din aceste fibre se curăță prin operații mult mai blînde, chimic și mecanic.

În contact cu hidroxid de sodiu aceste fibre se umflă și în cele din urmă se pot dizolva, zona periculoasă fiind cuprinsă între 10 și 12% NaOH.

Substanțele oxidante reacționează ca și asupra bumbacului, dar mai energic, transformîndu-le în oxiceluloze.

Coloranții folosiți sînt aceeași ca și pentru bumbac. Fibra viscoză se va vopsi mai intens decît bumbacul, iar fibra cupro mai intens decît viscoza. Explicații se vor da la capitolul referitor la vopsire.

La căldură, fibrele celulozice artificiale sînt mai sensibile decît bumbacul.

Fibrele polinozice obținute după o tehnologie specială au față de viscoză o rezistență mai bună la tracțiune, în apă se umflă mai puțin, rezistența în stare umedă scade doar cu 20—30%, rezistența la alcalii, de asemenea, este mai bună, este însă o fibră fragilă avînd rezistența în buclă mai redusă.

S-a arătat că fibrele acetat prin structura lor se aseamănă mai mult cu fibrele sintetice decît cu cele celulozice artificiale. Se cunosc două tipuri de mătase acetat : acetatul secundar de celuloză (celuloză parțial esterificată 80%) și triacetatul de celuloză la care toate grupele —OH sînt esterificate prin acetilare. Între cele două tipuri de fibre există unele deosebiri în ceea ce privește solubilitatea, rezistența la temperatură și la unii agenți chimici. Sînt fibre ușoare, puțin higroscopice (repriza 6,5%). În stare umedă rezistența acetatului secundar scade mult 40—50% față de rezistența fibrei în stare uscată în timp ce la triacetat scăderea de rezistență este doar de 10—15% — alungirea la rupere aceeași ca și la viscoză.

Față de substanțele alcaline, fibrele de acetat secundar sînt mai sensibile decît cele din triacetat (o soluție de săpun și sodă la fierbere le descompun) ; în schimb rezistența față de acizi este superioară celorlalte fibre artificiale.

Solvenții organici polari, ca acetona și eterii, umflă și dizolvă acetatul secundar, în timp ce triacetatul nu este solubilizat.

Stabilitatea termică este mai mare la triacetat decît la acetatul secundar. Astfel, fibra triacetat devine plastică sub 180°C, peste 180°C se înmoaie și se topește la 220—230°C, în timp ce fibra de acetat secundar devine plastică mult sub temperatura de 140°C. Fibrele acetat au luciu, moliciune și nesifonabilitate, asemănătoare ca a mătăsii naturale.

Toate aceste proprietăți explică anumite precauții care se iau la finisarea produselor.

Din cele menționate se observă că fibrele chimice celulozice, cu excepția acetaților, sînt suficient de hidrofile, totuși operațiile de pregătire sînt necesare, pe de o parte, pentru înlăturarea unor substanțe depuse pe fibre în operațiile anterioare (substanțe de avivare, de încleiere, coloranți de marcare, uleiuri de uns etc.), pe de altă parte, pentru a se realiza o umflare uniformă și a se elimina tensiunile din fibre în scopul vopsirii uniforme.

Ținîndu-se seama de aspectul caracteristic al acestei categorii de fibre, în prelucrarea lor se vor folosi utilaje ce solicită cît mai puțin materialul, iar tehnologiile alese vor ține seama de natura firelor (filament continuu sau obținute din fibre scurte). La stabilirea partizilor se va acorda o grijă deosebită uniformității acestora, de asemenea, coaserea bucăților se face atent, pentru a nu se produce rupturi în stare umedă.

2.4.2. DESANCOLAREA ȘI ALBIREA ȚESĂTURILOR DIN VISCOZĂ

a. **Desancolarea.** Se face în scopul înlăturării produselor de încleiere (ancolare), produselor de avivare, coloranților de marcare, și, dacă este cazul, a surplusului de sulf din fibre (desulfurare).

Modul de lucru este condiționat de natura substanțelor de încleiere (solubile sau insolubile).

Desancolarea țesăturilor, cu urzeli încleiate cu produse solubile în apă (clei, gelatină, gume vegetale, produse sintetice) se face prin spălare cu apă caldă sau spălare cu soluții de săpun, detergenți sintetici 1—3 g/l și 2—3 g/l Na_2CO_3. Se lucrează pe căzi cu vîrtelniță la un raport de flotă 1 : 20—1 : 30,

ridicînd încet temperatura la fierbere, unde se menține 60—90 min, urmează spălarea cu apă caldă și rece cîte 20—30 min.

Desancolarea se poate efectua concomitent cu vopsirea, în cazul în care produsele de încleiere solubile în apă nu influențează procesul de vopsire.

Desancolarea țesăturilor cu fire încleiate cu ulei de in se face mai greu. Baia conține : 3—5 g/l săpun, 2 g/l detergent (ulei sulfatat), 2—5 g/l Na_2CO_3 sau NaOH. Se începe la 40—50°C, se aduce la fierbere încet și se menține cît este necesar pentru înlăturarea urmelor de ulei (4—8 h).

Desulfurarea se face la fierbere cu 2—3 g/l NaOH.

b. **Albirea țesăturilor din viscoză.** Se execută cu aceleași substanțe ca și bumbacul, dar în condiții de lucru mai blînde, viscoza fiind albă din fabricație ; adaosurile se reduc cu $^1/_3$—$^1/_2$, de asemenea durata și temperatura.

— Albirea cu NaClO se face în soluții cu 0,5—0,8 g/l clor activ, la 20°C timp de 30—45 min, după care urmează operațiile cunoscute.

— Albirea cu H_2O_2 prezintă avantajul unei tehnologii mai simple, realizîndu-se și o desulfurare, conform reacției :

$$4\ S + 8\ NaOH + \frac{24}{2}\ O_2 \rightarrow 4\ Na_2SO_4 + 4\ H_2O$$

Se folosesc băi cu 1—2 ml/l H_2O_2 30%, 2 g/l NaOH (sau mai mult pentru desulfurare) și 1 g/l trietanolamină sau silicat de sodiu (stabilizator), la temperatura de 60—80°C, durata fiind 20—30 min.

— Albirea cu clorit dă rezultate foarte bune și se face în aceleași condiții ca la bumbac, dar cu concentrații mai mici.

— Albirea în proces continuu se face cu materialul în foaie întinsă pe agregate speciale, de asemenea cu cantități reduse de substanțe.

2.4.3. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN CELOFIBRĂ ȘI A CELOR DIN AMESTEC CELOFIBRĂ-BUMBAC

— Pregătirea materialelor din celofibră tip bumbac ridică aceleași probleme ca și materialele din viscoză. Descleierea se face cu substanțe enzimatice, curățirea alcalină se face prin fierbere deschisă cu Na_2CO_3, iar albirea cu NaClO și H_2O_2. Toate tratamentele sînt mai ponderate din punct de vedere chimic și mecanic.

Pentru descleiere se impregnează materialul sub formă de foaie întinsă într-o flotă care conține : 2,5 g/l amidosol, 0,5—2 g/l acvafil, la *p*H 6,8—7 și temperatura de 45—50°C ; se depozitează 10—12 h, apoi se spală cu apă caldă (60—70°C) și rece. Curățirea alcalină se face prin fierbere deschisă în autoclavă cu 4—8 g/l Na_2CO_3, 1—2 g/l alcool gras sulfatat (cu riscul tuturor defectelor fierberii în autoclavă) sau prin spălare cu soluții care conțin : 2—4 g/l detergent și 1—2 g/l Na_2CO_3 pe mașini de spălat în funie. Albirea se face cu hipoclorit 1—2 g/l clor activ prin impregnare-depozitare în bazine, spălare, acidulare, tratare cu agent optic.

— Materialele din amestec : bumbac 84—67% cu celofibră 16—33% se prelucrează mai greu, prezența bumbacului necesitînd o curățire mai energică. De aceea, descleierea se face ca la bumbac ; curățirea alcalină prin fierbere deschisă în autoclavă în soluții cu 3—4 g/l NaOH, 1—2 g/l detergent și 1 g/l pirosulfit, presiunea 10—15 N/cm², durata 6—8 ore. Albirea se face cu H_2O_2 sau combinat NaClO—H_2O_2, în autoclavă sau în instalații pentru proces continuu. În acest din urmă caz, materialul se impregnează cu o soluție

cu : 3—4 g/l H_2O_2 30%, 1—1,5 g/l NaOH, 0,5 g/l agent de udare, 4—6 g/l silicat de sodiu, se aburește în pipă 30 min, la 95—98°C, se spală cu apă caldă și rece.

2.4.4. PREGĂTIREA ȘI ALBIREA MATERIALELOR DIN FIBRE POLINOZICE

Materialele din fibre polinozice 100% se finisează în condiții identice cu cele din celofibră 100%, iar amestecurile din bumbac-fibre polinozice 50/50 se prelucrează asemănător, dar nu identic cu țesăturile din bumbac 100%. Varietatea mare a fibrelor polinozice face ca și tehnologiile folosite să fie numeroase. În stabilirea acestora trebuie să se țină însă seama de următoarele : evitarea tensionării excesive a materialului umed, temperatura și concentrația soluțiilor de alcalii trebuie să fie mai reduse (zonă periculoasă sub 20°C și peste 90°C), iar concentrația hidroxidului de sodiu între 11,5—13,5%.

2.4.5. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN ACETAT SECUNDAR ȘI TRIACETAT DE CELULOZĂ

a. **Pregătirea materialelor din acetat secundar de celuloză.** Materialele din acetat secundar de celuloză (țesături sau tricoturi) au o rezistență mică la plesnire și o scădere a rezistenței în stare umedă cu 30%. Se prelucrează în cantități mici acetat secundar 100% și mai ales în amestec cu fire poliamidice și poliesterice sub formă de tricot.

Operațiile de pregătire se fac cu materialul în stare lată și includ : spălare, albire, uscare.

Materialul se impregnează la 60°C într-o flotă care conține : un agent de spălare anionic sau neionic (Romopal O, LN sau Slovaton O) 2 g/l ; tripolifosfat de sodiu (dacă apa este dură) și Trilon B (dacă apa conține ioni ai metalelor grele) cîte 0,5 g/l și un agent de albire optică, 5 g/l. Se stoarce și se depozitează 5 min la 60—70°C pentru desăvîrșirea reacției. Se clătește cu apă caldă și rece. Se avivează timp de 10 min la 35—40°C, cu un agent de avivare, după care se usucă la rama de uscat la 140°C.

b. **Pregătirea materialelor din triacetat de celuloză.** Spre deosebire de țesăturile din viscoză care se prelucrează după tehnologia materialelor din bumbac, țesăturile din triacetat de celuloză necesită două operații suplimentare, și anume termofixarea și tratarea alcalină (Silk-finish) ; aceasta din urmă pentru a da materialului aspect și tușeu asemănător cu al mătăsii naturale.

Firele de triacetat vin din filatură cu torsiune mare și nu necesită încleiere Dacă totuși unele fire mai puțin torsionate se încleiază cu substanțe solubile, descleierea se face cu soluții slab alcaline de detergent neionic (3—4 g/l) și 3—4 g/l amoniac 25%, la 65—75°C, timp de 1—2 h.

Obligatorie este însă operația de spălare (degresare) care se face în scopul înlăturării produselor de avivare folosite în filatură (emulsii de ulei mineral) și a altor impurități care ar putea da neuniformități la vopsire, modificări ale tușeului etc. Se folosesc băi cu 1—3 g/l emulgator neionic și 2—3 ml/l amoniac 25% la 60—75°C, timp de 15—30 min, sau băi cu 2—3 g/l alcool gras sulfatat la 90°C timp de 30 min.

Țesăturile din triacetat de celuloză 100% au un grad de alb bun din fabricație. Pentru a îmbunătăți însă gradul de alb, sau pentru a reduce ușoara îngălbenire produsă în timpul prelucrării, se folosesc substanțe fluorescente. Este indicat ca albirea să se facă după termofixare.

Materialele obținute din amestec triacetat cu alte fibre se albesc cu substanțele cunoscute (este indicată totuși albirea cu clorit de sodiu).

Termofixarea (tratarea termică) se bazează pe termoplasticitatea fibrelor. Supuse la temperaturi de peste 180°C timp de 30 s se produce eliminarea tensiunilor din fibră cu desfacerea legăturilor de hidrogen tensionate și stabilirea de noi legături în poziții netensionate. Se obține o îmbunătățire a luciului, a rezistenței la spălare, a vopsirilor, a revenirii din șifonare.

Tratamentul alcalin este de fapt o saponificare superficială a fibrelor, care la suprafață capătă un înveliș foarte fin de celuloză regenerată. Materialul devine mai suplu, se șifonează mai greu, capătă caracter antistatic permanent, se calcă la temperaturi mai ridicate și se îmbunătățește rezistența termică a vopsirilor cu coloranți de dispersie. Tratamentul se aplică materialelor din triacetat de celuloză 100% și celor din amestec cu procent mare de triacetat.

Operația constă în tratare cu soluții de NaOH la temperaturi de 85—95°C și se poate face pe cadă cu vîrtelniță, pe jigher sau în instalații continue.

Pe cada cu vîrtelniță se folosesc soluții cu 3,5 g/l NaOH la un raport de flotă : 1 : 25—1 : 40, la 85—95°C, timp de 1—2 h.

Pe jigher la un raport de flotă : 1 : 3—1 : 10 se lucrează cu o soluție de 2—4% NaOH (raportat la material), la 85—95°C, timp de 1—2 h.

Pe instalații continue se face o impregnare pe fulard cu 100 g/l NaOH, se aburește 40 s, la presiunea atmosferică cu abur saturat.

După tratamentul alcalin se face o spălare foarte intensă, urmată, dacă este cazul, de acidulare. Se recomandă o atenție deosebită la uniformitatea saponificării pe întreaga suprafață a materialului, pentru a nu obține neuniformități la vopsire.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

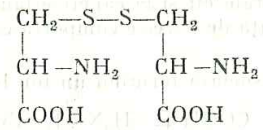
1. Care sînt principalele tipuri de fibre chimice din polimeri naturali și ce structură fizică au ?
2. Cum se comportă fibrele viscoză în operațiile de finisare ?
3. Cum se comportă fibrele triacetat în operațiile de finisare ?
4. Care sînt caracterele generale ale fibrelor chimice celulozice și ce măsuri speciale se cer la prelucrarea lor în condiții optime în operațiile de finisare ?
5. Ce operații suplimentare se fac la desancolarea materialelor din viscoză față de cele din bumbac ?
6. Albirea materialelor din viscoză se face :
   a) cu aceleași concentrații ale flotei de albire ca la bumbac ; *b)* cu concentrații reduse ?
   În ce condiții se execută pregătirea materialelor din celofibră ?
7. Care este metoda indicată pentru curățirea alcalină a materialelor din celofibră :
   a) fierberea în autoclavă sub presiune ; *b)* fierberea deschisă ; *c)* spălarea pe mașini de spălat în funie ?
9. La ce tratament suplimentar sînt supuse materialele din triacetat de celuloză ? Să se explice motivele.

2.5. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ

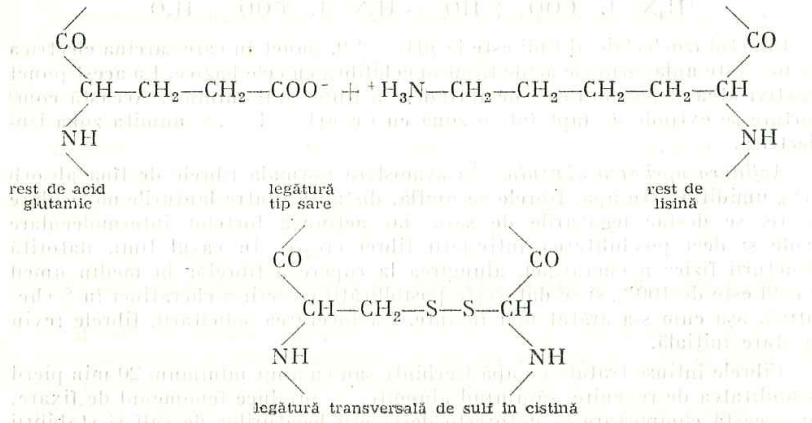
2.5.1. CARACTERISTICILE ȘI COMPORTAREA FIBRELOR DE LÎNĂ ÎN OPERAȚIILE DE FINISARE

Datorită proprietăților fibrelor de lînă (elasticitate și capacitate de împislire), în operațiile de pregătire, materialele din lînă își schimbă în mare măsură aspectul și caracteristicile. Operațiile de curățire se fac înainte de filare, sub formă de fibre, sau după filare, sub formă de fire și țesături.

a. **Compoziția și structura lînii.** Componenta de bază a linii este cheratina, o substanță macromoleculară din clasa proteinelor fibroase, insolubile (scleroproteine), formată din mai mulți aminoacizi, dintre care unii conțin sulf. Aminoacidul specific cheratinei este acidul α și amino β tiopropionic (cistina) $H_2N-CH(CH_2-SH)-COOH$, care prin oxidare se transformă în disulfura corespunzătoare (cistina) :



Lanțurile de macromolecule sînt unite între ele prin legături de hidrogen și formează straturi sau foi plane ; între plane se stabilesc legături transversale ce pot fi legături tip sare, între grupările acide și bazice libere ale resturilor de aminoacizi ($-COO^{-+}H_3N-$), sau legături de sulf ($-S-S-$) între resturile de cistină denumite punți cistinice.



La fibra neîntinsă lanțurile principale de cheratină au forma unor scări în spirală, în care fiecare rest de aminoacid corespunde unei trepte, iar într-o spiră intră 3,7 resturi de aminoacizi. Grupele peptidice sînt așezate în același plan, și între grupele $C=O$ și $-NH-$, aparținînd unor spire supra-

puse sau unor lanțuri vecine, se formează legături de hidrogen ce dau stabilitate acestei structuri. Lanțurile laterale ale aminoacizilor ies din spirală spre exterior și între ele se stabilesc legături de sulf sau sare.

Această structură este cunoscută ca α-cheratină. Întinse în apă rece, lanțurile principale se întind și se ajunge la o formă mai puțin ondulată (β-cheratina), care la încetarea efortului revine la starea inițială. Această comportare explică buna elasticitate a lînii.

Pe lîngă cheratină 28—74%, lîna conține impurități al căror procent este mai ridicat la lînurile fine. Dintre acestea, un procent de 5—26% sînt produse ale glandelor sebacee, un amestec de grăsimi (lanolină) și acizi grași liberi ; 2—11% sînt produse ale glandelor sudoripare formate din amestec de săruri de potasiu ale acizilor organici cu săpunuri de potasiu ale unor acizi organici saturați (butiric, stearic) ; 8—26% sînt impurități aderente (paie, scaieți, coloranți de marcare etc.) și 8—12% apă.

Împreună, produsele glandelor sebacee și sudoripare se cunosc sub numele de *usuc*.

b. **Proprietățile lînii.** *Caracterul amfoter.* Avînd grupe aminice (bazice) și acide atît în catenele laterale cît și la capetele lanțurilor macromoleculare, lîna are caracter amfoter ; față de baze se comportă ca un acid, și față de acizi ca o bază.

În soluție apoasă, lîna disociază formînd un ion bipolar (amfion) :

$$H_2N—L—COOH \rightleftarrows {}^{+}H_3N—L—COO^{-}$$

În prezența ionilor de hidrogen, lîna se comportă ca un cation :

$${}^{+}H_3N—L—COO^{-} + H_3O^{+} \rightarrow {}^{+}H_3N—L—COOH + H_2O,$$

iar în prezența grupelor OH^{-}, ca un anion :

$${}^{+}H_3N—L—COO^{-} + HO^{-} \rightarrow H_2N—L—COO^{-} + H_2O$$

Punctul izoelectric al lînii este la $pH = 4{,}9$, punct în care sarcina electrică a fibrei este nulă, grupele acide fiind în echilibru cu cele bazice. La acest punct reactivitatea și posibilitatea de întindere a fibrei sînt minime. Această comportare se extinde de fapt într-o zonă cu un $pH = 4 \ldots 8$, numită zonă izoelectrică.

Acțiunea apei și a aburului. În atmosferă normală fibrele de lînă absorb 17% umiditate. În apă, fibrele se umflă, distanța dintre lanțurile moleculare crește, se desfac legăturile de sare, iar acțiunea forțelor intermoleculare scade și deci posibilitatea întinderii fibrei crește. În cazul lînii, datorită structurii fizice a cheratinei, alungirea la rupere a fibrelor în mediu umed și cald este de 100% și se datorește posibilității trecerii α-cheratinei în β-cheratină, așa cum s-a arătat mai înainte. La încetarea solicitării, fibrele revin în stare inițială.

Fibrele întinse tratate cu apă fierbinte sau cu abur minimum 20 min pierd posibilitatea de revenire, rămînînd alungite. Se produce fenomenul de fixare, iar această comportare se datorește desfacerii legăturilor de sulf și stabilirii de noi legături în poziția întinsă, conform schemei :

$$\underset{\text{rest de cistină}}{R—S—S—R_1} + HOH \rightarrow RSH + \underset{\text{rest de acid sulfinic}}{R_1SOH}$$

$$R—SOH—H_2NR_1 \rightarrow R—S—NH—R_1 + H_2O.$$

Dacă tratamentul durează numai 2 min, legăturile de sulf desfăcute nu se pot reface, iar la încetarea solicitărilor, lanțurile macromoleculare se contractă sub influența forțelor de atracție intermoleculare. Deoarece legăturile transversale de sulf sînt desfăcute, echilibrul între forțele care acționau asupra lanțurilor macromoleculare nu se mai stabilește la forma de α-cheratină, ci contracția merge mai departe, pînă la forma de cheratină amorfă ; în acest caz se produce fenomenul de supracontracție, care duce la o scurtare a fibrei cu 30% din lungimea inițială neîntinsă.

Dacă acțiunea apei la fierbere sau a aburului durează un timp mai îndelungat, lanțurile peptidice se pot hidroliza, și fibra pierde din rezistență. Astfel, după o fierbere în apă sau o aburire de 12 ore, o țesătură pierde circa 30% din rezistență.

Acțiunea acizilor și a alcaliilor. În comparație cu fibrele celulozice, lîna este mai rezistentă la acizi și mai puțin rezistentă la alcalii.

În afară de desfacerea legăturilor tip sare, așa cum s-a arătat, acțiunea acizilor se manifestă și prin hidroliza legăturilor peptidice. Astfel, după o fierbere de 16 h într-o soluție de 20% HCl, lîna este hidrolizată complet pînă la aminoacizi. Acțiunea soluțiilor diluate, folosite uzual la vopsirea fibrelor de lînă, este mai redusă și nu degradează fibra.

Acțiunea alcaliilor este mult mai nocivă și duce la degradarea fibrelor prin distrugerea punților cistinice. Astfel, o soluție de 3% NaOH la cald dizolvă lîna imediat. Acțiunea carbonatului de sodiu este mai redusă, iar dacă temperatura nu depășește 50°C și *p*H-ul valoarea 10, degradările nu sînt apreciabile.

Acțiunea oxidanților. Oxidanții albesc lîna, distrugînd pigmenții naturali, dar exercită și o acțiune de degradare a fibrelor, care se manifestă prin oxidarea grupelor cistinice. Intensitatea degradării depinde de concentrație, temperatură, *p*H.

Degradarea oxidativă se poate produce și de către oxigenul din aer, sub influența luminii.

Acțiunea hipocloritului de sodiu se manifestă prin clorurarea lînii și se folosește ca tratament special pentru mărirea luciului și micșorarea capacității de împîslire.

Acțiunea temperaturii. Fibrele de lînă, în stare uscată, încălzite un timp mai îndelungat la 60—70°C nu sînt degradate, la 80°C devin fragile, iar la 100—150°C se îngălbenesc și devin rigide. Acțiunea de degradare este mult mai accentuată atunci cînd fibrele sînt în stare umedă.

2.5.2. SPĂLAREA LÎNII SUB FORMĂ DE FIBRE, PALE ȘI FIRE ȘI UTILAJE FOLOSITE

a. **Metode de spălare.** Spălarea se face în scopul înlăturării impurităților ce însoțesc fibrele și care ar îngreuia operațiile ulterioare. Lîna se spală sub forme de fibre, fire și țesături în instalații adecvate.

Spălarea înainte de filare se impune, deoarece grăsimea conținută în usuc face ca fibrele să se lipească între ele și de garniturile de cardă îngreunînd filarea. Spălarea după filare are ca scop și eliminarea substanțelor de ulciere folosite la filare.

În toate cazurile însă, prin spălare nu se vor înlătura total grăsimile care asigură elasticitatea fibrelor.

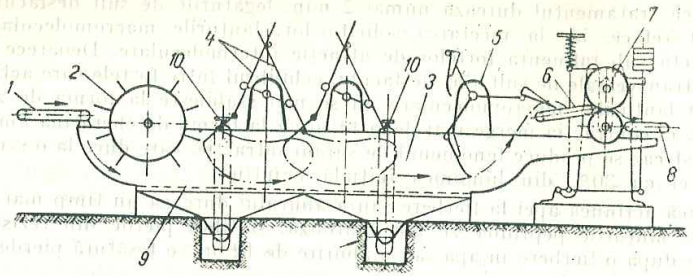


Fig. 30. Leviatanul pentru spălat lînă.

La spălarea lînii sub formă de fibre se va conduce astfel operaţia de spălare încît lîna pregătită pentru filare prin cardare să mai reţină 1,5–2% grăsimi, iar cea pentru filare prin pieptănare 0,8–1,3%.

Se cunosc trei metode de spălare:

— *Spălarea în mediu alcalin* (*p*H = 9,5–10).

— *Spălarea în mediu slab alcalin* (*p*H = 7,5–9).

— *Spălarea în mediu acid* (*p*H = 5,5).

Degradarea fibrelor nu se produce numai la spălare alcalină, ci şi la uscare, în cazul cînd nu au fost bine clătite, sau nu s-a respectat regimul de temperatură.

Spălarea firelor de lînă are ca scop înlăturarea uleiului depus pe fibre înainte de filare (oleina, uleiuri minerale emulsionate) în cantitate de 1–4% la firele pieptănate şi 4–8% la firele cardate.

Spălarea firelor pieptănate se efectuează pe aparate de vopsit cu soluţii ce conţin: 1–3 g/l alcool gras sulfatat Detersin sau Romopal şi 1–2 g/l amoniac 20%, raportul de flotă 1 : 13–1 : 15, temperatura 40°C, durata 30 min.

Pentru firele cardate se folosesc soluţii mai concentrate, iar firele uleiate cu oleină se spală numai cu soluţii de amoniac.

b. **Utilaje folosite la spălarea lînii sub formă de fibre.** Maşinile clasice pentru spălarea lînii, denumite leviatane (fig. 30), se compun din 4–5 căzi în care materialul fibros este antrenat în flotă cu ajutorul unor furci sau al unor greble.

Lîna desfăcută de un desfăcător şi depusă pe banda transportoare *1* este introdusă în flota din leviatanul *3* şi cu ajutorul tamburului *2*. Transportul lînii în flota de spălare se efectuează de către dispozitivele cu furci *4*. După ce a trecut prin ultima cadă, lîna este scoasă cu ajutorul dispozitivului *5* şi depusă pe banda transportoare *6*, stoarsă între cilindrii *7* şi introdusă în uscător cu ajutorul benzii transportoare *8*.

Partea inferioară a căzii este prevăzută cu un fund dublu perforat *9*, care permite strîngerea murdăriei în partea de jos a căzii, de unde este evacuată la canal prin ventilele *10*, fără a mai veni în contact cu materialul textil.

Pentru a se evita împîslirea lînii sub influenţa acţiunilor mecanice, pe care le suportă în timpul transportului în flotă, s-au construit *agregate de spălat* (fig. 31) la care lîna este transportată în flotă cu ajutorul unor tam-

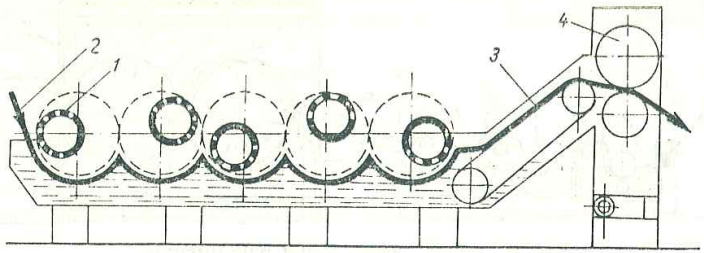


Fig. 31. Agregat cu tambure perforate pentru spălat lînă.

bure excentrice perforate *1*. Acestea se rotesc, iar la pătrunderea zonei perforate în baie, flota este aspirată în interior, astfel încît efectul de spălare este activat, iar lîna aderă la suprafaţa tamburului şi se deplasează o dată cu el. La ieşirea din baie a zonei perforate a tamburului, lîna adusă la suprafaţă este preluată de tamburul următor. Din ultima cadă de spălare materialul fibros *2* este preluat de banda transportoare *3* şi stors cu cilindri storcători *4*.

Regimul de lucru la spălarea lînii în leviatanul cu cinci bazine este dat în tabelul 3.

Tabelul 3

Principalele metode de spălare a lînii şi parametrii de lucru

Substanţe ajutătoare, parametri de lucru	Cada 1 înmuiere	Cada 2 spălare	Cada 3 spălare	Cada 4 spălare-clătire	Cada 5 clătire
Spălarea în mediu alcalin (săpun-sodă)					
Săpun [g/l]	—	2–3	2	1–2	—
Sodă calcinată [g/l]	1–2	3–4	1–2	—	—
Temperatura [°C]	45	45–50	50	50	25–30
*p*H	9,5	10,5	10,8	9,2	7,8
Spălarea în mediu slab alcalin (sodă-detergenţi sintetici)					
Detergent sintetic [g/l]	—	0,5	0,5	0,5	—
Sodă calcinată [g/l]	1–2	0,75	—	—	—
Temperatura [°C]	45	45	50	50	30
*p*H	9,5	8,5–9	8	7,5	7,2
Spălarea în mediu acid (acid formic-detergenţi sintetici)					
Agent neionic [g/l]	0,75	0,6	0,3	—	—
Acid formic 85% [mg/l]	0,2	0,1	0,1	—	—
Temperatura [°C]	45	50	55	30	rece
*p*H	5–6	5,5	5,5	5,5	5,5

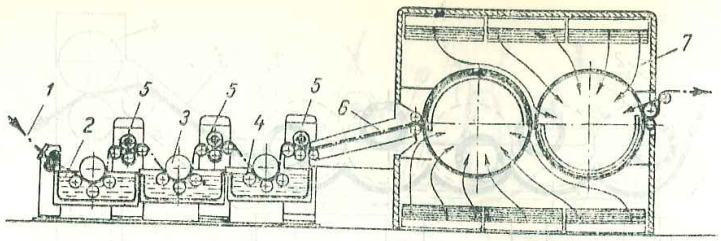


Fig. 32. Agregat pentru spălat pale (liseusă).

e. **Utilaje pentru spălarea lînii sub formă de pale.** Se folosesc maşini de spălat denumite liseuse (fig. 32), în care benzile de material fibros *1* sînt conduse în căzile de spălare *2*, cu ajutorul tamburelor *3* şi a rolelor conducătoare *4*, care efectuează şi o uşoară stoarcere. La ieşirea din fiecare cadă se efectuează stoarcerea, prin presare cu cilindri storcători *5*. În final, palele sînt preluate de banda transportoare *6* şi introduse în uscătorul *7* cu tambure perforate, care efectuează uscarea prin aspiraţia aerului cald prin materialul textil.

d. **Utilaje pentru spălarea firelor sub formă de sculuri.** Se folosesc maşinile de vopsit în scul sau agregate de spălat în proces continuu.

2.5.3. SPĂLAREA ŢESĂTURILOR DE LÎNĂ ŞI UTILAJE FOLOSITE

a. **Operaţii preliminare spălării.** Ţesăturile intrate în secţia de finisaj înainte de spălare sînt supuse următoarelor operaţii : controlul şi notarea defectelor, care se face cu o cretă colorată, curăţirea de noduri şi scame şi corectarea unor defecte (repansare) ; marcarea ce se face cu maşina de cusut, şi cuprinde numărul bucăţii, articolul, lungimea şi calitatea ; întocmirea partizilor care constă în gruparea a 4—8 bucăţi cu caracteristici comune (articol, masă, lungime, nuanţe apropiate etc.).

b. **Scopul spălării, factorii ce influenţează spălarea.** Scopul spălării constă în înlăturarea unor defecte a ţesăturilor crude şi în obţinerea unor efecte noi.

Ţesăturile crude sînt aspre la pipăit, unsuroase, au culoarea neclară şi miros neplăcut, nu se pot vopsi, se murdăresc uşor, sînt slab termoizolatoare şi au tendinţa de a-şi micşora dimensiunile în mediu umed. Cauzele acestor defecte sînt cunoscute ca provenind din operaţiile anterioare.

În urma spălării, ţesăturile capătă un tuşeu mai plăcut, luciu, culori mai vii, se pot vopsi şi prelucra în continuare mai uşor, sînt mai călduroase şi se şifonează mai greu. În concluzie, operaţia de spălare asigură o curăţire şi o destindere a ţesăturii. Destinderea se realizează prin eliminarea tensiunilor din fibre care practic se manifestă prin intrarea în lungime şi în lăţime a ţesăturii. Această intrare este favorizată de următorii factori :

— *Scurtarea fibrelor.* În mediu umed, prin desfacerea legăturilor transversale de sare $-COO^- H_3N^-$ şi în parte a legăturilor de sulf din punţile disulfitice, posibilitatea de revenire a fibrei tensionate creşte.

Totodată, soluţia de spălare acţionează ca un lubrifiant şi favorizează alunecarea fibrelor între ele.

— *Scurtarea fibrelor.* În apă, firele se umflă cu 20% şi se lungesc numai cu 1%. O dată cu aceasta creşte şi diametrul firului, iar fibrele înfăşurate

în spirală în jurul axei firului ar trebui să se întindă. Acest lucru nu este posibil, iar forţele care apar fac ca unghiul de înfăşurare a fibrelor să se micşoreze, iar firul să se scurteze.

— *Scurtarea ţesăturilor.* Umflarea firelor duce la o scurtare a ţesăturilor, care se produce prin faptul că firele de bătătură, fiind mai groase şi cu torsiune redusă, se umflă mult, iar cele de urzeală, care sînt mai subţiri şi mai răsucite, se umflă mai puţin şi sînt obligate să parcurgă un drum sinuos în jurul fibrelor de bătătură. Tensiunile ce apar în acest proces fac ca ţesătura să se scurteze, ajungînd la o structură stabilă, cu ambele sisteme de fibre îndoite uniform, structură care se menţine după spălat.

Factorii ce influenţează spălarea sînt : *p*H-ul, temperatura, durata, duritatea apei, adaosurile şi acţiunile mecanice de agitare şi frecare.

— *p*H-ul influenţează spălarea în măsura în care, modificînd sarcina electrică a fibrei, ajută la îndepărtarea impurităţilor prin respingere electrostatică. Cele mai indicate valori ale *p*H-ului se află între 5 şi 10, cînd fibrele sînt încărcate negativ. Posibilitatea de spălare creşte cu *p*H-ul, depinzînd şi de natura agenţilor de spălare folosiţi.

La valori ale *p*H-ului sub 5, fibrele se încarcă pozitiv şi posibilitatea de spălare scade. Se aplică totuşi la spălarea unor ţesături vopsite cu coloranţi care sîngerează. În acest caz se folosesc detergenţi neionici.

— Temperatura uzuală este de 50°C şi nu trebuie depăşită ; pentru ţesăturile care sîngerează sau formează uşor cute, temperatura nu va depăşi 30°C.

— Durata trebuie să asigure o înlăturare a impurităţilor de pe material ; prelungind spălarea la o ţesătură foarte murdară, fără îndepărtarea flotei impurificate, are loc o reprecipitare a murdăriei pe fibre.

— Duritatea sporită a apei duce la un consum sporit de săpun (se formează săpunuri insolubile de Ca şi Mg care se pot depune pe material), şi la o diminuare a acţiunii detergenţilor sintetici. Efectele durităţii apei se previn prin folosirea unor agenţi complexanţi.

Adaosurile uzuale sînt : săpunul, despre a cărui acţiune s-a vorbit, Na_2CO_3 (creează *p*H-ul necesar şi saponifică acizii graşi) şi NaCl sau Na_2SO_4 care în mediu neutru au rolul de a reduce afinitatea agenţilor de spălare (anioni activi) pentru lînă şi astfel de a le mări puterea de spălare.

c. **Utilaje pentru spălat ţesături.** 1) **Maşini de spălat în funie.** În principiu, spălarea are loc sub formă de funie prin îmbibări şi stoarceri, repetate.

— *Maşina clasică de spălat în funie* (fig. 33, *a*). Ţesătura *1*, antrenată şi stoarsă de cilindri *2*, trece peste vîrtelniţa *3* şi este depusă în cada *4*, unde se îmbibă în soluţia de spălat. Trece peste cilindrul conducător *5*, apoi prin grătarul *6* care are rolul de a desface funiile şi de a opri maşina la formarea unui nod, şi ciclul se repetă din nou.

În timpul clătirii, apa caldă sau rece este stropită pe material prin conductele *7*, iar flota murdară se strînge în cada *8*, de unde este evacuată parţial la canal printr-o conductă laterală. Menţinerea unui anumit nivel în flotă la clătire se realizează prin intermediul conductei *9*, care poate fi înclinată după necesităţi. Încălzirea apei de clătire se face cu abur ce se trimite direct în conductă sau cu apă fierbinte.

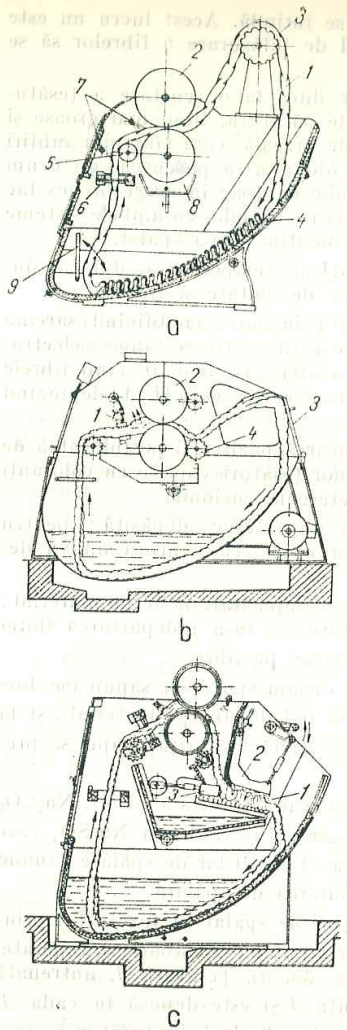


Fig. 33. Mașini de spălat în funie :
a — mașină clasică ; *b* — mașina cu duze ; *c* — mașina cu canal de îndesare.

În mașină se introduc 6 — 10 bucăți de țesătură de 40 — 50 m fiecare, de aceeași grosime și culoare. Viteza de lucru este 75 — 95 m/min și se poate regla uneori cu un variator continuu PIV.

Cilindrii storcători se construiesc din lemn de stejar sau din țeavă de oțel cauciucată cu cauciuc moale pentru cilindrul superior și dur pentru cel inferior.

Presiunea pe cilindrul superior se realizează cu ajutorul unor pîrghii cu greutăți, arcuri spirale sau late, hidraulic sau pneumatic. Metoda pneumatică oferă avantajul realizării unei presiuni elastice cu posibilități ușoare de reglare.

Cada se construiește din lemn sau oțel inoxidabil.

Mașina are un bun efect de curățire și destindere și o producție mare.

— *Mașină rapidă de spălat cu duze* (fig. 33, *b*). Această mașină este prevăzută cu sistemul de duze *1*, montat în fața cilindrilor storcători *2*. Duza este formată dintr-o țeavă de oțel inoxidabil cu pereți dubli și perforată în interior. Funia de țesătură care trece prin duză este stropită intens din toate părțile cu flota de spălare trimisă asupra materialului cu o pompă ce realizează o presiune de 2 — 3 N/cm². Prin aceasta se intensifică procesul de săpunire-clătire și se reduce durata spălării cu 50 — 60% la țesăturile din lînă cardată și 20 — 40% la țesăturile din lînă pieptănată.

La ieșirea din duză, sub influența presiunii apei care a pătruns în țesătură funia se umflă și se balonează, iar pericolul formării cutelor se reduce.

Pe peretele din spatele mașinii se găsește placa de lovire *3*, care poate fi apropiată sau depărtată de cilindrii storcători prin comandă pneumatică, reglînd forța de lovire și acțiunea de îndesare și prin aceasta, contracția în lungime a țesăturii. Această acțiune este completată cu lovirea țesăturii de cilindrul de desprindere *4* și influențată de viteza țesăturii care se mărește la 100 — 200 m/min.

Duzele se pot schimba (d = 100 mm, 120 mm, 140 mm) astfel încît mașina permite să se lucreze țesături de diferite grosimi (300 — 1 000 g/ml).

— *Mașina de spălat-piuat* (fig. 33, *c*). Este prevăzută cu canalul de îndesare *1*, cu presiune reglabilă de placa superioară *2*. Acțiunea de îndesare se efectuează de către ciocanul *3*, cu mișcare alternativă (150 deplasări/min). Mașina permite să se efectueze o ușoară piuare la țesături din lînă pieptănată.

— *Agregatele de spălat în funie* formate din mai multe mașini de spălat, montate în serie. Prin fiecare mașină, țesătura trece în spirală. Numărul mașinilor se alege în funcție de viteza de lucru. Se pot folosi astfel patru mașini pentru săpunit și șase mașini pentru clătit.

2) **Mașini de spălat în lățime.** Se folosesc pentru spălarea țesăturilor tip lînă pieptănată, care sînt sensibile la acțiuni mecanice și pot forma cute sau spărturi, dacă sînt spălate pe mașini de spălat în funie. Folosirea lor se intensifică, fiind cerută de introducerea fibrelor chimice la fabricarea țesăturilor.

— *Mașina de spălat cu cilindri canelați* (fig. 34, *a*). Țesătura *1* trece prin mașină în foaie lată, fiind antrenată și stoarsă de cilindrii cauciucați *2*, cu diametrul mic, asupra cărora se exercită o presiune mecanică sau pneumatică. Spălarea este activată cu ajutorul cilindrilor canelați *3*, așezați în cada *4* pentru flota murdară, care exercită asupra materialului o acțiune de frecare. Conducerea corectă a țesăturii în mașină se face cu ajutorul dispozitivului *5*.

Mașina are productivitate mică, efect de curățire și destindere redus, însă permite evitarea formării cutelor.

Mașini de spălat cu alte sisteme de activare a spălării. Activarea spălării se poate realiza cu un clopot așezat în cada cu flotă murdară. Acesta are o mișcare de deplasare în sus și în jos și aspiră flota prin material. Același lucru se realizează trecînd materialul peste doi cilindri perforați, flota fiind aspirată din interiorul cilindrilor.

— *Mașina de spălat cu canal de îndesare* (Kontilana) (fig. 34, *b*) are în cada cu flota murdară un clopot cu mișcare de deplasare în sus și în jos care aspiră flota prin material. Canalul de îndesare *3* cu placa mobilă *2*, prevăzută cu cilindri cauciucați și cu ciocanul *1* cu mișcare alternativă, permit să se efectueze o destindere și o ușoară piuare a țesăturii.

Acțiunea de spălare se continuă pe banda de spălare *4*, care are o viteză reglabilă și poate prelua cantități variabile de țesătură (100 — 600 m). Aici se face o stropire intensă cu sistemul de duze *5*, în care flota este trimisă cu o pompă de recirculare la presiunea de 30 N/cm². Atunci cînd flota este murdară, se elimină la canal. Deoarece în timpul deplasării în cadă, țesătura nu vine în contact cu flota murdară, clătirea se realizează într-un timp foarte scurt.

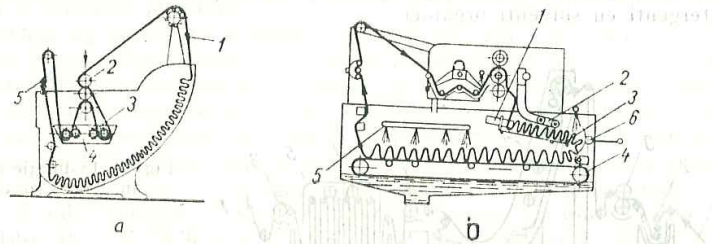


Fig. 34. Mașini de spălat în lățime :
a — cu cilindri canelați ; *b* — cu canal de îndesare.

Viteza țesăturii se poate regla continuu în limitele 8—30 m/min, cu ajutorul unui variator.

Mașina poate lucra în proces continuu prin cuplarea mai multor mașini (2—3 pentru spălat și 1—2 pentru clătit). Agregatul poate fi desfăcut oricînd, iar mașinile pot lucra independent.

3) **Instalație de spălat în proces continuu** (fig. 35). Se folosește pentru țesături de lînă, lînă cu poliester, semilînă, celofibră. Țesătura *1* se îmbibă în fulardul *2*, este stoarsă de cilindrii storcători *3*, relaxată prin batere cu cilindrii bătători *4* și spălată în compartimentul *5*. La alte tipuri de mașini, activarea spălării și relaxarea se obțin prin batere cu ajutorul unor ciocane.

4) **Regimul de lucru.** Se stabilește pentru fiecare partidă în parte, în funcție de gradul de murdărie, de structură, masă, materie primă și constă în principiu din :

— spălarea propriu-zisă sau săpunirea care se face cu o soluție ce conține 10—20 g/l Na_2CO_3 și 5—10 g/l săpun sau 1—4 g/l detergent anionic sau neionic timp de 20—25 min, raportul de flotă 1 : 4—1 : 10. Un raport mic de flotă duce la economie de agenți de spălare, un raport mare de flotă se folosește la țesăturile care pot forma cute. Clătirea se face cu apă caldă (45—25°C) și debit mic, timp de 20—30 min, apoi cu apă care se răcește la 25—20°C, cu debit mijlociu, 10—20 min și cu apă rece cu debit puternic 60—90 min. Se urmărește valoarea *p*H-ului care trebuie să fie în jurul lui 7. Dacă este cazul, se face o acidulare cu o soluție de acid acetic la un *p*H=4,5, pentru înlăturarea sărurilor de calciu și înviorarea culorilor.

La clătire se va evita diluarea bruscă a primei flote sau răcirea flotelor pentru a nu avea loc o reprecipitare a impurităților și o depunere a acestora, pe material.

Cînd spălarea se face înainte de piuare, se recomandă umezirea cu apă la 20—40°C, timp de 20—30 min ; de asemenea, dacă încleierea s-a făcut cu amidon, acesta trebuie înlăturat prin scindare cu substanțe enzimatice.

d. **Defectele de spălare** sînt :

— Cutele, care apar la spălarea în funie, datorită concentrației mari de săpun, nerespectării altor parametri. Se evită folosind apă caldă la înmuiere și clătire, temperaturi mai mici, coaserea în sac, desfacerea bucăților în timpul lucrului, presiunea mai redusă a cilindrului superior. Cutele mai apar la o depozitare defectuoasă înainte de uscare, cînd materialul, cald încă, se depune în cantitate mare, un timp îndelungat. Se remediază prin fierbere și fixare sau o piuare slabă.

— Tușeul unsuros și mirosul neplăcut al țesăturii provine de la o spălare insuficientă. Se remediază printr-o nouă spălare în flota cu adaos de detergenți cu solvenți organici.

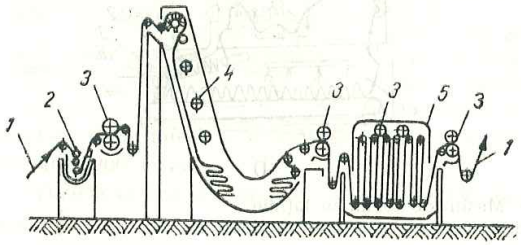


Fig. 35. Instalație de spălat în proces continuu.

— Șingerarea culorilor cînd temperatura flotei alcaline a fost prea mare. Remedierea este dificilă, se poate încerca o decolorare cu o soluție de hidrosulfit 1—2 g/l.

— Pete provenite din migrarea colorantului cînd la întocmirea partizilor spălate pe aceeași mașină s-au pus bucăți de culori diferite ; sau provenite din depunerea săpunurilor de Ca și Mg (apă dură).

2.5.4. ALBIREA LÎNII ȘI A MATERIALELOR DIN LÎNĂ

Materialele din lînă se albesc rar. Se albește numai lîna „albă" care după spălare are o culoare gălbuie-cenușie. Lîna natural colorată, în general, nu se albește.

Se folosesc în general substanțe reducătoare (albire reductivă) care degradează în mai mică măsură fibra, cum sînt hidrosulfitul de sodiu și Blankit I (amestec de hidrosulfit cu fosfat de sodiu). La bioxidul de sulf, folosit în trecut, s-a renunțat.

Chimismul albirii constă în reducerea grupelor cromofore de către hidrogenul pus în libertate de hidrosulfit, conform reacției :

$$Na_2S_2O_4 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,NaHSO_3 + H_2$$

Prin nerespectarea parametrilor de lucru poate avea loc o distrugere a punților cistinice și obținerea unor produse de degradare reductivă a lînii, conform reacțiilor :

$$R{-}CH_2{-}S{-}S{-}CH_2{-}R + NaHSO_3 \rightleftarrows R{-}CH_2{-}S{-}SO_3Na + R{-}CH_2{-}SH$$

$$R{-}CH_2{-}S{-}S{-}CH_2{-}R + H_2 + NaHSO_3 \rightarrow 2\,R{=}CH_2 + NaHS_2O_3 + SH_2$$

Dacă conform primei reacții reversibile, prin spălare se refac punțile cistinice, după cea de-a doua reacție degradarea este definitivă.

Regimul de lucru. Materialul se spală cu o soluție care conține 1 ml/ amoniac 25%, 1 g/l agent anionic de spălare, la 40—50°C, timp de 30—45 min, apoi se tratează cu soluția de albire care conține 3—4 g/l Blankit I la 45—50°C timp de 2—3 h și se clătește cu apă caldă și rece.

Albul obținut se îngălbenește prin depozitare în timp, mai ales în urma tratamentelor cu substanțe alcaline. Are loc un proces de oxidare, cu refacerea grupelor cromofore.

Pentru un grad de alb superior se poate face un tratament cu agenți optici de albire specifici lînii, în soluții cu 0,2—1%, cu adaos de 5% acid acetic 50% sau 2,5% acid formic 85%, la 20—70°C, timp de 30—45 min, dar fără o eficiență deosebită.

b. **Albirea cu substanțe oxidante** (albire oxidativă). Se folosește apa oxigenată și peroxidul de sodiu. Chimismul albirii cu apă oxigenată constă în oxidarea grupelor cromofore ale fibrei. Și în acest caz, nerespectarea parametrilor de lucru poate duce la degradarea fibrelor prin desfacerea punților de sulf și obținerea unor produși de oxidare (acizi sulfonici și sulfinici).

Regimul de lucru. Materialul se impregnează cu o soluție care conține : 15—30 ml/l H_2O_2 35% ; 1—2 g/l pirosulfat de sodiu cristalizat (stabilizator) și 0,5—1,5 ml/l amoniac concentrat (pentru crearea *p*H-ului 9—9,5), la temperatura de 55°C. Se lasă 6—12 h sau o noapte, se clătește foarte bine cu apă multă și în ultima apă se adaugă 0,5—1 ml/l acid acetic 50% pentru neutralizare.

Pentru obținerea unui grad de alb superior cu o degradare mai redusă a fibrelor se poate face o albire mixtă oxidativ-reductivă. După albirea cu H_2O_2 se face albirea reductivă cu compuși ce pot conține și agenți optici sau cu hidrosulfit de sodiu, urmată de albire cu agenți optici.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este structura chimică a cheratinei, prin ce se caracterizează ?
2. Cum se explică rezistența mai mare a fibrelor de lînă față de acizi decît față de alcalii ?
3. Ce se urmărește prin spălarea lînii sub formă de fibre. Dar prin spălarea țesăturilor ?
4. Care sînt defectele de spălare, cum se previn și cum se remediază ?
5. De ce parametri trebuie să se țină seama la spălarea materialelor din lînă ?
6. Pe care utilaj pericolul de împîslire a lînii în procesul de spălare este mai redus :
   a) pe agregatul cu tambure perforate ; *b)* pe leviatanul cu furci ; *c)* pe leviatanul cu greble ?
7. La care mașină de spălat în funie a țesăturilor de lînă, efectul de spălare este mai intens :
   a) la mașina clasică ; *b)* la mașina cu duze ?
8. La care mașină efectul de împîslire este mai intens :
   a) la mașina cu canal de îndesare ; *b)* la mașina cu duze ?
9. Cum se activează operația de spălare la mașinile de spălat în foaie întinsă ?
10. Ce agenți de albire se folosesc pentru albirea lînii ?
11. Cum se explică degradarea fibrelor de lînă la albirea reductivă ? Dar la albirea oxidativă ?

2.5.5. PIUAREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ, MAȘINI DE PIUAT

a. **Scopul și principiul piuării.** Piuarea se face în scopul obținerii unor țesături mai moi, cu tușeu plăcut, cu bune proprietăți termoizolante și cu aspect frumos al suprafeței.

În principiu, piuarea se realizează prin supunerea țesăturii umezite cu soluții alcaline sau acide, unor acțiuni mecanice de frecare, lovire și presare. Are loc o deplasare a fibrelor, o încîlcire a acestora, care duce la contracție în lungime și lățime și la o creștere a grosimii.

Aceste efecte se obțin datorită capacității fibrelor de lînă de a se împîsli. Împîslirea se produce prin migrarea fibrelor într-un singur sens (vîrf-rădăcină), determinată de prezența solzilor îndreptați cu vîrful spre vîrful fibrei și favorizată de elasticitatea fibrei. În deplasarea lor, fibrele antrenează după ele alte smocuri de fibre, formînd ochiuri și sinuozități.

b. **Factorii care influențează piuarea.** Capacitatea de piuare depinde de natura amestecului de fibre, de felul și de structura firelor și a țesăturilor și de condițiile de lucru.

— Finețea fibrelor. Fibrele fine și ondulate se împîslesc mai ușor decît fibrele groase și drepte.

— Natura amestecului de fibre. Capacitatea de piuare este maximă la țesăturile din lînă și scade la țesăturile din amestec cu alte tipuri de fibre în următoarea ordine : poliesterice, poliacrilonitrilice, poliamidice, acetat, vîscoză.

— Structura firului și a țesăturii. Firele cardate, mai puțin torsionate, groase, se piuază mai bine decît cele pieptănate, puternic răsucite sau subțiri. O țesătură cu legătură diagonal sau atlaz, cu flotări lungi, se va piua mai ușor decît o țesătură cu legătura pînză ; de asemenea se piuază ușor

țesăturile cu desimi medii și cele la care firele de bătătură sînt torsionate diferit.

— Umiditatea variază între 80—110%. Este necesară pentru umflarea fibrelor, desfacerea solzilor și creșterea elasticității fibrelor.

— *p*H-ul. La valori ale *p*H-ului între 4 și 8 corespunzător zonei izoelectrice, posibilitatea de împîslire este minimă. În mediu alcalin împîslirea este maximă la *p*H = 10 ; în mediu acid împîslirea crește o dată cu scăderea *p*H-ului. Practic se lucrează la *p*H 9—10.

— Temperatura folosită este între 40 și 45°C ; la o temperatură mică se obține o piuare de adîncime, la una mai mare o piuare de suprafață.

— Agenții activi de suprafață. Săpunul de oleină sau săpunul pastă se adaugă în cantități mici pentru piuări de suprafață ; umezește fibrele, le umflă, menține constant *p*H-ul și este lubrifiant, înlesnind migrarea fibrelor. Se poate înlocui parțial sau total cu ulei de ricin sulfatat, iar pentru piuări ușoare se înlocuiește cu alți agenți tensioactivi (Romopal, Detersin, alcool gras sulfatat).

La piuarea țesăturilor crude care au fost uleiate se folosesc detergenți cu solvenți organici (aldetal). Ca lubrifiant se mai folosesc amidonul scindat și carboximetil-celuloza.

— Operațiile anterioare pot influența piuarea. Astfel, la piuarea înainte de spălare, împîslirea este activată de contracțiile ce se produc prin eliminarea tensiunilor din fibre, în timp ce piuarea materialelor vopsite în fibre cu coloranți de crom este îngreuiată de elasticitatea redusă a acestora.

— Acțiunile mecanice de frecare, presare, lovire efectuate de mașini se reglează în funcție de efectul dorit.

c. **Mașini de piuat.** În funcție de modul de prezentare a materialului textil se folosesc mașini de piuat țesături, pîsle, cloșuri de pălării.

Piua cu cilindri (fig. 36). Țesătura în formă de funie continuă, antrenată în mașină de către ruleta *1* și tamburul *2* cu viteza de 140—250 m/min este îndesată în canalul de îndesare *3* și se depune în cadă. Trece apoi prin grătarul *4* care desface funiile, peste cilindrul conducător *5* și printre cilindrii verticali *6* și plăcile de ghidare *7* și este preluat din nou de tambur și ruletă. Reglarea intrării în lungime se obține prin modificarea presiunii pe ruletă și canalul de îndesare, iar a intrării în lungime, prin reglarea distanței și a presiunii între cilindrii verticali și plăcile de ghidare. Umezirea materialului cu soluția de piuat se face prin stropire în zona de intrare între organele active ale mașinii. Mașinile noi au toate piesele, care vin în contact cu soluția de piuare din oțel inoxidabil pentru a evita coroziunea ce apare la piuarea acidă.

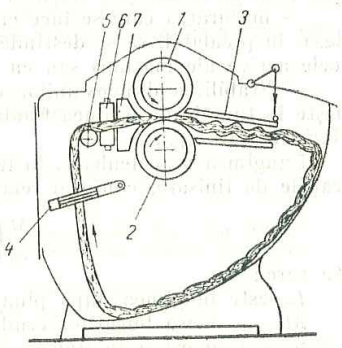


Fig. 36. Piua cu cilindri.

Piua cu ciocane (fig. 37) este formată din cada de lemn *1*, în care materialul textil îmbibat în soluția de piuare este bătut cu două ciocane *2* din lemn acționate de la un motor prin intermediul unui arbore cotit *3*. Ciocanele lovesc alternativ materialul cu o frecvență de 100—200 bătăi/min și o amplitudine de 320 mm. Acțiunea este energică,

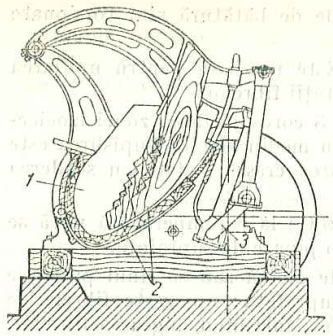


Fig. 37. Piua cu ciocane.

iar mașina produce o scămoșare a suprafeței pentru pîsle, postavuri, bascuri, cloșuri de pălării.

Piua multicilindru este formată din trei rînduri de cilindri orizontali, rifelați, care au o mișcare de rotație.

Mașina se folosește pentru împîslirea cloșurilor de pălării și a mînușilor.

d. Regim de lucru la piuare. Stabilirea regimului de lucru se face în funcție de efectele urmărite și de locul piuării în procesul tehnologic.

Astfel :

— Destinderea materialului și un tușeu moale se obține la țesături din lînă pieptănată printr-o piuare ușoară 15—30 min (batere la piuă), în mediu neutru pentru ca legătura să rămînă lizibilă și în mediu alcalin pentru ușoară acoperire. Contracția în lungime este de 3—5% și în lățime de 5—10%.

— Suprafața acoperită cu legătură puțin vizibilă se obține pe țesături din fire cardate prin piuare în mediu alcalin 60—90 min.

— Tușeul plin, piuare în adîncime se obține pentru postavuri, stofe de paltoane, prin piuare alcalină prelungită 180—300 min, contracțiile în lungime de 20—30% și în lățime 30—40%.

— Piuarea înainte de spălare, „piuarea în grăsime" este economică, deoarece reduce o serie de operații. Materialul se piuază după o prealabilă săpunire, cu un adaos de Na_2CO_3 (dacă uleierea a fost făcută cu oleină) și cu săpun + detergenți (dacă s-a folosit ulei de tors).

— Piuarea după spălare se face pentru materiale foarte murdare ; în acest caz, în soluția de piuare se reduce cantitatea de sodă.

Fazele procesului de piuare sînt :

— controlul mașinii, introducerea bucăților și scoaterea capetelor (pentru țesăturile piuate superficial se folosesc două funii, pentru cele piuate în adîncime una singură) ;

— piuarea propriu-zisă (se mărește treptat presiunea pe canal și se îndepărtează încet cilindrii verticali pe măsura intrării în lungime) ;

— măsurarea care se face cu metrul (bucățile scoase pentru măsurat se lasă, în prealabil, să se destindă 10—15 min, neexercitînd presiuni pe organele active ale mașinii) sau cu contorul.

— Stabilirea dimensiunilor materialului. Lățimea după piuare se stabilește în funcție de lățimea finală, ținînd seama de intrările în operațiile ulterioare (3—5%).

Lungimea se calculează în funcție de masa finală și de pierderile în operațiile de finisare, conform relației :

$$L_p = \frac{M}{m}\left(1 + \frac{p}{100}\right)\left(1 + \frac{a}{100}\right),$$

în care :

L_p este lungimea după piuare, în m ;
M — masa bucăților crude, în g ;
p — pierderi în finisare, în % ;
m — masa materialului, în g/m ;
a — alungiri în operațiile ulterioare, în %.

Pierderile de masă la piuat-spălat variază după natura materialului și durata piuării. Astfel, pentru țesături din lînă pieptănată cu piuare slabă pierderile sînt de 6—7% ; la țesături de lînă cardată cu piuare medie p = = 20—22%, la piuare puternică p = 26—30%.

Exemple de soluții pentru piuat :

— La piuarea în mediu alcalin : 10—30 g/l săpun de oleină 60% și 15—25 g/l sodă calcinată. La începutul piuării, *p*H-ul este 9,5, iar la sfîrșit 9.3. Dacă piuarea se execută după spălare, adaosul de sodă se reduce la 5—10 g/l, iar de săpun crește la 20—40 g/l.

— La piuarea în mediu neutru : 15—20 g/l alcool sulfatat sau Romopal și eventual 10—15 g/l Aldetal. Se pot folosi și agenți neionici.

— La piuarea în mediu acid : 10—35 g/l acid sulfuric sau formic sau 30—50 g/l acid acetic ; 10—20 g/l agenți anionici rezistenți în mediu acid (alcool gras sulfatat, Detersin).

e. Defectele de piuare. Apar ca urmare a nerespectării parametrilor de lucru și în majoritate nu pot fi remediate, de aceea se impune prevenirea lor. Principalele defecte sînt :

— cute de piuă, care pot fi la capetele materialului, provocate de coacerea greșită a capetelor, sau pe întreg materialul, provocate de trecerea prin mașină a materialului îndoit în același loc de o soluție de săpun prea consistentă ; de un conținut mare de fibre celulozice. Se previn prin coasere în tub (țesături din fire pieptănate), piuare la rece cu funii puține, reducerea umidității la 95% sau hidrofobizarea preliminară a fibrelor celulozice, reducerea presiunii și a vitezei la începutul piuării și mărirea lor treptată pe parcurs ;

— locuri bătute (îngroșate), provin de la desfacerea defectuoasă în timpul piuării, margini țesute greșit sau curățiri greșite de scame și noduri ;

— locuri roase ; apar la țesăturile prea uscate sau cînd dispozitivul de oprire automată este defect ;

— găuri sau rupturi pe material ; apar atunci cînd au pătruns corpuri străine ca pietre, cuie ; cînd garnitura cilindrilor este degradată ; cînd distanța dintre cilindri și capacele canalului este peste valorile normale (0,7—1 mm) ;

— crețuri și lățime neuniformă ; apar cînd bătătura conține fire străine ;

— acoperiri insuficiente (desenul este vizibil), materialul nu are elasticitate, fie din cauza unui amestec de fire necorespunzător, fie a unei piuări accelerate ;

— piuarea exagerată sau insuficientă, cînd parametrii de lucru nu au fost respectați. Se poate remedia prin repetarea corectă a piuării.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este scopul piuării ? Ce proprietăți noi capătă materialul prin piuare ?
2. Care este principiul piuării și pe ce proprietăți ale fibrelor se bazează ?
3. Ce factori influențează piuarea ?
4. Care sînt cele mai grave defecte de piuare și ce cauze au ?
5. Pentru obținerea unei stofe de palton se face :
   a) o piuare ușoară ; *b)* o piuare acidă ; *c)* o piuare alcalină prelungită ?
6. Ce se întîmplă la piuă dacă se mărește presiunea pe capacul canalului de îndesare :
   a) scade viteza materialului ; *b)* cresc intrările în lungime ?
7. Pentru ce se folosește piua cu ciocane, dar piua multicilindru ?

Aplicație

Să se stabilească lungimea după piuat a unei bucăți de stofă, cunoscînd că masa înainte de piuat este 49 kg, pierderile la piuare sînt 20%, alungirile în operațiile ulterioare, 3%, iar masa materialului finit, de 1 000 g/m.

2.5.6. FIXAREA ȚESĂTURILOR DIN LÎNĂ. UTILAJE FOLOSITE

a. **Scopul și principiul fixării.** Țesătura crudă vine în finisaj cu tensiuni interne în fibră și fir, introduse în operațiile de filare, țesere și cu stabilitate dimensională necorespunzătoare.

Supusă operațiilor de curățire sau vopsire, țesătura se va deforma, va forma cute, se va împîsli și va căpăta un aspect neplăcut al suprafeței, în special pentru țesături din fire pieptănate.

Scopul fixării este înlăturarea acestor neajunsuri și obținerea unor efecte noi, ca : stabilitate dimensională, luciu permanent, netezirea suprafeței, îmbunătățirea capacității de vopsire, curățire, înlăturarea cutelor formate.

Principiul fixării constă în tratarea țesăturii cu apă fierbinte la 90—95°C un timp oarecare, urmată de o răcire bruscă în apă rece.

Fibrele de lînă întinse, tratate cu vapori de apă la 100°C și apoi uscate, își păstrează forma întinsă la îndepărtarea forței exterioare, deoarece legăturile de sare și de hidrogen care s-au desfăcut în stare umedă se refac. Aburind din nou, un timp scurt, fibrele se scurtează cu 20—30% sub lungimea inițială, dacă prima aburire a durat 2 min ; dacă prima aburire a durat 10 min, se contractă pînă la lungimea inițială, iar dacă prima aburire a durat mai mult de 20 min, fibrele rămîn permanent întinse, deci are loc fenomenul de fixare. A avut loc desfacerea legăturilor de sulf și formarea de noi legături în alte poziții.

Parametrii de lucru la fixare sînt :

— $pH = 7{,}8$;

— temperatura 90—95°C ;

— durata 20—60 min, efectul crește cu prelungirea duratei ; durata se reduce prin adaosul în baie a unor substanțe ca tioglicolat de sodiu 2 g/l.

De reținut că operațiile la care va fi supus materialul după fixare se vor face numai sub temperatura de fixare.

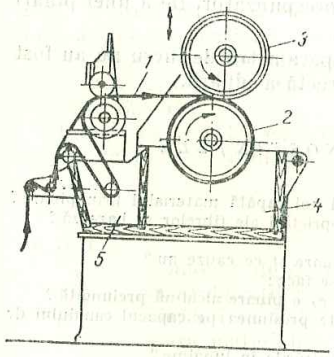


Fig. 38. Mașină simplă de fixat.

Se cunosc trei variante tehnologice : crabarea (fixare prin fierbere cu apă la 98—100°C), decatarea udă (fixarea prin tratare cu apă la fierbere și abur) și netezirea țesăturilor pentru eliminarea cutelor de la spălare la 50—70°C.

b. **Utilaje pentru fiert și decatat ud. Regim de lucru.** Fixarea țesăturilor de lînă prin fierbere (crabare) se execută ca operație preliminară vopsirii, prin tratare cu apă fierbinte, în scopul evitării formării cutelor și a împîslirii la vopsit.

— *Mașina simplă de fixat* (fig. 38). Țesătura *1* se înfășoară pe cilindrul *2* din lemn sau cauciuc, care se află jumătate în flota din cada *4*. Înfășurarea se face cu netezire

și presare, realizată de cilindrul *3*. Cilindrul *2* este acționat de la motor, iar pe el se înfășoară 100—200 m material. Tratatea se efectuează timp de 20—30 min, prin rotirea cilindrului cu material, în apă la 40—98°C, încălzită cu abur direct sau indirect. La încălzirea cu abur direct, controlul și reglarea temperaturii se poate face automat.

La scoaterea din mașină, țesătura se trece prin cada *5* cu apă rece sau se înfășoară pe un sul detașabil ce se depozitează timp de 24 h, întorcîndu-se periodic.

— *Mașină dublă și mașină triplă de fixat.* Sînt construite din două sau trei mașini simple de fixat așezate una după cealaltă. Permit efectuarea unei spălări preliminare și o fixare omogenă, deoarece prin desfășurarea țesăturii de pe un sul și înfășurarea pe altul întensitatea tratamentului este identică pentru ambele capetele ale țesăturii.

Mașini de decatat umed. La mașina din figura 39, *a* țesătura *1* trece prin rama de lățit și egalizat și împreună cu o pînză însoțitoare *2* se înfășoară pe un sul perforat *3* din oțel inoxidabil, care, cu ajutorul macaralei *4* se introduce în cada *5* și se închide ermetic. Pe un sul se înfășoară circa 100 m țesătură, pînă se ajunge la un diametru de 600 mm.

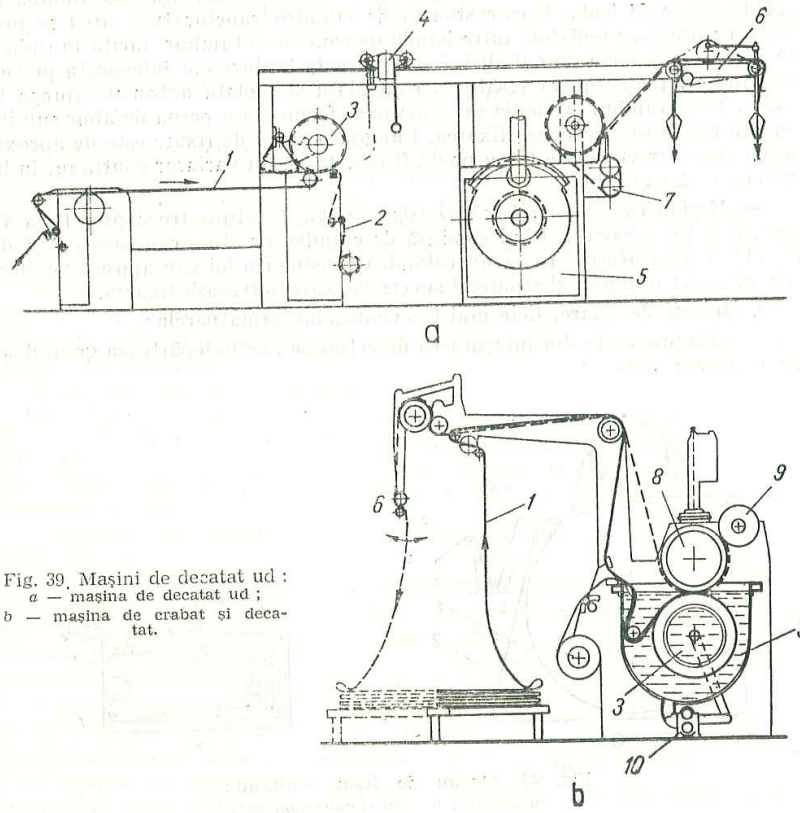


Fig. 39. Mașini de decatat ud :
a — mașina de decatat ud ;
b — mașina de crabat și decatat.

Circulația apei se face din interiorul spre exteriorul sulului, cu ajutorul unei pompe centrifuge și a unui robinet cu trei căi, care permite schimbarea de sens.

Tratarea materialului se poate face și cu abur direct trimis din interior spre exterior. În timpul lucrului, sulul cu material se rotește cu 8 rotații/min, fiind acționat de un motor.

Derularea materialului se face cu dispozitivul *6* care permite depunerea în pliuri, atît a țesăturii, cît și a pînzei însoțitoare sau înfășurarea pînzei însoțitoare pe sulul *7*.

Mașina din figura 39, *b* permite să se facă atît decatarea udă prin circulația soluției cu pompa *10*, cît și fierberea și fixarea prin presare cu sulul *8*. La scoaterea din mașină, țesătura se depune în falduri sau se poate înfășura pe sulul *9* pe care se face și răcirea lentă.

— *Mașina de fixat continuu.* Sînt astfel construite încît activează fixarea și permite efectuarea operației în proces continuu.

— *Mașina cu abur* (fig. 40, *a*). Efectuează operația de fixare într-o atmosferă de abur saturat, și permite scurtarea tratamentului. Mașina se compune din tamburul *1* placat cu oțel inoxidabil și încălzit cu abur la 1,5 N/cm², peste care trece o bandă fără sfîrșit *2* din cauciuc. Țesătura *3* se îmbibă în apă fierbinte în cada *4*, este stoarsă de cilindrii cauciucați *5*, apoi se presează cu presiune reglabilă între banda de cauciuc și tambur, răcită în cada *6* cu apă rece, stoarsă de cilindrii *7* și depusă în falduri sau înfășurată pe sul. Pe tambur, temperatura țesăturii, controlată și reglată automat, ajunge la 105°C. Între tambur și banda de cauciuc se formează o pernă de abur sub influența căreia se efectuează fixarea. Lungimea zonei de fixare este de aproximativ 8 m, iar viteza de lucru poate fi reglată cu un variator continuu, în limitele 5—20 m/min.

— *Mașina cu cilindri storcători* (fig. 40, *b*). Țesătura trece prin flotă în partea de jos a căzii *1*, fiind condusă de cilindrii de stors cauciucați *2* și de cilindrii conducători *3* ca la un calandru chasing (în foi suprapuse). Se efectuează astfel îmbibări și stoarceri succesive, care activează fixarea.

c. **Defecte de fixare.** Cele mai frecvente sînt următoarele :

— cute provenite din înfășurarea defectuoasă ; se îndepărtează greu, doar cu o ușoară piuare ;

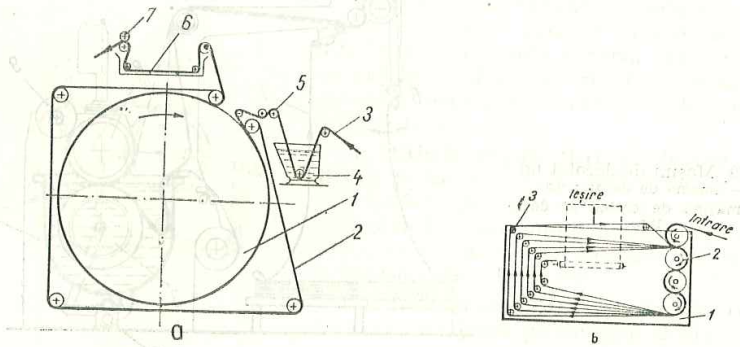


Fig. 40. Mașini de fixat continuu :
a — cu tambur ; *b* — cu cilindri storcători.

— efectul de moar, provocat de o deplasare a firelor, cînd tensionarea de înfășurare sau presiunea cilindrului superior sînt prea mari. Se pot îndepărta printr-o ușoară piuare ;

— șîngerarea vopsirilor, cînd nu se verifică rezistența vopsirilor și nu se respectă temperatura indicată ;

— degradarea fibrelor textile se produce prin creșterea *p*H-ului, atunci cînd țesătura este fixată după spălare și nu a fost bine clătită, sau prin prelungirea inutilă a fierberii ;

— luciu inegal la decatarea udă, prin trecerea neuniformă a apei sau aburului prin țesătură, ca urmare a unei înfășurări necorespunzătoare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. În ce scop se execută fixarea materialelor din lînă ?
2. Care este principiul fixării materialelor din lînă ?
3. Ce procedee se folosesc pentru fixarea materialelor din lînă ?
4. Care sînt defectele de fixare, ce cauze au, cum se prevîn și cum se remediază ?
5. La care din mașinile enumerate se face fixarea cu abur : *a)* la mașina simplă de fixat ; *b)* la mașina de decatat ud ; *c)* la mașina de crabat și decatat ud ?

2.5.7. CARBONIZAREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ. UTILAJE FOLOSITE

a. **Scop, principiu, metode.** Carbonizarea se face cu scopul înlăturării tuturor impurităților vegetale (scaieți, pleavă etc.) de pe lîna brută sau pentru separarea lînii de fibrele celulozice în cazul zdrențelor. Se carbonizează fibrele și țesăturile. Sînt carbonizate fibrele ce urmează a fi prelucrate prin cardare, deoarece la cele fine, care se vor pieptăna, curățirea de scaieți se face la pieptănare.

În principiu, carbonizarea constă în transformarea impurităților vegetale în hidroceluloze sfărîmicioase. Aceasta se realizează prin tratare cu H_2SO_4 sau HCl (în cazul zdrențelor), stoarcere, uscare, concentrarea acidului la 105°C și scuturare.

Se practică mai multe metode.

Carbonizarea cu acid sulfuric este metoda cea mai uzuală. Paralel cu degradarea produselor celulozice poate avea loc și o degradare hidrolitică a lînii prin ruperea lanțului polipeptidic, care duce la scăderea elasticității și a rezistenței. Pentru evitarea acestui neajuns și a altora se vor respecta următorii parametrii de lucru :

— concentrația acidului, care nu trebuie să fie mai mare de 50 g/l H_2SO_4 96% ;

— uniformitatea îmbibării și a stoarcerii se realizează printr-o spălare intensă înainte de carbonizare și prin adaos 1—4 g/l agenți tensioactivi rezistenți la acizi (acvafil, agenți neionici, uleiuri înalt sulfonate) în flota de acidulare. Îmbibarea neuniformă face ca în timpul uscării H_2SO_4 să se lege rezistent de fibre pe anumite porțiuni, împiedicînd apoi vopsirea ;

— umiditatea critică este umiditatea limită cu care materialul impregnat cu acid sulfuric poate ajunge la 105°C fără să se degradeze. La o concentrație a acidului de 50 g/l, umiditatea critică trebuie să fie 40% ;

— depozitarea materialului impregnat se face în camere întunecoase, pentru a se preveni degradarea ;

— neutralizarea se face cu soluții de 15—20 g/l Na_2CO_3, deoarece materialul reține după carbonizare 6—7% H_2SO_4, care în cea mai mare parte este legat de fibre și nu se îndepărtează prin spălare.

Carbonizarea cu acid clorhidric se face pentru zdrențe. Materialul așezat pe un cărucior, uscat în prealabil cu aer cald, se tratează în instalații speciale cu HCl gazos la 80—85°C, după care acidul se îndepărtează cu un ventilator și se recuperează.

Carbonizarea cu săruri generatoare de acizi se face rar. Este incomodă, folosește temperaturi ridicate și este scumpă, dar menajează fibrele. Folosește $AlCl_3$ sau $MgCl_2$.

Batere la temperatură joasă. Supuse la temperaturi de —40°C, impuritățile celulozice devin sfărîmicioase și se pot scutura.

b. **Instalații pentru carbonizarea țesăturilor de lînă. Regim de lucru.** Carbonizarea se realizează pe mașini ce funcționează în proces discontinuu sau în proces continuu.

1) *Mașini pentru carbonizare în proces discontinuu.* Pentru îmbibare se folosesc căzi cu vîrtelniță în care țesătura se depozitează 15—25 min, după care se scoate și se înfășoară pe vîrtelniță, unde se lasă să se scurgă de surplusul de acid. Stoarcerea se efectuează cu doi cilindri storcători, care antrenează țesătura și o depun într-o centrifugă, unde se continuă stoarcerea.

Uscarea și carbonizarea se fac pe mașini de carbonizat în foaie lată.

2) *Instalația pentru carbonizat în proces continuu* (fig. 59). Se compune dintr-o cadă pentru acidulat și o mașină de carbonizat.

— *Cadă pentru acidulat.* Țesătura este condusă în soluția de acid cu ajutorul cilindrilor *1* (fig. 41, *a*) din oțel inoxidabil. La mijlocul căzii se face o stoarcere intermediară, cu ajutorul cilindrilor storcători *2*, și apoi o stoarcere finală la presiunea de 160—200 kN, care se continuă în mașina de stors *3*, prin aspirație. Îmbibarea continuă în compensatorul *4* tip albie, care formează în același timp și un tampon față de mașina de carbonizat. Un asemenea compensator poate fi amplasat și înaintea mașinii de aspirat. Agitarea soluției din cadă se realizează cu aerul furnizat de pompa de aspirație.

— *Mașina de carbonizat* (fig. 41, *b*) este formată dintr-o cameră compartimentată cu pereți izolați în care țesătura *1* este antrenată de role cu comandă din exterior pentru a evita coroziunea. Plafonul camerei este dublu și se încălzește prin circulația de aer, pentru a evita condensările. Aerul încălzit de radiatoarele *2* circulă în contracurent cu țesătura, fiind trimis de ventilatoarele *3*.

Uscarea se efectuează în compartimentul I la 60—70°C, continuă în compartimentul II la 70—80°C pînă la 30—40% umiditate, iar carbonizarea se realizează în compartimentul III la 105—110°C.

Viteza de trecere prin agregat este de 3—15 m/min, iar durata staționării în zona de carbonizare 2—10 min. Înainte de a ieși din uscător, țesătura este răcită pînă la 30—35°C, într-un compartiment de răcire.

Neutralizarea marginilor se realizează cu ajutorul unui dispozitiv format dintr-un jgheab în care se află o soluție de carbonat de sodiu și dextrină, preluată de un cilindru și predată unor role cu pînză ce o depun pe țesătură.

Carbonizarea țesăturilor se poate executa :

— înainte de piuare, cînd soluția pătrunde ușor, iar scuturarea se face repede, urmele fiind acoperite prin piuare. Se micșorează însă capacitatea de împîslire a fibrelor și pot apărea greutăți la piuat ;

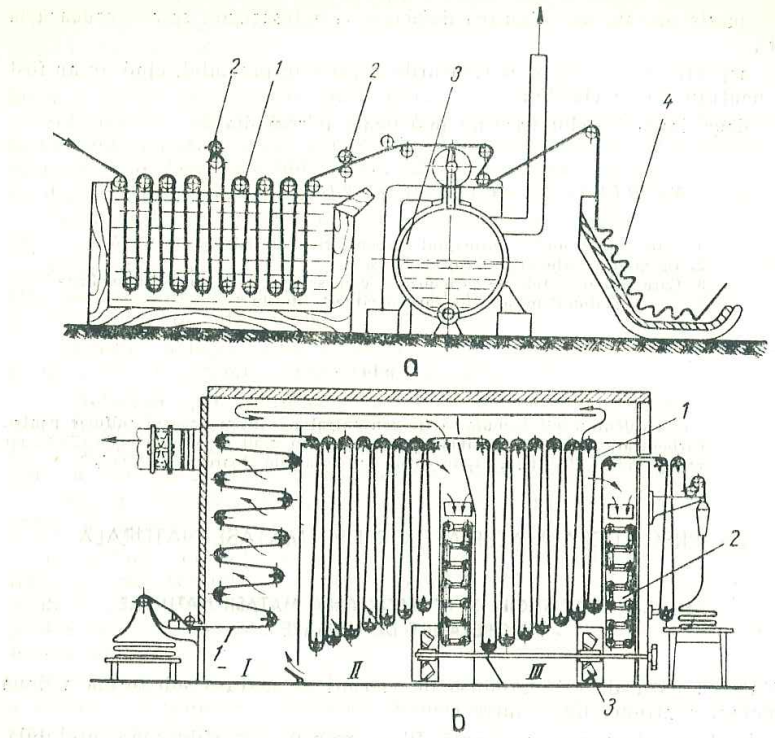


Fig. 41. Instalația de carbonizat în proces continuu :
a — cadă de acidulat ; *b* — mașină de carbonizat.

— după piuare, cînd îmbibarea cu acid și înlăturarea scaeților se fac greu. Urmele scaeților rămîn vizibile, însă piuarea nu este influențată. Se aplică la stofe ușoare cu multe deșeuri ;

— după scămoșare, cînd înlăturarea impurităților este ușurată, iar scămoșarea se face cu pierderi mici de fibre. Se aplică la stofe scămoșate, ținînd seama că poate strica orientarea pufului la loden și produce o împîslire ușoară la velur ;

— înainte de vopsire ; nu necesită coloranți rezistenți la carbonizare, dar poate da neuniformități de vopsire, provocate de impregnări și stoarceri neuniforme. Se poate aplica, fără pericol de a obține defecte, numai în cazul unor țesături ce se vopsesc în tonuri închise ;

— după vopsire ; necesită coloranți rezistenți la carbonizare și se aplică la stofe vopsite în culori deschise, la care procedeul de carbonizare înainte de vopsire duce la neuniformități vizibile.

c. **Defecte de carbonizare.** Se produc dacă nu se respectă condițiile de lucru :

— petele de carbonizare, care apar la vopsit, se datoresc unei impregnări sau stoarceri neuniforme, depozitare și uscare parțială înainte de carbonizare, pete de apă pe material, urme de săpun, săruri de calciu etc. ;

— cutele provin din minuirea defectuoasă a țesăturii ; se accentuează la piuat ;

— aspecte noroase apar pe țesăturile vopsite în prealabil, cînd nu au fost bine neutralizate și clătite ;

— degradarea fibrelor care nu mai poate fi remediată.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este scopul și principiul carbonizării materialelor din lînă ?
2. Ce factori influențează carbonizarea ?
3. Care sînt defectele de carbonizare, cum se previn și cum se remediază ?
4. De ce plafonul mașinii de carbonizat este dublu ?

Aplicație

Să se calculeze cît trebuie să fie concentrația soluției de acid sulfuric pentru carbonizare, dacă s-a reușit să se realizeze un grad de stoarcere de 75%, iar rețeta indică 40 g/l H_2SO_4 în cazul unui grad de stoarcere de 105% ?

2.6. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN MĂTASE NATURALĂ

2.6.1. CARACTERISTICILE ȘI COMPORTAREA MĂTĂSII NATURALE ÎN OPERAȚIILE DE FINISARE

Mătasea naturală este produsă de viermii de mătase sub forma a două filamente, continue, lipite între ele.

Cele două filamente reprezintă fibra propriu-zisă (fibroina) insolubilă, iar cleiul care le ține lipite este sericina, solubilă și se înlătură prin degomare.

Fibroina este o substanță proteică din aceeași grupă chimică cu cheratina din lînă. Este o substanță macromoleculară formată din circa 430 resturi a 17 α-amino-acizi diferiți. Spre deosebire de aminoacizii din cheratină, cei din fibroină nu conțin sulf. Predomină acidul α-amino-acetic (glicina) H_2N-CH_2-COOH și acidul α-amino-propionic (alanina) $H_2N-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$.

Macromolecula este liniară, cu foarte puține catene laterale, care se găsesc orientate toate de aceeași parte a lanțului macromolecular.

Macromoleculele fibroinei sînt orientate în proporție de 40—60%, ceea ce explică rezistența specifică (46 daN/mm) mai mare decît la lînă (10—33 daN/mm), și alungirea la rupere, în stare umedă, mult mai redusă (30%) decît la lînă.

Ca și la cheratină, fibroina are caracter amfoter, dar predomină funcția acidă ; punctul izoelectric este la $pH = 3,5$.

Compoziția chimică a mătăsii naturale variază după cum fibra este de la exteriorul, mijlocul sau interiorul gogoșii. În medie se apreciază ; fibroina 72—80%, sericina 19—28% ; alcooli grași și hidrocarburi saturate 0,5—1%, substanțe minerale și pigmenți colorați (galben, roz, verde, portocalii) 1—1,4%.

Mătasea naturală este mai sensibilă decît lîna la acizii minerali. Acizii clorhidric și sulfuric concentrați o dizolvă la rece, de asemenea acizii mai diluați, dar la cald.

Acizii organici în concentrații moderate pînă la 1% nu atacă fibra, îi dau luciu și foșnet caracteristic (acid acetic, acid formic).

Soluțiile de alcalii (NaOH, KOH) în concentrații mici și la temperaturi scăzute nu atacă fibra, dar prin creșterea concentrației și a temperaturii se produce o degradare hidrolitică, fibra se dizolvă complet (NaOH 10%) cu degajare de amoniac. Hidroxidul de amoniu nu atacă mătasea naturală.

Acțiunea de degradare a acizilor și bazelor este catalizată pozitiv de prezența unor săruri neutre.

Soluțiile concentrate ale unor săruri ($ZnCl_2$, $Cu(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$, $Ca(SCN)_2$ etc.) dizolvă fibroina, în timp ce alte săruri de staniu, stibiu, plumb se fixează pe fibră, fiind folosite la îngreuierea mătăsii.

Oxidanți, ca hipocloritul de sodiu sau de calciu, atacă chiar în concentrații mici, în schimb substanțele reducătoare nu.

a. **Acțiunea apei.** Fibroina absoarbe în atmosferă normală 11% umiditate. În apă rece fibrele se umflă cu 16—18% și pierd 13% din rezistență. La fierbere se produce o degradare hidrolitică (la legăturile peptidice), care duce la scăderea gradului de polimerizare, deci la scăderea rezistenței fibrei.

Fibra de mătase naturală rezistă destul de bine pînă la 110°C, dar la 170°C se descompune.

b. **Acțiunea luminii și a agenților atmosferici.** Mătasea naturală este fibra cea mai sensibilă la lumină, degradîndu-se oxidativ. Dacă rezistența scade la jumătate după o expunere la soare de 1 120 ore pentru lînă, 940 pentru bumbac, 900 pentru vîscoză, pentru mătasea naturală sînt suficiente numai 200 ore.

Urmele de cupru, fier, coloranți de cadă grăbesc degradarea fotochimică a mătăsii, în timp ce substanțele reducătoare, coloranții acizi cromatabili, sărurile acidului formic o frînează.

Cu toate că industria chimică a fabricat fibre sintetice cu caracteristici superioare, totuși mătasea naturală nu a putut fi egalată în ceea ce privește : tușeul, draparea, flexibilitatea, nervozitatea.

2.6.2. DEGOMAREA MĂTĂSII NATURALE

a. **Scop și principiu.** Prezența sericinii în firul de mătase face ca țesăturile și tricoturile să fie aspre și mate. Înlăturarea sericinei se numește degomare. Degomarea trebuie să asigure îndepărtarea numai a sericinei fără degradarea fibroinei, menținerea aspectului fibrei și îmbunătățirea tușeului.

Degomarea se realizează prin tratarea materialelor la fierbere cu o soluție alcalină.

b. **Factorii care influențează degomarea sînt :**

— *p*H-ul care are valori pînă la 9,5 (se poate lucra numai la valori ale *p*H-ului mai mici decît 2,5 sau mai mari decît 9) ;

— temperatura 95—98°C ;

— durata 1—2 h ;

— substanțe ajutătoare (săpun, detergenți neionici, agenți complexanți, substanțe alcaline).

Degomarea se poate face într-o baie cu o concentrație de săpun de 4—8 g/l sau în două băi cu concentrații mai mici de săpun. Săpunul se poate înlocui parțial sau total cu agenți neionici, în acest caz fiind obligatoriu adaosul de alcalii.

Este importantă acțiunea săpunului care are rol de agent tensioactiv (menține în suspensie sericina și impuritățile îndepărtate) și creează mediul alcalin necesar. Se folosește săpun de oleină, cu un conținut de maximum 0,05% NaOH liber, care se dizolvă ușor, nu formează soluții vîscoase ce ar putea lipi firele și se îndepărtează ușor prin spălare.

Adaosul de alcalii (NaOH, Na_2CO_3) la începutul operației îmbunătățește efectul de degomare.

După gradul de îndepărtare a sericinei se obțin trei calități de mătase: mătase crudă (ecru) la care pierderea de masă este între 1 și 4%; mătase incomplet degomată (suplă) cu 7—12% pierderi și mătase complet degomată (cuit) la care sericina s-a îndepărtat complet, pierderea fiind de 24%.

c. **Utilaje și regim de lucru.** Operația de degomare se execută pe utilaje cunoscute: căzi simple, căzi cu vîrtelnițe ovale sau agregate pentru degomat și creponat țesături, în proces continuu asemănătoare cu cele care se folosesc pentru fibrele chimice tip mătase.

Degomarea țesăturilor ușoare de tip voal se face după următorul regim de lucru: o primă baie la un raport de flotă 1 : 30; conține 2—4 g/l săpun 60%, 0,2—0,3 g/l Na_2CO_3, temperatura 92—94°C, durata 10—30 min. Cea de-a doua baie conține: 1,5—2 g/l săpun și 0,2—0,3 g/l Na_2CO_3, urmează spălări repetate cu apă la 55—70°C și adaos de 1,5 g/l amoniac sau 0,5 g/l $NaCO_3$ și eventual agent complexant, apoi cu apă la 45—60°C și în final cu apă rece.

Avivarea se face cu acid acetic 1—2 g/l, la 35—45°C, timp de 30 min. Se poate folosi și acidul formic. Fibrele devin mai lucioase și capătă un foșnet caracteristic.

Băile se pot folosi la 2—4 partizi, adăugînd săpun la fiecare partidă în prima baie și la a treia partidă în a doua baie.

Săpunul din băile de degomare se poate recupera sub formă de acizi grași în proporție de 60%.

d. **Defectele de degomare.** Acestea pot fi:

— degomarea neuniformă pe anumite porțiuni de țesături, din cauza neuniformității grosimii fibrelor sau a țesăturii, sau din cauza nerespectării regimului de lucru;

— locuri albicioase, cu aspect mat, prăfuit, datorate structurii fibrei, care pe lîngă fibra principală are un număr variabil de fibre secundare lipite cu sericină (provenite din hrana viermilor) și care prin degomare se desprind. Nu pot fi evitate decît prin alegerea unei anumite contexturi și prin efectuarea degomării în condiții mecanice blînde;

— pete de săpun datorită săpunurilor de calciu și magneziu; în cazul apelor dure, țesătura este mată, fără foșnet caracteristic, cu un aspect tulbure. Se remediază prin tratare repetată în soluții proaspete de săpun sau în soluții cu 3 g/l hexametafosfat de sodiu, la 70—75°C, timp de 60 min;

— pete de acizi grași provenite din precipitarea pe fibre a acizilor grași din resturile de săpun, la tratarea cu acizi în băile de avivare. Se remediază prin spălare suplimentară în băi cu săpun la 80—85°C, timp de 20—30 min, sau cu soluție fierbinte de amoniac;

— porțiuni deteriorate și deplasări de fire datorită frecărilor de organele mașinii;

— degradarea firelor se produce la concentrații mari de alcalii sau la temperaturi ridicate.

2.6.3. ALBIREA MĂTĂSII NATURALE

a. **Albirea mătăsii.** Deoarece pigmentul colorat se găsește în sericină, prin degomare se înlătură și acesta, de aceea materialele complet degomate se albesc rar. Mătasea ecru se folosește ca atare; mai frecvent, se albește însă mătasea suplă. Ținînd seama de rezistența la alcalii a mătăsii, se folosesc pentru albire substanțe oxidante (H_2O_2) sau reducătoare (hidrosulfit).

Rezultate bune dă albirea cu H_2O_2. Materialul se tratează în băi cu 10—20 ml/H_2O_2 30%, 15 g/l pirofosfat de sodiu, 0,5 ml/l amoniac, 2—3 g/l silicat de sodiu și 0,5 g/l sulfat de magneziu, la 70—75°C, *p*H = 85,—9,5, timp de 4—6 h. Băile se pot regenera.

Albirea cu hidrosulfit se face în băi cu o concentrație de 5—10 g/l, la 40—50°C, timp de 2—5 h, urmate de spălări cu apă caldă și rece.

Se poate practica și albirea mixtă — apă oxigenată-hidrosulfit — care dă rezultate bune la mătasea ecru și suplă.

Pentru a se preveni degradarea materialului la albire, se respectă îndeosebi *p*H-ul și temperatura. De asemenea se previne degradarea oxidativă a fibrelor la albirea cu H_2O_2, înlăturînd toate urmele de metale sau săruri a căror acțiune catalitică este cunoscută.

b. **Îngreuiarea mătăsii** se face în scopul recuperării pierderilor de la degomare și pentru a-i îmbunătăți drapajul. Substanțele folosite se fixează de fibroină producînd o creștere în volum a acesteia. Se pot folosi substanțe vegetale (tanin, katechu, sumache) în băi cu o concentrație de 150—250%, dar numai pentru mătasea vopsită, căci soluțiile sînt ușor colorate.

Pentru materialele albe sau vopsite în tonuri deschise se face o baie care conține $SnCl_4$ 18—30° Bè și HCl 0,3—0,6%, timp de 60 min, se clătește cu apă semidură (8—12°G), se centrifughează. Hidroxidul de staniu format conform reacției de hidroliză:

$$SnCl_5 + 4\ H_2O = Sn(OH)_4 + 4\ HCl$$

se fixează de fibroină, în timp ce acidul clorhidric se elimină la spălare.

Mătasea îngreuiată este mai sensibilă la degradarea fotochimică.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este compoziția chimică a mătăsii naturale?
2. Prin ce se deosebește fibroina de cheratină?
3. Cum se comportă mătasea față de agenții chimici?
4. Care este scopul degomării?
5. Care este tehnologia degomării?
6. Cum se face albirea mătăsii naturale?
7. Ce rol are îngreuiarea mătăsii și cu ce scop se face?

2.7. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN FIBRE SINTETICE

2.7.1. CARACTERISTICILE ŞI COMPORTAREA FIBRELOR SINTETICE ÎN PROCESELE DE FINISARE

a. **Fibre sintetice heterocatenare.** Fibrele poliamidice (relon, capron, nailon etc.) sînt cele mai vechi fibre sintetice. Ca structură chimică se remarcă prin aceea că conţin grupe funcţionale amidice între radicali organici $(-R-CO-NH-R-)_n$. Pentru cele mai multe poliamide $R = (CH_2)_m$.

Fibra românească, relonul, fabricată la Uzinele de la Săvineşti este un produs de condensare al acidului ε aminocaprolactamic :

$$\underset{\text{acid ε aminoacaprolactamic}}{HOOC-(CH_2)_5-NH_2} \xrightarrow{-(n)H_2O} \underset{\text{policaprolactamă}}{HO-[-CO-(CH_2)_5-NH-]_n-H}$$

$n = 100-200$. Această grupă de fibre este denumită şi poliamidă 6 sau nailon 6, datorită celor 6 atomi de carbon din aminoacidul de bază.

Prezenţa grupelor amidice $-CO-NH-$, a grupelor $-NH_2-$ COOH (ca grupe terminale numai) duc la asemănarea poliamidelor cu fibrele proteinice naturale (mătase).

Se pot vopsi cu aceleaşi clase de coloranţi ca şi lîna şi mătasea naturală Lanţurile macromoleculare sînt puternic orientate, ceea ce permite stabilirea unui mare număr de legături de hidrogen între grupele CO — şi —NH, legături ce justifică rezistenţele fizico-mecanice bune şi stabilitatea la agenţi chimici a acestor fibre.

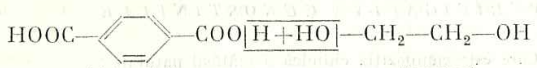
Repriza este mică 4%, cu toate că în moleculă există multe grupe polare ($-NH_2$, $-COOH$, $-CO-NH-$), dar macromoleculele fiind puternic orientate şi distanţa dintre ele foarte mică, apa pătrunde foarte greu. Datorită grupelor aminice şi acide, fibrele au caracter amfoter, sînt rezistente la alcalii, sensibile faţă de acizi (HCl, H_2SO_4, CH_3COOH şi HCOOH concentraţi le dizolvă la rece). Sînt sensibile faţă de peroxizi, etilenglicol şi formamidă ; sînt rezistente la substanţe reducătoare, mucegaiuri, putrezire. De toate acestea se va ţine seama în operaţiile de finisare.

Rezistenţa la lumină este mică (pentru îmbunătăţirea acestei caracteristici la filare se adaugă agenţi chimici care să absoarbă radiaţiile ultraviolete). Nu se vor folosi pentru articole de plajă, perdele, corturi etc.

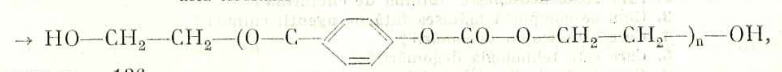
Temperaturile de topire sînt pentru relon şi capron 215°C, iar pentru nailon 250°. Finisarea lor se va face întotdeauna sub aceste temperaturi.

Rezistenţa la tracţiune şi frecare este foarte bună, iar scăderea de rezistenţă în stare udă, mică, doar 10%. Se folosesc şi pentru articole tehnice.

— *Fibrele poliesterice* (terom, tergal, terilenă, trevira etc.) sînt în prezent mult folosite singure sau în amestec cu toate fibrele naturale şi chimice. Ca structură chimică însăşi denumirea le defineşte ca a fi esteri. Fibrele fabricate la Iaşi se obţin prin policondensarea acidului tereftalic cu etilenglicol. Reacţia poate fi prezentată schematic :



acid tereftalic — etilenglicol



în care $n = 136$

fibre poliesterice (terom).

Sînt fibre puternic hidrofobe (repriza 0,4%), deoarece lanţurile macromoleculare sînt mai rigide decît la celelalte fibre, din cauza prezenţei nucleelor benzenice. Această proprietate influenţează în primul rînd vopsirea care nu se poate face decît la temperaturi ridicate, dar se resimte şi la celelalte tratamente şi chiar în exploatare.

Stabilitatea la acizi este superioară tuturor fibrelor cunoscute. La alcalii, fibrele au o rezistenţă mai scăzută, totuşi superioară lînii (se pot merceriza, se pot vopsi cu coloranţi de cadă care necesită mediu alcalin, dar nu se pot curăţi prin fierbere alcalină în autoclavă).

Faţă de substanţe reducătoare, agenţi oxidanţi, bacterii, sînt rezistente. Au o foarte bună rezistenţă la lumină, de aceea se folosesc cu succes la înlocuirea perdelelor din bumbac. Stabilitatea termică bună alături de alte proprietăţi, ca tuşeul plăcut, revenirea uşoară din şifonare, rezistenţă bună la tracţiune şi la frecare, masa specifică mică, elasticitate, întreţinere uşoară etc. explică larga lor folosire.

Fibrele poliuretanice (Perlon U, elastomere) conţin în moleculă grupări uretanice $(-NH-CO-O-R-)_n$. Se obţin prin adiţia glicolilor la dizocianaţi.

În funcţie de radicalul organic se obţin fibre obişnuite sau fibre elastomere.

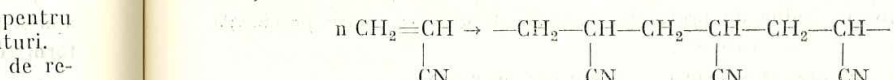
Fibrele elastomere au o elasticitate asemănătoare cauciucului, dar rezistenţa filamentelor continue este de 3 ori mai mare decît a cauciucului, de asemenea, rezistă mai bine la agenţii chimici, la lumină, la îmbătrînire ; nu rezistă la compuşii de albire cu clor. Grupele funcţionale pe care le conţin permit vopsirea lor cu multe clase de coloranţi, vopsirile nu sînt însă rezistente (cu excepţia coloranţilor acizi).

Temperatura de plastifiere 175°C impune evitarea temperaturilor ridicate. Toate operaţiile de finisare se vor face în condiţii blînde.

b. **Fibre sintetice carbocatenare :**

— *Fibrele poliacrilonitrilice* (melana, orlon, dralon etc.), teoretic produşi de polimerizare ai nitrilului acrilic, sînt practic copolimeri ai nitrilului acrilic cu alte substanţe.

În principiu, obţinerea polimerului (PAN) poate fi reprezentată prin reacţia :



Se numesc fibre acrilice cele care conţin minimum 85% PAN şi fibre modacrilice, cele care conţin sub 85% PAN.

Copolimerizarea s-a făcut în scopul îmbunătăţirii hidrofiliei şi a capacităţii de vopsire.

Fibra românească melana conţine 94% PAN şi 6% acrilat de metil. Acrilatul de metil introduce în structura polimerului grupe funcţionale ce pot lega apa şi coloranţii şi strică simetria macromoleculară mărind numărul de zone amorfe.

Fibrele acrilice pure se folosesc numai în scopuri tehnice ; ele nu se pot vopsi decît în fibră.

Fibrele PAN sînt rezistente la acizi în concentraţiile folosite în finisare, la oxidanţi şi substanţe reducătoare. Substanţele alcaline în concentraţii

mari și la cald le îngălbenesc, iar prin fierbere le hidrolizează. Sînt insolubile în majoritatea solvenților organici. Sînt fibre hidrofobe (repriza 1—2%). Au rezistențe bune la lumină, intemperii, putrezire. Avînd voluminozitate mare, pot înlocui lîna sau se pot prelucra împreună. Prezintă avantajul că nu necesită fixare. Au o temperatură de plastifiere foarte scăzută 60—80°C de care trebuie să se țină seama în operațiile de finisare. Fibra melana singură sau în amestec se folosește pentru o gamă largă de articole de îmbrăcăminte exterioară, ciorapi, pături, blănuri artificiale etc.

— *Fibrele poliofinice* (polipropilena) sînt ieftine, se obțin prin polimerizarea propenei (produs rezidual de cracare a țițeiului) :

$$\underset{\text{propena}}{n\,CH_2=\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}} \leftarrow \underset{\text{polipropilena}}{-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-(CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH})_n-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-}$$

Polimerul obținut are o structură spațială foarte ordonată cu toate grupele $-CH_3$ așezate de aceeași parte a catenei, ceea ce explică rezistențele mecanice bune. Sînt puternic hidrofobe (repriza 0,05%), foarte rezistente la agenții chimici și la putrezire. Sînt foarte ușoare, avînd densitatea 0,91, se topesc la 170—175°C, sînt elastice, rezistente la frecare, mai puțin însă la lumină și intemperii, au tendință redusă de a forma pilling, au rezistență bună la șifonare.

Fiind compacte și inerte din punct de vedere chimic, nu se pot vopsi, de aceea fibrele noi conțin ca adaos în topitură substanțe organice cu grupe funcționale sau compuși de nichel ce permit legarea unor coloranți (acizi, dispersie).

— *Fibrele polivinilice* se obțin din alcool polivinilic (Japonia), clorură de vinil (România, U.R.S.S., R.D.G.) sau sub formă de copolimeri clorură de vinil-acetat de vinil, clorură de vinil-viniliden etc.

Toate se caracterizează prin temperatura de plastifiere scăzută, ceea ce le limitează utilizarea chiar dacă sînt ieftine ; au rezistență la acizi, la alcalii și la foc. Se contractă la temperaturi scăzute, devenind rigide. Singure sau în amestec cu bumbacul și celofibra unele fibre se folosesc pentru articole de lenjerie, uniforme, haine de protecție, țesături decorative, plase pescărești, filtre, lenjerie antireumatică etc.

Operațiile de finisare se fac cu precauțiile necesare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Prin ce se caracterizează fibrele heterocatenare și cele carbocatenare ?
2. Care este structura chimică a relonului ?
3. Cum se comportă fibrele poliamidice în operațiile de finisare ?
4. Cum se explică rezistențele mecanice bune ale relonului :
   a) prin orientarea macromoleculară ; *b)* prin legăturile de hidrogen dintre lanțurile de macromolecule ; *c)* prin existența grupelor funcționale ?
5. Prin ce se caracterizează din punct de vedere chimic fibrele poliesterice :
   a) stabilitate superioară la acizi ; *b)* rezistențe la lumină ; *c)* rezistențe la alcalii ?
6. Care este structura chimică a fibrei melana :
   a) este o fibră unitară ; *b)* este un copolimer ? Ce calități deosebite are ?
7. Ce știți despre fibrele poliolefinice ?

2.7.2. SPĂLAREA MATERIALELOR DIN FIBRE SINTETICE

a. **Scopul și principiul spălării.** Spălarea materialelor din fibre sintetice se face în scopul înlăturării impurităților accidentale (ulei, praf), a produselor antistatice și a substanțelor de încleiere.

Produsele antistatice sînt depuse pe fibre în secția de sinteză sau înainte de filare în întreprinderile textile.

Spălarea se face pentru ușurarea operațiilor ulterioare, după același principiu ca la spălarea țesăturilor din lînă.

Parametrii de lucru se stabilesc de la caz la caz, în funcție de natura materialului și a gradului de murdărire.

b. **Regim de lucru.** Într-o partidă se pun numai țesături din același tip de fibre (dacă e posibil din același lot de fibre), cu greutate și contexturi apropiate și cu același grad de murdărire. Se face apoi detașarea petelor care nu pot fi înlăturate prin spălare (pete de ulei, pete brune cu urme de metal etc.), prin tamponare și frecare ușoară cu soluții concentrate de solvenți organici care conțin detergenți (20—30 g/l Aldetal etc.), sau prin îmbibare pe fulard la 40°C cu soluții de : 5—10 g/l detergent anionic, 20—40 g/l Aldetal, 3—5 g/l Na_2CO_3 sau Na_3PO_4 și în cazul apei dure 3—5 g/l agent complexant (Trilon B). Materialul se înfășoară pe sul, se învelește cu o foaie de polietilenă, se lasă 12—24 h, după care se spală fără adaosuri sau cu o soluție de 1—1,5 g/l Na_2CO_3.

Petele cu urme de metal se tratează cu soluții de acid oxalic 1—3 g/l, la 60°C, timp de 30 min, materialul se clătește, se neutralizează cu soluție de sodă, se clătește din nou, sau se folosesc soluții de Trilon B, Calgon 1—3 g/l la 85—98°C.

— *Spălarea materialelor din fibre poliamidice.* Materialele din fibre poliamidice conțin circa 1—3% substanțe de avivare (emulsii de acizi grași, uleiuri vegetale sau minerale), iar ca substanțe de încleiere alcool polivinilic sau poliacrilați solubili. Spălarea se face cu 1—3 g/l detergenți neionici, 1—2 g/l Na_2CO_3 sau Na_3PO_4, la 50—60°C (cînd spălarea se face înainte de fixare) sau la 85°C cînd se face după fixare) ; raportul de flotă va fi : 1 : 5 la jigher, 1 : 20—1 : 50 la cada cu vîrtelniță. Urmează o clătire intensă cu apă caldă și rece.

— *Spălarea materialelor din fibre poliacrilonitrilice* se face cu detergenți anionici sau neionici 2—3 g/l, în mediu slab alcalin (0,5—1 g/l Na_2CO_3 sau Na_3PO_4), la 60—70°C, timp de 20—30 min. Folosirea agenților anionici, care rămîn în parte pe fibre, nu se recomandă în cazul vopsirii cu coloranți bazici ce pot precipita.

— *Spălarea materialelor din fibre poliesterice* se face în mediu alcalin cu adaos de NaOH, Na_2CO_3, NH_4OH 1—2 g/l ; se folosesc agenți de spălare neionici 2—3 g/l și în cazul petelor dure Na_3PO_4 la temperatura de 70—90°C, timp de 20—30 min ; urmează clătirea cu apă caldă și rece.

— *Spălarea materialelor din fire polipropilenice* se face cu 1—3 g/l agent neionic și 1—2 g/l sodă la 60—80°C, timp de 30 min, materialul fiind sub formă de foaie întinsă. În aceleași condiții se spală materialele din fibre polivinilalcoolice.

— Spălarea materialelor din fibre elastomere se face cu agenți neionici 1—2 g/l și Na_3PO_4 1—2 g/l timp de 30 min, la 95—98°C.

— *Defectele de spălare* pot proveni din nerespectarea condițiilor de lucru sau din clătirea insuficientă și constau în : îngălbenirea materialului, reducerea capacității de vopsire, formarea de cute etc.

2.7.3. FIXAREA MATERIALELOR DIN FIBRE SINTETICE

a. **Necesitatea și principiul fixării.** În procesul de fabricare, toate fibrele sintetice sînt supuse unei etirări, în care fibrele sînt întinse de cîteva ori peste lungimea inițială, în scopul măririi sarcinii de rupere prin creșterea gradului de orientare și stabilirea de legături intermoleculare. Această întindere duce însă la deformarea macromoleculelor și a unghiurilor de valență. În fibre apar tensiuni interne, la care se adaugă cele produse în operațiile de prelucrare textilă (filare, țesere, tricotare).

Din aceste cauze, materialele crude nu au stabilitate dimensională, se contractă sub influența temperaturii și se șifonează ușor. Aceste defecte se înlătură prin eliminarea tensiunilor interne din fibre, iar operația se numește fixare.

Fixarea se realizează prin încălzirea materialului textil cu aer cald, abur, radiații infraroșii ș.a., pînă la o anumită temperatură specifică fiecărei fibre.

Prin încălzire, legăturile de hidrogen tensionate — a căror energie rămîne inferioară energiei cinetico-moleculare — se desfac, iar lanțurile macromoleculare se deplasează, se apropie și revin la poziții de echilibru în care unghiurile de valență ale atomilor de carbon nu mai sînt deformate. Această nouă aranjare a macromoleculelor este însoțită de o contracție a fibrelor, iar grupele polare se așază în poziții convenabile, la distanțe cît mai mici. Prin răcirea fibrelor, agitația macromoleculară scade și devine posibilă stabilirea legăturilor de hidrogen în poziții netensionate.

Noile legături formate sînt mai stabile decît la fibrele nefixate, deoarece forțele de atracție electrostatică care apar între atomii din macromoleculele vecine sînt invers proporționale cu pătratul distanței, iar distanțele fiind mai mici, energia noilor legături este mai mare.

Această nouă situație se manifestă printr-o mai bună stabilitate dimensională și a formei.

Deoarece factorul principal care acționează la fixarea fibrelor sintetice este căldura, operația se numește uzual *termofixare*.

Efecte speciale obținute. Prin fixare are loc o oarecare dezorientare a structurii interne a fibrelor, prin contracția acestora, și o creștere a capacității, de absorbție a coloranților.

Modificarea afinității pentru coloranți variază în funcție de temperatura de fixare, iar fenomenul este mai pronunțat în cazul fibrelor poliesterice. Neuniformitățile de fixare vor ieși deci în evidență prin vopsiri neuniforme.

Capacitatea de vopsire este influențată, de asemenea, de condițiile în care se execută operația. Astfel, în cazul fibrelor poliamidice, capacitatea de vopsire crește prin fixare cu abur saturat și scade prin fixare cu aer cald.

Fixarea dă materialului textil stabilitate dimensională (care se menține la fierbere), micșorează tendința de șifonare și modifică tușeul.

b. **Factorii care influențează fixarea.**

— *Temperatura.* Desfacerea legăturilor de hidrogen se produce inițial în zonele amorfe, unde distanțele între lanțuri sînt mai mari și energia legăturilor mai slabă, iar pe măsură ce temperatura crește se desfac legăturile tensionate din zonele cristaline. Dacă se ridică temperatura și mai mult, se pot produce două fenomene, și anume :

— topirea, care constă în dispariția coeziunii intermoleculare și separarea macromoleculelor individuale ;

— degradarea, care se produce prin ruperea lanțurilor macromoleculare, energia legăturilor din lanț fiind mai mică decît suma forțelor de coeziune dintre lanțuri.

Temperatura de fixare trebuie să fie superioară temperaturilor la care se fac tratamentele ulterioare (vopsire, spălare, clătire) pentru ca efectul obținut să fie stabil și cu 25—35°C sub temperatura de topire. În practică, pentru procesul de termofixare se aleg temperaturi la care rezistența fibrelor să fie de 1,3—2 g/den și la care fibrele încep să devină plastice. Limita ce nu trebuie depășită este dată de temperatura la care rezistența este nulă, ce se situează, în general, cu 10—25°C sub punctul de topire al fibrei respective.

Energia legăturilor de hidrogen depinde de distanța dintre lanțurile macromoleculare. Dacă această distanță se mărește prin umflare cu apă la 100°C sau vapori de apă, forțele de coeziune dintre macromolecule și energia termică necesară desfacerii lor scad, iar fixarea se poate face la temperaturi mai scăzute. De exemplu, temperaturile de fixare în abur saturat față de aer cald sînt pentru poliamida 6 (relon) de 130—132°C/190°C, iar pentru poliester de 125—130°/210—220°C.

— *Durata.* Timpul de acțiune al căldurii depinde de material și metoda aplicată. Este necesar pentru repartizarea și pătrunderea uniformă a căldurii pe toată suprafața și în toată secțiunea materialului textil pentru ca fibrele să acumuleze energia calorică necesară învingerii forțelor de coeziune. Prelungirea duratei de fixare peste acest timp este inutilă și nu poate suplini temperatura, care presupune un nivel energetic bine determinat. Ca exemplu, durata fixării materialelor în abur saturat este 25—35 min, cînd materialul este înfășurat pe sul, iar în aer cald 25—35 s, cînd materialul este supus acțiunii de încălzire în foaie întinsă.

— *Tensiunea aplicată țesăturii.* Pentru a ajunge la o contracție cît mai redusă, este necesar ca tensionarea să nu depășească 0,2—0,3 g/den pentru poliamide și poliesteri. Pentru o tensionare dată se va determina temperatura și durata necesară obținerii unei stabilități dimensionale corespunzătoare.

— *Umiditatea materialului.* Dacă materialul textil este adus la fixat în stare umedă, se va consuma energie calorică pentru uscare și durata operației de fixare va crește. De aceea, înainte de fixare se face uscarea materialului pînă la umiditatea normală.

c. **Locul fixării în procesul tehnologic.** Fixarea oferă materialului textil o stabilitate dimensională ce se menține în operațiile ulterioare la temperaturi inferioare celei la care s-a executat fixarea.

Cînd se urmărește stabilizarea materialului textil în operația următoare, se execută o prefixare, la o temperatură cu 20—40°C, superioară celei la care se va efectua tratamentul. Se aplică înainte de vopsirea în autoclave la temperaturi ridicate sau prin procedeul termosol.

Operația de fixare propriu-zisă se efectuează pentru a conferi materialului textil calitățile optime necesare confecționării și purtării.

Se poate executa în mai multe variante, și anume :

— Înainte de spălare. Prezintă dezavantajul că îngreuiază îndepărtarea impurităților, prin fixarea lor pe fibre. Se aplică numai la țesăturile foarte curate.

— După spălare. Oferă avantajul obținerii unor produse curate și albe, însă necesită o atenție deosebită la spălare, pentru evitarea formării cutelor.

— Ca operație finală. Evită uscările intermediare și pericolul vopsirilor neuniforme, însă prezintă dezavantajul că în operațiile anterioare se pot produce cute sau spărturi, deoarece se lucrează cu material nefixat. Necesită coloranți rezistenți la fixare.

d. Defecte de termofixare. În operația de fixare se pot produce următoarele defecte:

— fixarea neuniformă, care se manifestă prin variația contracției și a afinității tinctoriale și se datorește pătrunderii neuniforme a aburului sau circulației defectuoase a aerului.

— îngălbenirea materialului, ce se produce atunci cînd nu se respectă temperatura și durata sau materialul nu este bine spălat;

— aspectul moarat, care se produce din cauza unei rolări prea strînse a materialului la fixarea în autoclavă.

2.7.4. ALBIREA MATERIALELOR DIN FIBRE SINTETICE

Fibrele sintetice conțin din fabricație oxizi metalici (TiO_2) care le dau un grad de alb bun. Albirea lor se face numai în cazul cînd materialul s-a îngălbenit în operația de fixare, conține coloranți de marcare sau se urmărește un grad de alb foarte înalt. În cazul amestecurilor de fibre sintetice cu fibre naturale, albirea se face pentru componenta naturală, alegîndu-se astfel agenții de albire și parametrii de lucru încît să convină ambelor tipuri de fibre. Rezultate bune dă cloritul de sodiu; pentru unele fibre se folosesc agenți reducători, dar pentru toate fibrele sînt indicate substanțele fluorescente.

Înainte de albire este necesară o spălare care să înlăture toate impuritățile de pe fibre.

a. **Albirea materialelor din fibre poliamidice.** Se efectuează practic cu clorit de sodiu și cu substanțe reducătoare, cloritul fiind cel mai indicat.

La albirea cu clorit, flota conține $NaClO_2$ 2% (1—1,2 g/l) și stabilizator pentru clorit 1,5% (0,75—1,5 g/l) (la 80—85°C pH = 3,5) (realizat cu HCOOH), durata 40—60 min; urmează clătirea și apoi îndepărtarea resturilor de clorit cu o soluție de 0,5 g/l hidrosulfit la 80°C timp de 30 min.

În baia de clorit se pot adăuga produse optice de albire 0,1—1%. Albirea reductivă se face pe aparate obișnuite cu hidrosulfit de sodiu stabilizat 85% (Ditionit de sodiu), Blankit, Decrolin 2—3 g/l, sodă calcinată 0,5—1 g/l, agent de udare 0,25—0,5 g/l, la 80—85°C, durata 40—60 min. Flota poate conține și 0,1—1% agent optic.

Albirea cu agenți optici se face cu 1—2% agent optic, 5% acid formic 85%, la 80—90°C, timp de 30—60 min.

Materialele din fibre poliamidice albite se îngălbenesc la utilizare mai repede decît cele nealbite.

Materialele care nu sînt prea murdare se pot spăla și albi în același timp, cu adaos de agent de spălare.

b. **Albirea materialelor din fibre poliacrilonitrilice.** Se face numai cu clorit de sodiu, în condiții mai energice decît în cazul poliamidelor.

Se folosesc soluții cu 2—5 g/l clorit, 0,5—1 g/l acid oxalic (pH = 2,5—3,5), 2,4 g/l azotat de sodiu (protector pentru coroziune). Albirea se începe la 80°C și se menține 1—3 h; se clătește încet flota pînă la 60°C.

Albirea optică se face cu 0,1—2% Blancofor, Uvitex etc., în mediu acid (2—5% acid formic 85%), la fierbere timp de o oră.

c. **Albirea materialelor din fibre poliesterice.** Se face rareori fibrele fiind suficient de albe. Se albesc amestecurile și în acest caz se pot folosi agenții obișnuiți de albire (H_2O_2, NaClO) care nu degradează fibrele poliesterice, dar nici nu le albesc.

În cazurile speciale cînd materialele din fibre poliesterice 100% se albesc se folosește cloritul în băi cu concentrație 3—5 g/l la pH = 3,5 (realizat acid formic, oxalic, fosforic) la 90—95°C, timp de 1—2 h.

Este suficientă uneori o spălare bună însoțită de o albire optică cu 0,2—2% agent optic, la fierbere, timp de 30—60 min, în prezența unui accelerator.

d. **Albirea materialelor din alte fibre sintetice.** Materialele din fibre poliuretanice (elastomere) sînt foarte albe și nu necesită albire. Agenții optici nu au un efect prea mare.

Materialele din fibre polivinilalcoolice se albesc cu clorit de sodiu la pH = 3,5—4, la fierbere; se clătesc și se înlătură urmele de clorit prin tratare reductivă în băi cu pirosulfit și sodă.

Materialele din fibre polipropilenice albe din fabricație nu se albesc. Se obține un grad ceva mai bun de alb prin tratare cu agenți optici la fierbere.

2.7.5. UTILAJE PENTRU SPĂLARE-RELAXARE

Spălarea materialelor textile este o operație de pregătire, care are ca scop îndepărtarea impurităților din material, dar se poate efectua și ca operație finală în procesele de albire, mercerizare, vopsire, imprimare și are ca scop îndepărtarea produselor auxiliare folosite în operațiile respective sau a coloranților fixați superficial la suprafața fibrei. În aceste cazuri spălarea este de fapt o clătire.

Dacă din consumul total de apă din industria textilă 80% este folosit în secțiile de finisare, se apreciază că 60% din această apă se consumă în albitorii, iar din aceasta 90% în operațiile de spălare. Ținînd seama de aceste date, eforturile specialiștilor în problema reducerii consumului de apă în finisaj sînt concentrate asupra operațiilor de spălare.

Procesul de spălare, ca și celelalte operații de finisare în stare udă, sînt procese de transfer de masă. Fenomenul de difuzie al flotei în interiorul materialului textil este împiedicat ca și în cazul transferului de căldură de stratul staționar de lichid care se formează la suprafața materialului textil.

Intensificarea procesului de spălare se obține prin:

— efectul de turbulență, care duce la distrugerea stratului staționar;

— activarea prin repetare a efectului de îmbibare stoarcere;

— mărirea coeficientului de difuzie prin ridicarea temperaturii flotei;

— obligarea flotei să treacă prin materialul textil.

Reducerea consumului de apă la spălare se realizează atît prin intensificarea procesului de spălare, cît și prin circulația în contracurent, obținută fie cu ajutorul pompelor, fie prin diferență de nivel (fig. 42).

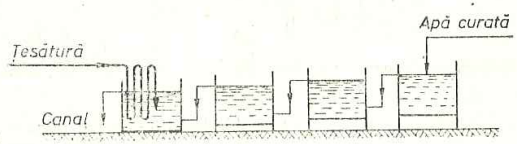


Fig. 42. Circulația flotei în contracurent.

În construcția și folosirea mașinilor de spălat trebuie să se țină seama și de natura materialului textil,

în sensul că pentru țesături sensibile, ca și pentru tricoturi, acțiunile mecanice exercitate asupra materialului nu trebuie să fie prea energice, pentru a nu produce deformări.

a. **Mașini clasice de spălat.** Activarea spălării este redusă. Se folosesc :

— *Cadă cu role.* Este cea mai simplă mașină de spălat în lățime, formată dintr-o cadă în care materialul este condus de role pentru a trece prin flotă. La ieșirea din cadă se face stoarcerea cu cilindri. Efectul de spălare este redus, fiind necesare minimum șase căzi pentru aplicarea unui proces continuu, iar consumul de apă este de 12—15 l/kg țesătură.

— *Cadă cu role și activare prin stropire* (fig. 43, *a*). La această cadă, încălzirea flotei se face cu abur trimis direct prin conducta *1*, iar activarea spălării prin stropire intensă cu sistemul de duze *2*. La ieșirea din fiecare cadă se face o stoarcere cu cilindrii *3*, iar în final o stoarcere prin aspirare.

— *Cadă pentru dezancolare și voluminizare* (fig. 43, *b*). Țesătura se impregnează în soluție de NaOH 6°Bè în cada *1*, este stoarsă de cilindrii storcători *2* și depusă în pliuri în bazinul *3*, în care circulă pe bastoanele *4* antrenate de lanțul fără sfîrșit *5*. Încălzirea flotei se face prin intermediul unui schimbător de căldură și a pompei de circulație. La ieșirea din cadă, țesătura se stoarce cu cilindrii storcători *2*.

Cada intră și în componența instalațiilor de spălat tricoturi din fire texturate, ca compartiment de relaxare-voluminizare.

b. **Mașini de spălat prin turbulență.** Sînt prevăzute cu căzi cu role la care efectul de turbulență se realizează cu dispozitive oscilatoare : mecanice, electromagnetice, generatoare de ultrasunete, care pun în mișcare atît flota, cît și materialul. Astfel se folosesc : cilindri, care au o mișcare de rotație și sînt prevăzuți cu palete ; țevi cu aripioare, avînd o mișcare oscilatorie cu frecvența 2 000 per/min și amplitudinea 2—3 mm ; tije cu aripioare, ce au o mișcare oscilatorie perpendiculară pe direcția de înaintare a țesăturii ; generatori de ultrasunete cu frecvențe de 200—3 500 kHz care imprimă flotei de spălare vibrații de aceeași frecvență.

c. **Mașini de spălat cu acțiune de îmbibare-stoarcere.** Activarea spălării se realizează prin acțiuni repetate de îmbibare-stoarcere.

— *Mașina cu cilindri storcători în flotă* (fig. 44, *a*). Are trei cilindri storcători *1* în flotă, presați pneumatic cu 15—40 kN, care intensifică efectul de impregnare. Pentru spălare, flota este stropită pe material cu ajutorul

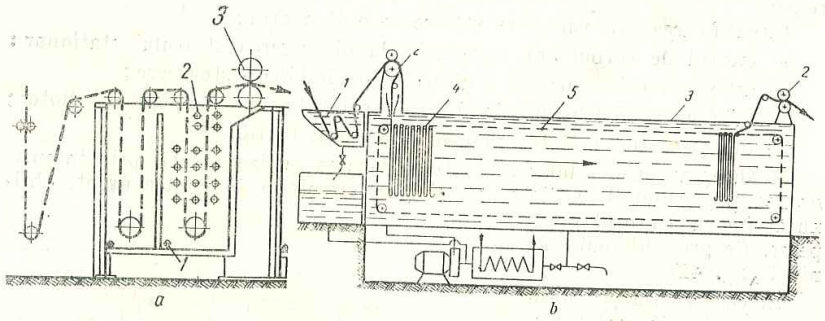


Fig. 43. Mașini clasice pentru spălat :
a — cadă cu role și activare prin stropire ; *b* — cadă pentru dezancolare și voluminizare.

duzelor *2*, iar cilindrul *3* cu profil special exercită o acțiune de scuturare a țesăturii *5*, mărind eficacitatea spălării. La ieșirea din mașină se realizează o nouă stoarcere cu cilindrii *4*.

— *Mașina de spălat cu tambur central* (fig. 44, *b*) se compune dintr-un tambur central *1*, construit din oțel rezistent la coroziune, care antrenează materialul și servește ca suport pentru stoarcerea efectuată de către șase cilindri *2* caucicuați. Presarea se face pneumatic cu 30 kN pentru cilindri intermediari și 50 kN pentru cilindrul final. Între cilindrii storcători sînt așezați cilindrii conducători *3*, cu dispozitive speciale pentru lățire și derularea marginilor în cazul tricoturilor. Conductele de stropit *4* trimit flota perpendicular prin material, intensificînd procesul. Circulația flotei se realizează cu pompa centrifugă *5* care pompează soluția din cada *6*. Sistemul de antrenare cu tambur central face ca tensionarea materialului în mașină să fie redusă, permițînd spălarea tricoturilor și chiar a textilelor nețesute.

Prin folosirea unor compensatori cu role sau cu plan înclinat, mașina se poate lega în agregat și poate permite lucrul în proces continuu.

— *Mașina de spălat cu stoarcere sau centrifugare* (fig. 44, *c*). Pe cilindrul *1* cu diametrul de 500 mm se înfășoară 2 500—5 000 m material *2*, pînă se ajunge la diametrul de 1 400 mm. În timpul lucrului, se rotește la 400 rot/min, iar în interior apa se trimite intermitent, astfel că după fiecare îmbibare urmează o stoarcere.

În acest caz spălarea se realizează prin acțiuni repetate de îmbibare-stoarcere și stropire intensă a țesăturii.

Operația de spălare durează 45 — 60 min și echivalează cu o producție continuă la viteza de 40—100 m/min. Sulul de material se transportă pe cărucior *4*, care se introduce în camera *3*, astfel că după albire sau vopsire prin metoda pad-rol materialul intră direct la spălat, fără a fi nevoie de derulare.

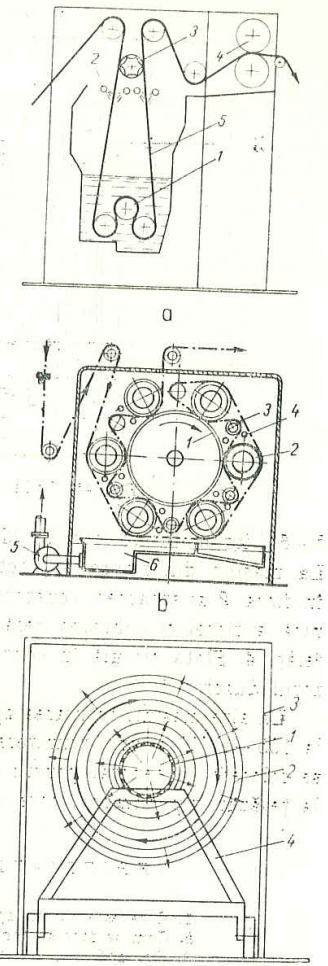


Fig. 44. Mașini de spălat cu acțiune de îmbibare-stoarcere :
a — mașina cu cilindrii storcători în flotă ; *b* — mașină de spălat cu tambur central ; *c* — mașină de spălat cu stoarcere prin centrifugare.

d. **Mașini de spălat cu acțiuni complexe.** Activarea spălării, în acest caz, se realizează prin acțiuni complexe, iar consumul de apă se reduce la

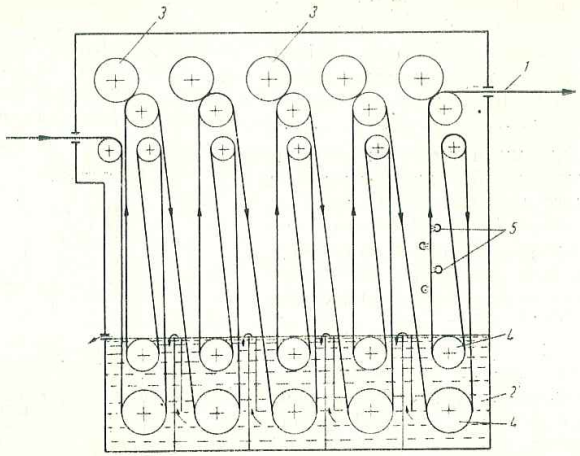


Fig. 45. Cadă de spălat cu acțiuni complexe.

5–6 l/kg material față de 12–15 l/kg cît se consumă la mașinile clasice. La mașina din figura 45, activarea spălării se realizează prin impregnări în flota *2* și stoarceri repetate între cilindrii *3*, ca și prin atingerea mecanică a flotei și vibrarea țesăturii prin acțiunea cilindrilor conducători rifelați *4*. Flota circulă în contracurent, fiind stropită pe țesătura *1* cu ajutorul duzelor *5*.

La alte mașini, activarea spălării se realizează prin ridicarea temperaturii la 105–110°C și prin trimiterea forțată a flotei prin material. Aceste mașini se folosesc în general pentru spălări după fierbere, albire, mercerizare etc. la țesături tip bumbac, care nu sînt prea sensibile la acțiuni mecanice.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este scopul spălării materialelor din fibre sintetice?
2. Cum se face spălarea materialelor din relon?
3. Dar spălarea materialelor din melană?
4. Cum se face spălarea materialelor din terom?
5. De ce este necesară fixarea materialelor din fibre sintetice?
6. Pe ce principiu se bazează operația de fixare?
7. Care sînt factorii ce întrebuințează fixarea?
8. Cînd se poate efectua fixarea?
9. Care este regimul de lucru la fixarea materialelor din relon?
10. Dar regimul de lucru la fixarea materialelor din terom?
11. Ce regim de lucru la fixarea materialelor din melană cunoașteți?
12. Care sînt defectele de fixare, cînd se produc, cum se previn și cum se remediază?
13. În ce condiții se pot albi materialele din fibre sintetice?
14. Ce avantaje prezintă sistemul de spălare prin stropire, îmbibare-stoarcere?
15. Care sînt posibilitățile de activare a spălării și de reducere a consumului de apă?

2.8. PREGĂTIREA MATERIALELOR DIN FIBRE CHIMICE ÎN AMESTEC CU ALTE FIBRE

2.8.1. FACTORII CARE DETERMINĂ STABILIREA PARAMETRILOR DE LUCRU

În scopul îmbogățirii sortimentelor, a îmbunătățirii calității produselor, a reducerii costului, industria textilă produce materiale din ce în ce mai variate din amestecuri de fibre chimice ca atare sau cu fibre naturale. Prelucrarea acestor amestecuri de fibre impune aplicarea unor tehnologii noi, bazate pe cunoașterea proprietăților și a comportării specifice a fibrelor din amestec.

Produselor finite li se cere, în afară de aspect și durabilitate, și stabilitate dimensională, confort la folosire și ușurință de întreținere. Aceste caracteristici se obțin numai prin stabilirea judicioasă a amestecului de fibre și a procesului tehnologic. Dacă confortul de folosire și ușurința la întreținere depind în cea mai mare măsură de caracteristicile fibrelor (finețe, lungime, structură de suprafață, proprietăți termice, higroscopicitate, elasticitate, masă specifică, comportare electrostatică etc.), stabilitatea dimensională se realizează printr-o corectă alegere a naturii și proporției componentelor amestecului de fibre și prin conducerea corectă a operațiilor de finisare.

Prelucrarea materialelor din fire sintetice în procesul de finisare impune unele măsuri, ca:

— reducerea la minimum a tensionărilor mecanice prin folosirea unor utilaje adecvate;

— efectuarea tuturor operațiilor la temperaturi care să țină seama de punctul de înmuiere al fibrelor sintetice;

— efectuarea operației de degresare pentru înlăturarea substanțelor de avivare și de antistatizare;

— folosirea agenților chimici în concentrații care să nu degradeze fibrele.

Sintetizînd unele dintre proprietățile fibrelor sintetice, se observă: fibrele poliamidice (relonul) nu suportă fierberea alcalină sub presiune; se degradează la albirea cu H_2O_2 și necesită condiții speciale (folosirea unui produs de protecție Proventin); la albirea cu compuși cloruranți se face declorarea după albire, pentru a nu le îngălbeni la uscare; temperatura de înmuiere 170°C; se introduc la uscat numai cu reacție neutră.

Fibrele poliacrilonitrilice (melana) se îngălbenesc la tratare alcalină de peste 70°C; plastifierea începe la 70°C; operațiile umidotermice sau termice se vor face fără presare, fără tensionare și răcire treptată pînă la 50–60°C; se va evita folosirea produselor anion active (care pot precipita coloranții cationici); fibrele rezistă bine la agenți chimici.

Fibrele poliesterice (terom) rezistă la soluțiile de aicizi, baze, oxidanți și reducători folosite în finisare; sînt stabile la temperaturi ridicate, temperatura de înmuiere este de 230–240°C; un timp mai îndelungat la temperaturi de 150°C pierd din rezistență mai puțin decît bumbacul, celofibra sau poliamida; sub acțiunea hidroxidului de sodiu se produce o dizolvare superficială a fibrelor reducîndu-i diametrul, restul fibrei rămînînd nealterat; la fierbere deschisă cu o soluție de NaOH 10 g/l timp de o oră pierde 20% din greutate; influența apei în condițiile tehnologice este neglijabilă.

Fibrele polialcoolvinilice sînt sensibile la oxidanți, îndeosebi H_2O_2, reținclorul, de aceea în cazul folosirii compușilor cu clor se impune declorarea.

Fibrele polipropilenice se comportă bine față de toți compușii chimici folosiți în tehnologia operațiilor de pregătire, nu pierd rezistența în stare umedă ; temperatura de plastifiere este de 140°C și impune atenție la operația de uscare care, în cele mai multe cazuri, are loc peste această temperatură.

Fibrele polinozice nu prezintă probleme speciale ; la tratamente alcaline se vor respecta punctele critice (concentrație 15—16°Bè, temperatură sub 20°C și peste 90°C).

Operațiile de curățire și albire au unele aspecte specifice, și anume :

— Pîrlirea se face cu scopul reducerii fenomenului „pilling" și a obținerii unei suprafețe netede, dar există neajunsul formării unor glomerule de fibre topite care se vopsesc mai intens, fac materialul mai aspru și lucios. De aceea este bine ca pîrlirea să se facă după vopsire sau să fie precedată de periere și tundere. Materialele care conțin fibre cu termoplasticitate mare nu se pîrlesc.

— Albirea se face de preferință cu clorit de sodiu, în mediu acid (pH = 3,4), temperatura > 50°C, fără să ajungă la fierbere.

Pentru pasivizarea oțelului și reducerea efectului de coroziune al cloritului (principalul neajuns) în baia de albire se folosește un adaos de azotat de sodiu în cantitate egală cu cloritul de 80%.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce măsuri se impun la prelucrarea materialelor din amestec de fibre ?
2. Ce măsuri se iau la prelucrarea amestecurilor care conțin fibre poliamidice ?
3. Dar la prelucrarea amestecurilor care conțin fibre poliesterice ?
4. Ce măsuri se iau la prelucrarea amestecurilor care conțin fibre PAN ?
5. Dar la prelucrarea amestecurilor ce conțin fibre polipropilenice ?
6. Prin ce se caracterizează materialele obținute din amestecuri de fibre poliamidice cu fibre celulozice :
   a) rezistență la frecare ; *b)* rezistență la lumină ; *c)* stabilitate dimensională ?

2.9. PREGĂTIREA TRICOTURILOR

2.9.1. PREGĂTIREA TRICOTURILOR DIN FIBRE NATURALE

a. **Necesitatea și principiul operațiilor de pregătire.** Tricoturile, așa cum sînt obținute din sectorul tricotaje, conțin o serie de impurități care le dau un aspect neplăcut, se udă greu (nu sînt hidrofile), conțin tensiuni latente ce le fac să fie aspre la pipăit și să aibă la spălat modificări dimensionale nedorite.

Deoarece vopsirea sau imprimarea se execută prin tratamente umede, pregătirea ca primă operație de finisare este necesară pentru a face posibilă pătrunderea diverselor soluții în fibre.

În cadrul operației de pregătire se face și albirea tricoturilor, dacă acestea urmează a fi furnizate ca atare sau vopsite în culori pastel.

Pentru tricoturile din fibre chimice se efectuează spălarea și termofixarea.

b. **Pregătirea tricoturilor din fibre celulozice.** Constă în curățire și albire, care se pot efectua în proces continuu sau discontinuu.

Albirea în proces discontinuu se face pe căzi cu vîrtelniță.

Albirea în proces continuu se face pentru tricot tubular pe instalații de albit în funie sau în foaie lată.

În principiu, procesul tehnologic este asemănător celui aplicat la țesături, cu următoarele precizări :

— tricotul fiind sensibil la tensionare sînt necesare utilaje speciale ;

— pentru a se evita o degresare prea avansată, care produce o asprire a materialului și pericolul apariției spărturilor la ac în confecții, se renunță la operația de fierbere alcalină, care este suplinită de albirea cu apă oxigenată ;

— pentru a se evita asprirea tricotului și spărturile la ac, la albirea cu apă oxigenată în locul silicatului de sodiu se folosesc stabilizatori organici.

Regim de lucru la albirea mixtă pe căzi cu vîrtelniță. Fierberea 30—60 min, într-o soluție care conține 5 g/l carbonat de sodiu și 2 g/l alcool gras sulfatat. Clătire cu apă caldă la 70°C și cu apă rece. Albirea cu hipoclorit de sodiu 2—3 g/l clor activ la pH = 10,5, 60 min la rece.

Albire cu apă oxigenată 30% 3—4 ml/l, la pH = 10,5 realizat cu adaos de hidroxid de sodiu, 60 min la 90—98°C. Clătire cu apă caldă și rece. Uneori se face o simplă udare la rece cu 2 g/l aldetal, urmată de albire hipoclorit-apă oxigenată.

Albirea în proces continuu se face prin metoda de albire în flotă sau prin metoda impregnare, urmată de depozitare sau de aburire.

În cazul în care bumbacul are mai puține impurități se face albirea numai cu apă oxigenată. La nevoie, pentru distrugerea cojilor de semințe se aplică albirea mixtă : hipoclorit-apă oxigenată.

Regim de lucru la albirea mixtă hipoclorit-apă oxigenată. Albire prin impregnare depozitare în flotă cu o soluție care conține : hipoclorit de sodiu 5 g/l clor activ, carbonat de sodiu 3 g/l, Romopal LN 1 g/l, 10 min, la rece și este urmată de albire cu apă oxigenată într-o flotă care conține : apă oxigenată 35% 10 ml/l, hidroxid de sodiu 4 ml/l (pH = 10,5), stabilizator organic 5 ml/l, 20 min la 98°C.

Pregătirea tricoturilor din fibre celulozice regenerate. Ținînd seama că aceste fibre conțin mai puține impurități, operațiile de pregătire se rezumă, de cele mai multe ori, la spălare și albire în agenți optici. Avînd rezistență redusă în stare udă, spălarea se face pe mașini continue de spălat cu tamburi perforați, care nu tensionează.

c. **Pregătirea tricoturilor din lînă sau lînă în amestec.** Constă în spălare și eventual piuare. Spălarea se face la 45°C în soluții care conțin 1—3 g/l agenți tensioactivi anionici și 1—2 g/l carbonat de sodiu. Operația se poate efectua sub forma de funie pe mașini de spălat stofe de lînă sau pe căzi cu vîrtelniță, ca și în stare lată pe mașini cu tamburi perforați.

Operația de degresare se poate efectua cu solvenți pe mașini discontinue sau pe instalații continue, pe care se pot efectua operații de avivare, hidrofobizare, tratamente care oferă rezistență la molii ș.a.

Pe mașinile discontinue se poate efectua piuarea folosind un amestec de solvenți, apă, agenți de udare. Intensitatea efectului se reglează prin modificarea duratei (5—10 min) și a adaosului de apă (7—15% raportat la material).

2.9.2. PREGĂTIREA TRICOTURILOR DIN FIBRE SINTETICE

Operațiile pentru pregătirea tricoturilor din fibre sintetice sînt spălarea și termofixarea, eventual cu intercalarea unei operații de albire cu agenți optici.

— *Spălarea.* În operația de spălare, în afară de curățire trebuie să se elimine tensiunile de tricot și la cele din fire texturate să se obțină contracții și voluminizarea tricotului.

Acest deziderat se poate realiza pe căzi cu vîrtelniță, care prezintă însă dezavantajul lucrului în proces discontinuu și a unui consum mare de apă.

Constructorii de utilaje au perfecționat instalații de spălat în proces continuu, prevăzîndu-le cu compartimente pentru relaxare. Spălarea se face în general cu agenți neionici (Romopal OF 10) și fosfat sau carbonat de sodiu.

— *Termofixarea.* Se efectuează pe rame de termofixat speciale, care trebuie să permită alimentarea cu avans de pînă la 40%, iar în cazul tricoturilor din fire texturate posibilitatea de susținere a tricotului în zona de termofixare cu benzi transportoare sau pernă de aer. În operația de termofixare se respectă temperaturile cerute de natura fibrei, cu mențiunea că la firele texturate se vor folosi temperaturi cu 20°C mai reduse decît temperatura de texturare (175°C pentru PES texturat).

2.9.3. UTILAJE PENTRU ALBIREA TRICOTURILOR

Pentru a reduce tensionările, căzile cu vîrtelniță vor avea înălțimea maximă a ridicării din flotă de 800 mm, viteza maximă de circulație a tricotului de 50 m/min și rola din spate antrenată.

În ultimul timp s-au construit mașini la care materialul textil este antrenat atît de vîrtelniță, cît și prin circulația flotei pe principiul preaplin (Over-flow). Prin aceasta se reduc tensionările și se face economie de apă.

Utilajul pentru albire în proces continuu. S-au construit utilaje pentru albirea tricoturilor tubulare în funie sau în stare lată.

În primul caz, pentru a se evita alungirile se folosesc cilindri storcători elastici, compensatoare tip pipă foarte sensibile, pipe pentru albire cu apă oxigenată cu îmbibare în flotă în partea inferioară. Totuși, pe aceste instalații se produc alungiri în tricot de 10—14%, care se consideră a fi prea mari.

Pentru a se reduce alungirile, în ultimii ani albirea tricoturilor tubulare se face în stare lată în proces continuu sau discontinuu.

În figura 46, *a* se prezintă schema unei instalații de albit tricoturi prin impregnare-depozitare. Din cada cărucior *1*, tricotul se îmbibă în flota de albire cu apă oxigenată în pipa *2*, este stors de către fulardul *3* și depus în pliuri în

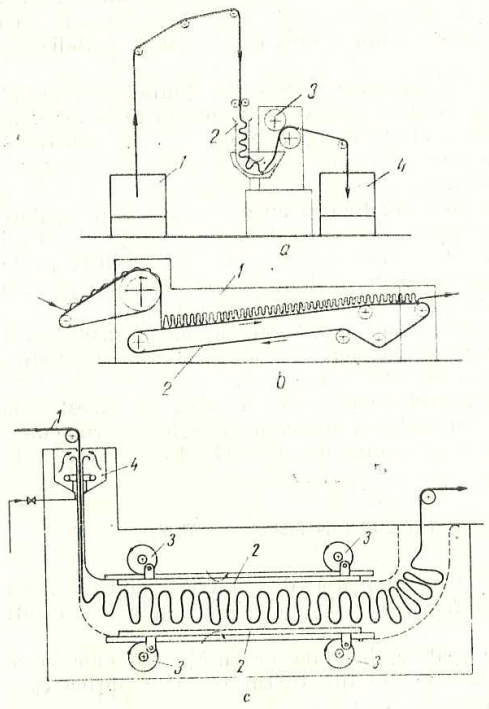


Fig. 46. Instalații pentru albit tricoturi :
a — în proces discontinuu ; *b* — camera de aburire ; *c* — albire în flotă.

cada-cărucior *4*, unde se lasă depozitat 8—24 ore. Temperatura flotei de albire este 50°C, iar conteinerul are pereți izolați pentru menținerea temperaturii un timp cît mai îndelungat. Spălarea finală se face pe mașini de spălat.

La instalațiile de albire în proces continuu, impregnarea se face la un fulard, iar depozitarea pentru desăvîrșirea reacțiilor în pipe la albirea cu hipoclorit sau în camere de aburire *1* cu bandă transportoare *2* (fig. 46, *b*), la albirea cu apă oxigenată.

Spălarea se face pe mașini de spălat cu tambure perforate.

La albirea în flotă (fig. 46, *c*), tricotul *1* este depus în pliuri între benzile transportoare *2* și purtat în flotă prin mișcarea benzilor cu ajutorul excentricelor *3*. Flota încălzită cu ajutorul unui schimbător de căldură este circulată cu ajutorul pompei și servește în același timp la antrenarea tricotului în dispozitivul preaplin *4*. Durata depozitării în flotă este de 10—20 min.

Sînt instalații la care benzile transportoare au o mișcare continuă.

Compartimentele de albire sînt modale și pot fi legate în agregat cu fularde de impregnare și mașini de spălat.

2.9.4. MAȘINI DE SPĂLAT TRICOTURI

În cazul tricoturilor sensibile la tensionare, spălarea se efectuează pe mașini la care tricotul este așezat pe suprafața unui tambur perforat, iar flota trece prin material activînd spălarea.

— *Mașina de spălat cu tambure perforate* (fig. 47, *a*). Tricotul *1* este depus pe suprafața tamburului perforat *2*, iar flota aspirată din cada *3* în interiorul tamburului, cu ajutorul unei pompe, trece prin materialul textil. Tensionarea tricotului este minimă, deoarece în timpul spălării el este sprijinit pe suprafața tamburului. Între două compartimente se face o stoarcere cu cilindrii storcători *4*.

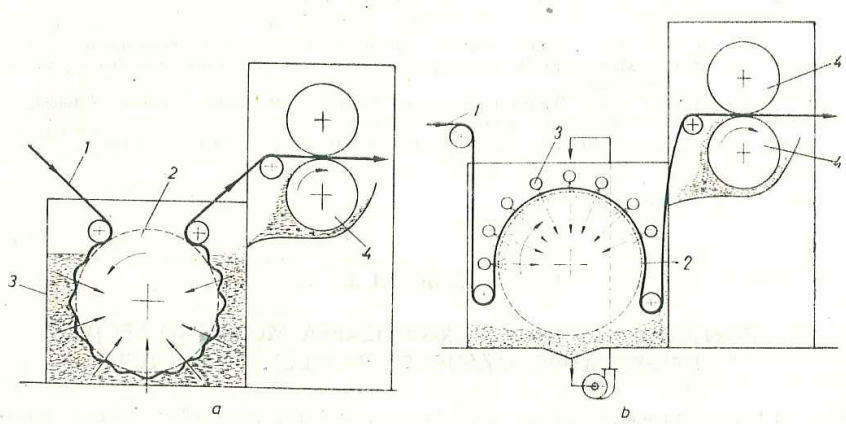


Fig. 47. Mașini de spălat cu tambure perforate :
a — cu aspirația flotei ; *b* — cu stropirea flotei pe tambur.

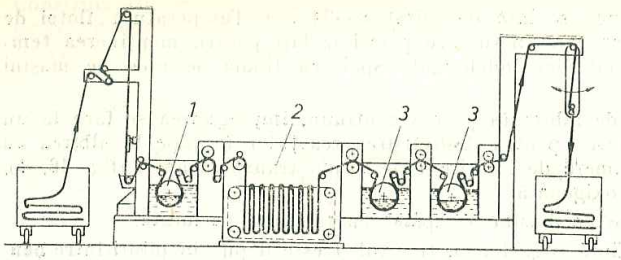


Fig. 48. Instalație pentru relaxare-spălare.

Pe același principiu s-au construit tambure (fig. 47, *b*) la care flota trimisă de pompă stropește intens cu ajutorul duzelor *3*, materialul textil *1* sprijinit pe suprafața tamburului *2*.

— *Instalații pentru relaxare-spălare.* La spălarea tricoturilor sensibile din fire poliesterice texturate este necesar ca înainte de spălare să se efectueze o operație de relaxare prin eliminarea tensiunilor din material și de voluminizare.

În principiu, materialul textil depus în pliuri este purtat în flota încălzită la 60—80°C timp de 10—15 min, după care se face spălarea propriu-zisă.

Conducerea materialului în zona de relaxare se face prin :

— depunerea în pliuri între două benzi transportoare ;

— depunerea în pliuri pe o bandă transportoare ;

— depunerea în pliuri și activarea spălării și relaxării cu un element de batere-piuare sub formă de clopot acționat de un excentric ;

— depunerea în pliuri pe bastoane într-o cadă și antrenarea prin deplasarea bastoanelor.

În figura 48 este prezentată o instalație de spălare, compusă din : compartimentul de îmbibare *1*, cu tambur perforat, cada de relaxare voluminizare *2* și două compartimente de spălare *3*, cu tambure perforate.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce aspecte specifice prezintă operațiile de pregătire ale tricoturilor ?
2. Care sînt operațiile de pregătire a tricoturilor din fibre celulozice și cum se efectuează ?
3. Cum se face spălarea tricoturilor din lînă ? Ce tipuri de mașini se folosesc ?
4. Ce se obține prin fixarea tricoturilor :
   a) îmbunătățirea tușeului ; *b)* stabilitatea dimensională ; *c)* luciu ?

Capitolul 3

CONTROLUL TEHNIC ȘI ORGANIZAREA MUNCII ÎN SECȚIILE DE PREGĂTIRE. MĂSURI DE PROTECȚIE A MUNCII

Complexitatea procesului tehnologic, varietatea materiilor prime și auxiliare folosite impune un control riguros al calității produselor ce intră în secție, a modului de desfășurare a operațiilor și a produsului finit. De efectuarea în condiții optime a pregătirii depind operațiile ulterioare din secțiile speciale de vopsitorie, imprimerie, apretură și, în final, calitatea produsului.

1. **Controlul calității materiilor prime și materialelor.** Se controlează materia primă (fire, țesături, tricoturi), substanțele chimice auxiliare (acizi, baze, substanțe tensioactive, agenți de albire etc.) și apa folosită.

Controlul materialelor textile care urmează a se prelucra în sectorul de pregătire se execută prin verificarea documentelor însoțitoare, controlîndu-se masa și lungimea. Caracteristicile fizico-mecanice de bază, ca : lățimea, desimea, rezistența la tracțiune sau plesnire, finețea și torsionarea firelor, componența amestecului și alte condiții de calitate se controlează prin sondaj pe loturi.

Componența amestecului de fire se determină calitativ sau cantitativ. Analiza cantitativă se face prin procedee de sortare mecanică a fibrelor vopsite direct în culori contrastante sau prin separare chimică, care constă în dizolvarea selectivă în solvenți organici, acizi sau alcalii ai unei componente, apoi uscare și cîntărirea acesteia.

În caz de neîncadrare în norme a rezultatelor de sondaj, se va efectua un control integral al lotului, iar materialele care nu se încadrează vor fi puse la dispoziția furnizorului (țesătorie, tricotaje) chiar dacă acesta aparține aceleiași întreprinderi.

Controlul calității se face, de obicei, la fiecare bucată în parte și este completat cu însemnarea și repararea defectelor, sau cu înlăturarea locală a petelor.

Calitatea produselor auxiliare se verifică de către laborator la fiecare unitate de ambalaj (cutie, butoi etc.) iar după emiterea buletinului de analiză se anexează pe ambalaj o etichetă care să cuprindă datele principale ale analizei, necesare la întocmirea rețetelor.

Metodele de control pentru fiecare produs în parte sînt cuprinse în normele de recepție sau standardele produselor respective.

În cazul agenților activi de suprafață se determină :

— conținutul de substanță activă prin dizolvare în alcool, evaporare și cîntărire ;

— puterea de spălare prin spălarea unor probe murdărite cu un amestec special de murdărie, care conține negru de fum și determinarea gradului de alb ;

— puterea de udare, prin măsurarea vitezei de cufundare a unor rondele din țesături în soluții de concentrații determinate sau prin determinarea concentrației necesare a produce scufundarea într-un timp determinat ;

— tensiunea superficială a unei soluții ce conține o concentrație determinată de agent de udare, în comparație cu tensiunea superficială a apei.

În cazul agenților de albire se determină, de exemplu, conținutul în clor sau oxigen activ, în funcție de natura substanței.

Produsele de mare serie (carbonat de sodiu, sulfat de sodiu ș.a.) se controlează pe loturi și, numai în cazuri de suspiciuni, controlul se face pe fiecare unitate de ambalaj.

Toate constatările făcute trebuie aduse la cunoștința tehnologului însărcinat cu întocmirea rețetelor sau a șefului de secție, pentru a lua măsurile necesare pregătirii în bune condiții a rețetelor de lucru și sesizarea la furnizori a deficiențelor constatate.

În cazul apei se determină *p*H-ul și duritatea temporară.

2. **Controlul parametrilor tehnologici de finisare** este efectuat de către tehnicianul sau maistrul care urmărește desfășurarea diferitelor operații și de către muncitorul respectiv.

În timpul lucrului se urmăresc următorii parametri : concentrația soluțiilor, *p*H-ul, nivelul flotei, raportul de flotă, temperatura soluției și modificarea ei în timp, succesiunea operațiilor și modul în care acestea se execută (adaosuri, temperatură, durată).

— Concentrația soluțiilor se determină în laborator prin analize consecutive.

— *p*H-ul soluțiilor se determină cu hîrtie indicatoare de *p*H sau cu aparate numite *p*H-metre.

— Temperatura soluțiilor se determină cu ajutorul termometrelor cu mercur sau a termocuplelor ce transmit indicațiile date la distanță. Controlul și reglarea temperaturii se pot face automat, cu ajutorul unor regulatoare-program, la care comanda ventilelor de abur are loc electromagnetic sau pneumatic.

În același mod se determină și se reglează nivelul și concentrația diverselor soluții, asigurînd respectarea precisă a parametrilor tehnologici și obținerea unor produse de bună calitate.

3. **Controlul calității produselor finite.** Aprecierea calității materialelor albite constă în determinarea gradului de alb și a stabilității albului, a capacității de umezire și a degradării materialului textil.

4. **Măsuri de protecție a muncii, în secțiile de pregătire.** Măsurile pentru protecția muncii prevăd o manipulare și depozitare corectă a substanțelor chimice folosite, și o cunoaștere și o mînuire corectă a fiecărei mașini în parte. Normele de protecție a muncii specifice fiecărui loc de muncă sînt obligatorii pentru toți angajații secției.

— Instalațiile de încălzit și ventilație vor fi revizuite periodic și izolate corespunzător.

— La locurile de muncă unde se manevrează substanța chimică se vor instala robinete speciale de spălare, la nevoie.

— Organele exterioare în mișcare ale diferitelor mașini vor fi prevăzute cu apărătoare complete pentru îndepărtarea cu 2,5 m a angajaților și care să nu permită introducerea mîinilor.

— Conductele de abur, de chimicale vor fi vopsite separat cu o altă culoare, conform STAS și vor fi izolate.

— Inelele de porțelan și rolele prin care se face trecerea țesăturii de la o mașină la alta trebuie bine fixate.

— Iluminatul trebuie să fie optim.

— Orice intervenție la mașină se va face numai cu mașina oprită.

— Pornirea utilajelor, a mașinilor și a instalațiilor nu se va face decît după ce se va verifica dacă în raza de activitate nu sînt persoane care ar putea fi accidentate.

— Muncitorii au obligația să lucreze cu cea mai mare atenție și cu calm desăvîrșit. Nu se permit glume în timpul lucrului.

— Introducerea bucăților de țesături în timpul mersului mașinilor, este interzisă.

— Mașinile vor fi dotate cu dispozitive de siguranță de semnalizare optică și acustică, în stare bună de funcționare.

— Se interzice deschiderea capacului autoclavelor, înainte ca presiunea aburului să fie „zero".

— La introducerea materialului în autoclave sau jighere, ventilele și robinetele trebuie în mod obligatoriu închise.

— Muncitorii finisori vor folosi echipamentul de protecție și de lucru corespunzător, în timpul lucrului.

— Muncitorii secțiilor de finisaj trebuie să cunoască pericolele pe care le prezintă instalațiile chimice, modul de prevenire a accidentelor și primele ajutoare, în caz de electrocutare.

— Zilnic se vor controla legările la pămînt ale electromotoarelor și aparatelor electrice.

— Substanțele chimice vor fi păstrate și depozitate în ambalajul lor original, în locuri special amenajate și bine aerisite.

— Dizolvarea și pregătirea substanțelor chimice se fac conform prescripțiilor speciale afișate la fața locului.

— Fumatul va fi permis numai în locuri special amenajate.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. De ce este necesar controlul calitativ al materiei prime, al produselor auxiliare și al apei ?
2. Ce se urmărește la controlul calității produselor finite ?
3. Care sînt principalele măsuri de protecție a muncii în secțiile de pregătire ?

PARTEA A DOUA

VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE

Capitolul 4

NOȚIUNI INTRODUCTIVE PRIVIND VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE

4.1. NOȚIUNI DESPRE CULOARE ȘI COLORANȚI

4.1.1. SCURT ISTORIC ASUPRA COLORĂRII MATERIALELOR TEXTILE

Colorarea obiectelor folosite de om se întîlnește încă din timpul comunei primitive, de la care însă avem puține date. Se foloseau coloranți naturali obținuți din plante sau animale. India poate fi considerată țara de la care s-a răspîndit în întreaga lume arta colorării. Cu 2 000 de ani înaintea erei noastre indienii și chinezii foloseau indigoul pe care îl extrăgeau din plante „Indigofera tinctoria", coloranți roșii pe care îi extrăgeau din insecte (cîrmîz, coșenila) garanța, mordanți (hidroxizi de aluminiu, de fier, de crom, de staniu).

Purpura extrasă din scoici era folosită de fenicieni, în timp ce evreii vechi cunoșteau purpura roșie și albastră și roșul din cîrmîz.

Multe date se găsesc în lucrările lui Herodot, care scrie despre pictarea veșmintelor cu figuri de animale folosind strivirea unor frunze (culori care durau cît țesătura) sau Plinius, care scrie despre arta egiptenilor de a vopsi inul cu mordanți sau despre cunoștințele multiple ale grecilor în tehnica vopsitului.

În Peru, în Mexic și în Asia Mică arta de a vopsi și imprima era de asemenea cunoscută. Imprimarea se făcea cu ajutorul unor plăci sau cilindri gravați cu modelul în relief.

Există dovezi că romanii și grecii foloseau și ei coloranții naturali cunoscuți în orient.

La începutul secolului XIX, indigoul adus din America în Europa va trebui să cedeze locul fratelui său vitreg indigoul de sinteză.

Secolele XIX și apoi XX pun la îndemîna coloristului o gamă mereu mai largă de coloranți de sinteză care se pot folosi prin variate tehnologii la variate tipuri de fibre textile.

În țara noastră industria de coloranți înregistrează în prezent succese importante. Se fabrică astăzi diferite clase de coloranți : direcți, acizi, reactivi, de sulf, pigmenți, dispersie etc.

4.1.2. CARACTERIZAREA CULORII. AMESTECURI DE CULORI

Culoarea este o proprietate fizică a unei substanțe. Prin culoare se înțelege și senzația vizuală provocată de **lumina** venită de la un corp colorat.

Între lumină și culoare există o strînsă legătură. Oricărei senzații luminoase îi corespunde o senzație de culoare. Senzația de culoare este produsă numai de radiațiile din spectrul vizibil.

Se știe că spectrul luminii albe (solare) este compus din 3 zone : zona spectrului infraroșu, zona spectrului vizibil (cu radiații cuprinse între 380 — 760 nμ nanometri) și zona spectrului ultraviolet. Culorile spectrului vizibil ROGVAIV sînt culori pure, fundamentale. Culoarea corpurilor se datorește proprietății acestora de a absorbi selectiv radiații din spectrul vizibil. Culoarea unui corp deci va corespunde lungimii de undă a radiațiilor luminoase reflectate de corpul respectiv.

Ochiul omenesc poate distinge aproximativ 130 nuanțe de culori.

Lumina poate proveni de la corpuri care au această proprietate naturală sau obținută, numite iluminanți (soarele, becurile cu filament de wolfram, tuburile fluorescente).

Pentru că la obținerea unei culori intervin trei factori : sursă de lumină, corpul colorat și ochiul omenesc, factori parțial subiectivi, pentru definirea și măsurarea culorii se folosesc iluminanți Standard, stabiliți de C.I.E. (comisia internațională pentru iluminare) care sînt :

— iluminatul normal A, care corespunde luminii artificiale obținute de lămpile cu incandescență cu filament de wolfram în gaz inert ;

— iluminatul C, care corespunde luminii albe solare.

a. **Culori necolorate (acromatice).** Deoarece absorbția luminii depinde de structura chimică a corpului, ea este diferită de la corp la corp.

Astfel, unele corpuri pot absorbi uniform radiații din toată lungimea spectrului vizibil, reflectînd de asemenea uniform din toate radiațiile. Un asemenea corp va apărea colorat în cenușiu (gri) mai închis sau mai deschis, după cantitatea mai mică sau mai mare de radiații reflectate.

Dacă corpul absoarbe integral toate radiațiile spectrului vizibil, el va fi negru, iar dacă le reflectă integral, va fi alb. Albul, negru și cenușiul se numesc culori necolorate (acromatice).

Culorile necolorate se caracterizează doar prin luminozitate, ceea ce corespunde cu intensitatea, în cazul culorilor colorate.

b. **Culori colorate (cromatice).** Cînd culoarea unui corp provine de la o absorbție selectivă, culoarea este colorată (cromatică). De exemplu, un corp poate absorbi toate radiațiile cu excepția radiațiilor roșii, va apărea colorat în roșu, sau poate absorbi o parte din radiații, apărînd colorat în culoarea obținută, prin suprapunerea radiațiilor reflectate.

De exemplu, un corp care absoarbe radiații cuprinse între 400 și 435 nμ (corespunzătoare culorii violet) va apărea colorat în culoarea complementară verde-gălbui, sau absorbind radiații cuprinse între 490 și 500 nμ (corespunzătoare culorii verde-albăstrui) va apărea colorat în roșu.

Culorile cromatice se caracterizează prin : nuanță, intensitate și strălucire :

— *nuanța* depinde de lungimea de undă a radiațiilor reflectate de corpul colorat ; depinde deci de structura chimică a corpului respectiv. Nuanța poate fi : roșu, verde, galben etc.

— *intensitatea* ; corpurile absorb numai parțial din întreaga cantitate de lumină albă care cade asupra lor, o parte însoțește radiațiile colorate reflectate. Intensitatea unei culori depinde de cantitatea de lumină albă care o însoțește ;

— *strălucirea sau claritatea* unei culori depinde de cantitatea de negru care o însoțește, deoarece corpurile pot absorbi integral o mică parte din cantitatea de lumină albă care cade asupra lor. Acest mic adaos de negru fac nuanța mai puțin strălucitoare, fără a-i modifica însă intensitatea.

c. **Amestecul de culori.** Conform teoriei tricromatice Th. Joung şi Helmholtz se consideră trei culori de bază (culori primare) cele care prin amestecare pot da naştere la orice culoare.

— *Amestecuri aditive.* Culorile primare pentru culorile spectrale sînt : roşu, verde şi albastru. Suprapunînd două cîte două aceste trei culori, se obţin culori mai deschise decît cele de bază, iar suprapunînd toate cele trei culori se obţine alb. Experienţa se poate face proiectînd pe un ecran cele trei fascicule de radiaţii. Se observă : la întretăierea fasciculelor roşu cu verde se obţine galben ; la verde cu albastru se obţine albastru verzui ; la albastru cu roşu, violet deschis, iar la întretăierea celor trei fascicule se obţine alb. Această amestecare prin însumare tinde deci întotdeauna spre alb. *Amestecul culorilor spectrale este aditiv.*

— *Amestecuri substractive.* Pentru substanţele colorate cele trei culori de bază sînt : roşu, galben şi albastru. La suprapunerea acestor culori are loc o apropiere de negru, rezultînd întotdeauna o nuanţă mai închisă decît culorile din amestec. Explicaţia este simplă. O ţesătură albă vopsită cu un colorant roşu a absorbit toate radiaţiile complementare roşului, deci a sustras o parte din lumina albă pe care ţesătura albă ar fi reflectat-o integral.

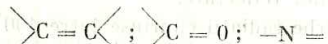
Vopsind ţesătura roşie cu un al doilea colorant, albastru de exemplu, acesta va absorbi din lumina albă o altă parte de radiaţii, rezultînd o culoare mai închisă, mai aproape de negru.

Trecînd pe material şi cel de-al treilea colorant, galben, vor fi absorbite şi restul de radiaţii şi se va obţine o culoare foarte aproape de negru.

Acest amestec care are loc prin scăderea cantităţii de lumină albă se numeşte *amestec substractiv* şi se întîlneşte la coloranţi.

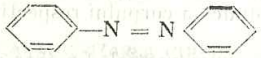
4.1.3. STRUCTURA CHIMICĂ A COLORANŢILOR

Un colorant organic este o substanţă care conţine în moleculă grupe cromofore şi grupe auxocrome. *Grupele cromofore* (grupe cu caracter nesaturat) cum sînt :

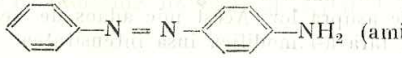

; $>C=O$; $-N=O$; $-NO_2$; $-N=N-$

sînt grupe purtătoare de culoare, dar care nu dau substanţei respective şi proprietatea de a colora alte corpuri. Substanţele care le conţin sînt substanţe colorate, dar nu coloranţi.

De exemplu,

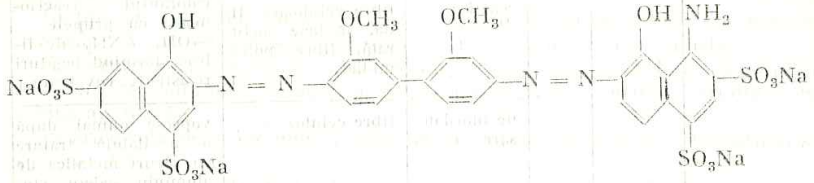

azobenzen galben.

Grupele auxocrome : $-OH$; $-NH_2$; $-NHR$; $-NR_2$; $-OR$ etc. au un dublu rol, pe de o parte înlesnesc fixarea colorantului de fibră şi pe de altă parte întăresc culoarea (deplasînd absorbţia luminii spre spectrul vizibil). Substanţele care le conţin sînt coloranţi. De exemplu,


(aminoazobenzen, colorant galben).

Coloranţii solubili mai conţin grupe solubilizante ca : $-COOH$; $-SO_3Na$.

O formulă simplă a unui colorant solubil poate fi :



În funcţie de grupa cromoferă, se poate face o clasificare chimică a coloranţilor. Se cunosc astfel : coloranţi azoici, antrachinonici, indigoidici, difenilmetanici, acridinici, xantenici, azinici, chinoniminici, ftalocianinici etc.

4.1.4. CLASIFICAREA TINCTORIALĂ A COLORANŢILOR

Pentru tehnologul finisor care lucrează în vopsitorie sau imprimerie, prezintă interes, pe lîngă structura chimică a coloranţilor şi comportarea lor în procesele de colorare, şi comportarea atît faţă de diferitele tipuri de fibre textile, cît şi faţă de tehnologia aplicată.

Clasificarea tinctorială (schema 1) cuprinde grupe de coloranţi din diferite clase chimice, după cum se va vedea în continuare.

SCHEMA 1

Principalele grupe tinctoriale de coloranţi folosite în prezent în întreprinderi

a. *Coloranţi ionogeni*	1) solubili	anionici	direcţi (substantivi)	vopsesc : fibre celulozice, lînă, mătase naturală, fibre poliamidice	vopsesc nemijlocit din soluţii apoase
			acizi	lînă, mătase naturală, fibre poliamidice	vopsesc nemijlocit din soluţii apoase
			acizi complexabili	lînă, mătase naturală, fibre poliamidice	pot forma pe fibră complecşi stabili cu metale (crom, aluminiu)
			acizi complexaţi	lînă, mătase naturală, fibre poliamidice	sînt coloranţi acizi combinaţi cu metale sub forma unor complecşi preformaţi

SCHEMA 1 (continuare)

			reactivi	fibre celulozice, lină, mătase naturală, fibre poliamidice	colorantul reacționează cu grupele —OH, —NH_2 ale fibrei, formînd legături rezistente, covalente
			de mordansare	fibre celuloz e	vopsesc numai după o prealabilă tratare cu săruri metalice de aluminiu, calciu, staniu (mordanți)
		cationici	bazici	lină, mătase naturală, fibrele poliacrilonitrilice și poliamidice	vopsesc nemijlocit fibrele menționate, iar fibrele celulozice numai după o prealabilă mordansare
	2) insolubili	anionici	de cadă	fibre celulozice	se folosesc după o prealabilă solubilizare cu hidrosulfit și hidroxid de sodiu. În anumite condiții vopsesc și alte fibre
			de cadă solubilizați (cuvosoli)	fibre celulozice	sînt coloranți de cadă temporar solubilizați
			de sulf	fibre celulozice	se folosesc după o prealabilă solubilizare cu Na_2S
		cationici	ftalocianinici	fibre celulozice	sînt temporar solubilizați
b. *Coloranți neionogeni*	insolubili		de dispersie	acetații de celuloză, fibrele poliamidice, poliacrilonitrilice, poliesterice	vopsesc din dispersii apoase
c. *Coloranți formați pe fibră*	insolubili		azoici insolubili	fibre celulozice și alte fibre	se obțin direct pe fibră prin cuplarea unei sări de diazoniu cu un naftol
			de oxidare (negru de anilină)	fibre celulozice	se obțin prin oxidarea pe fibră a anilinei
			ftalocianinici	fibre celulozice	se obțin pe fibră din dinitrilul ftalic și săruri de cupru sau cobalt
d. *Coloranți pigmenți*	insolubili			toate fibrele	se aplică sub formă insolubilă cu ajutorul unor lianți

Importanță prezintă, de asemenea, și solubilitatea colorantului, alături de disocierea sa.

În prezent folosirea coloranților se face sub formă de soluții sau dispersii apoase. Vopsirea din solvenți organici nu se aplică însă industrial.

În cazul folosirii soluțiilor de coloranți este vorba de coloranții solubili sau temporar solubilizați, aceștia se supun legilor soluțiilor, studiate la chimia analitică.

În orice soluție au loc două fenomene, și anume : disocierea colorantului și asocierea lor.

Disocierea colorantului are loc conform disocierii clasice. Dacă este vorba de coloranții anionici, considerînd formula generală R—SO_3Na, disocierea va avea loc după reacția :

$$\underset{\text{anion colorant}}{R{-}SO_3Na} \rightleftarrows \underset{\text{ion de compensare}}{SO_3^-} + Na^+$$

sau

$$\underset{\text{anion colorant}}{R{-}COONa} \rightleftarrows \underset{\text{ion de compensare}}{R{-}COO^-} + Na^+$$

iar dacă colorantul este cationic, cu formula generală —$RNH_3^+]Cl^-$

$$\underset{\text{cation colorant}}{R{-}NH_3]Cl} \rightleftarrows \underset{\text{ion de compensare}}{RNH_3^+} + Cl^-$$

Paralel cu disocierea are loc fenomenul de asociere care duce la formarea de micele de diferite mărimi, soluția putînd să capete caracter coloidal (coloranți direcți, de cadă). Mai puțin se întîlnește această asociere la soluțiile de coloranți acizi sau bazici, care se mențin sub formă de soluții reale (moleculare sau ionice). În procesul de vopsire asocierea nu este întotdeauna dorită căci împiedică pătrunderea colorantului în fibră ; în aceste cazuri se iau măsuri ca atracția dintre moleculele și ionii de colorant să fie pe cît posibil împiedicată.

4.2. NOȚIUNI DESPRE VOPSIRE

4.2.1. DEFINIREA PROCESELOR DE VOPSIRE. CARACTERIZAREA LOR

Procesul din contactul dintre colorant și fibră în urma căruia fibra se colorează, se numește *vopsire*.

În timpul vopsirii, particulele mici de colorant (molecule, ioni) pătrund în spațiile intermoleculare ale fibrei, între lanțurile macromoleculare, se fixează uniform, fiind absorbite pe suprafața interioară a fibrei sau dizolvîndu-se în masa fibrei (vopsirea fibrelor sintetice cu coloranți de dispersie).

Această pătrundere și legare a colorantului are loc, de la caz la caz, în anumite condiții de temperatură, *p*H, durată și în prezența unor substanțe auxiliare. În majoritatea cazurilor, cînd vopsirea are loc din soluții apoase, un rol important îl joacă umflarea fibrei (care are loc în mediu umed).

Prin umflarea fibrei are loc o depărtare a lanțurilor macromoleculare, canalele, porii prin care a pătruns apa vor prezenta o suprafață mult mai mare, care va permite accesul colorantului.

Creşterea temperaturii în cazul vopsirii fibrelor sintetice are o acţiune oarecum asemănătoare. Deoarece se ştie că fibrele prezintă zone cristaline şi zone amorfe, colorantul se va fixa în primul rînd în zonele amorfe.

Procesul de vopsire are loc în urma fenomenului de sorbţie (trecerea colorantului din soluţie pe material), dar în anumite condiţii colorantul poate trece din nou de pe fibră în soluţie. Este cazul desorbţiei, care are importanţă în vopsirea practică (ajută la egalizarea unor materiale vopsite inegal, prin migrarea colorantului).

Varietatea mare a claselor de coloranţi folosiţi, precum şi a fibrelor textile, duc la o varietate de aspecte ale procesului de vopsire. Totuşi, se pot generaliza principalele etape ale unui proces de vopsire, şi anume :

— difuziunea particulelor de colorant din soluţie spre suprafaţa exterioară a fibrei ;

— adsorbţia colorantului la suprafaţa exterioară a fibrei ;

— difuziunea particulelor de colorant în interiorul fibrei ;

— fixarea colorantului în interiorul fibrei.

Fenomenele de difuziune şi adsorbţie se petrec conform legilor generale studiate la cursul de chimie analitică.

4.2.2. ECHILIBRUL TINCTORIAL. IZOTERME DE ADSORBŢIE

Conform aprecierii fenomenului de vopsire ca avînd loc în urma unui proces de sorbţie şi desorbţie, se poate considera că la un moment dat se stabileşte un echilibru dinamic între cantitatea de colorant din soluţie care trece pe fibră şi cea de pe fibră care trece în soluţie, astfel încît măsurînd concentraţia colorantului din flotă, aceasta rămîne constantă.

În vopsirea propriu-zisă însă se consideră că s-a ajuns la echilibru atunci cînd colorantul a difuzat uniform în toată masa fibrei.

Pentru a se aprecia în ce măsură s-a făcut repartiţia colorantului între soluţie şi fibră în momentul de echilibru, se folosesc izotermele de absorbţie.

Pe o axă de coordonate, pe abscisă se înscrie concentraţia de colorant existentă în soluţie (C_s), iar pe ordonată concentraţia de colorant din fibră (C_f).

Urmărind izotermele de adsorbţie din figura 49, se pot trage următoarele concluzii :

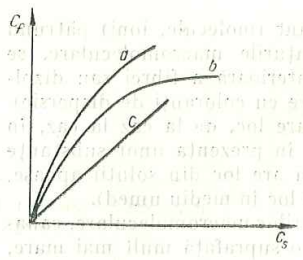


Fig. 49. Izoterme de adsorbţie.

— procesele tinctoriale se pot încadra în una din cele trei tipuri de izoterme ;

— curba *a* arată un proces de vopsire la care nu se întrevede decît tîrziu o limită de saturaţie (cazul vopsirii fibrelor celulozice) ;

— curba *b* arată tendinţa spre o limită de saturaţie (cazul vopsirii lînii, fibrelor poliamidice, poliacrilonitrilice) ;

— curba *c* arată o repartizare a colorantului egală între soluţie şi fibră (vopsirea fibrelor sintetice cu coloranţi de dispersie).

4.2.3. SISTEME TINCTORIALE – INTERACŢIUNEA COLORANT-FIBRA

Prin noţiunea de „sistem tinctorial" se înţelege mecanismul după care o anumită categorie de fibre se vopsesc cu o anumită clasă de coloranţi.

Se deosebesc două categorii de sisteme tinctoriale, şi anume, unul care cuprinde vopsirea fibrelor hidrofile şi al doilea cuprinde vopsirea fibrelor hidrofil-hidrofobe şi a celor hidrofobe.

În primul caz intră vopsirea fibrei celulozice naturale şi artificiale şi a fibrelor proteice. Mecanismul de vopsire se încadrează în procesele de adsorbţie. Repartiţia colorantului între soluţie şi fibră se face conform curbelor *a* şi *b* (fig. 49).

În al doilea caz intră, în cazul fibrelor hidrofil-hidrofobe, vopsirea acetaţilor de celuloză şi a fibrelor poliamidice, iar în cazul fibrelor hidrofobe, vopsirea fibrelor poliacrilonitrilice şi a celor poliesterice cu coloranţi de dispersie. Mecanismul de vopsire constă în dizolvarea colorantului în masa fibrei, repartiţia dintre colorantul din soluţie şi fibră făcîndu-se conform legii lui Henri (curba *c*).

Interacţiunea colorant-fibră insuficient cunoscută în prezent ridică unele probleme.

Între particulele de colorant şi fibră apar atît forţe de atragere cît şi forţe de respingere. Procesul de vopsire trebuie astfel condus încît forţele de atracţie să le depăşească pe cele de respingere.

Se ştie că atunci cînd fibrele vin în contact cu soluţiile apoase de colorant, se produc fenomene electrice.

Toate fibrele textile (cu excepţia lînii în soluţii acide) în apă sau soluţii de electroliţi se încarcă negativ. Deci, între primul strat de apă adsorbit la suprafaţa fibrei şi restul lichidului se creează un potenţial electrocinetic negativ (potenţial zeta). La vopsirea cu coloranţi anionici (majoritatea coloranţilor folosiţi sînt anionici) vor apărea în primul rînd forţe de respingere.

Se intervine în acest caz prin adaosul în baia de vopsire a unor electroliţi care vor modifica potenţialul electrocinetic al sistemului tinctorial, micşorînd valoarea forţelor de respingere.

Între colorant şi fibră se stabilesc şi forţe de atracţie, care pot fi : legături chimice principale şi secundare şi forţe de legătură. În funcţie de structura chimică a fibrei şi a colorantului se creează : legături ionice (electrovalente), în cazul vopsirii fibrelor proteice şi poliamidice cu coloranţi acizi, acizi complecşi ; legături covalente în cazul vopsirii fibrelor celulozice, proteinice, poliamidice cu coloranţi reactivi ; legături coordinative la vopsirea lînii cu coloranţi acizi complecşi etc.

Forţele de legătură (legături polare cum sînt forţele de hidrogen şi forţe Van der Waals) se întîlnesc în majoritatea vopsirilor, singure sau alături de legăturile chimice principale şi secundare.

Legături nepolare cum sînt forţele de dispersie se întîlnesc la vopsirea acetaţilor de celuloză şi a fibrelor sintetice cu coloranţi de dispersie.

Dacă legarea colorantului de fibră prin legături chimice duce la vopsiri rezistente, forţele de hidrogen sînt mult mai slabe, forţa lor constînd doar în numărul lor mare ; forţele de dispersie sînt de asemenea slabe.

4.2.4. NOȚIUNI DE CINETICĂ A VOPSIRII

Din noțiunile prezentate rezultă că vopsirea are loc prin pătrunderea colorantului în fibră și legarea acestuia prin intermediul unor grupe funcționale, denumite centre de vopsire. Pătrunderea colorantului în fibră se face prin difuziune și are loc în patru etape.

Difuziunea depinde de dimensiunea moleculei de colorat, de natura fibrei textile și de afinitatea colorantului pentru fibra respectivă. Cu cît molecula unui colorant este mai mică, cu atît va pătrunde mai ușor în fibră și cu cît afinitatea este mai mare, viteza de difuzie va fi mai mică.

a. **Activarea vopsirii.** Din practică se știe că viteza de difuziune a colorantului în fibră este mult mai mică decît a colorantului în soluție, de aceea se impune luarea unor măsuri pentru activarea vopsirii și acestea pot fi : creșterea temperaturii, adaosul de electrolit și agitarea mecanică.

În majoritatea cazurilor creșterea temperaturii duce la creșterea vitezei de vopsire. În cazul cînd vopsirea a atins punctul de echilibru tinctorial, creșterea temperaturii va favoriza desorbția și cantitatea de colorant care se va fixa de fibră va fi mai mică. De aceea, la fiecare vopsire în parte se va stabili un anumit regim de temperatură.

Adaosul de electrolit va mări viteza de vopsire în cazul sistemelor de vopsire ionice cu ioni de același semn, prin reducerea potențialului electrocinetic așa cum s-a arătat. Se folosesc clorură de sodiu și sulfatul de sodiu.

b. **Uniformizarea vopsirii.** O vopsire uniformă sau egală presupune o repartizarea uniformă a colorantului în toată masa materialului textil.

Uniformizarea vopsirii depinde de : capacitatea de migrare și viteza de epuizare a colorantului.

Prin capacitatea de migrare se înțelege posibilitatea colorantului de a se deplasa cu ușurință în fibră, trecînd în timp de pe porțiunile mai intens vopsite pe cele vopsite mai slab. Numai coloranții cu o bună capacitate de migrare vor da vopsiri egale. Migrarea colorantului poate fi îmbunătățită prin : folosirea de temperaturi ridicate sau a unor substanțe auxiliare care împiedică asocierea colorantului în flotă. Alți factori care pot influența migrarea sînt *p*H-ul și concentrația de electrolit neutru.

Capacitatea de migrare a unui colorant se stabilește în laborator. Două epruvete, una vopsită, alta nevopsită se tratează într-o baie oarbă. Din timp în timp se stabilește cantitatea de colorant de pe cele două epruvete. În cazul cînd colorantul va trece de pe proba vopsită pe cea nevopsită după un timp oarecare, se consideră că este un colorant cu o bună capacitate de migrare, este deci un colorant de egalizare ; dacă, dimpotrivă, proba nevopsită se colorează slab, avem un colorant cu o capacitate de migrare mică, deci un colorant de proastă egalizare.

— *Viteza de epuizare* a unui colorant în flota de vopsire poate asigura o vopsire uniformă dacă este bine condusă.

În cazul unui colorant cu o capacitate mică de migrare, cînd există pericolul fixării acestuia numai pe anumite porțiuni ale materialului, singurul mijloc de a obține o vopsire egală este reglarea vitezei de epuizare astfel încît vopsirea să se desfășoare foarte încet, îndeosebi la începutul vopsirii.

Reglarea vitezei de epuizare se face cu ajutorul regimului de temperatură și al agenților de egalizare.

Regimul de temperatură se stabilește de la caz la caz. În general se realizează o creștere treptată și lentă a temperaturii la începutul vopsirii și, dacă este cazul, se menține materialul un oarecare timp la o temperatură mai ridicată.

Agenții de egalizare folosiți pot avea acțiune asupra colorantului sau asupra fibrei.

Agenții care acționează asupra colorantului sînt produși ionici sau neionici care formează cu ionul sau molecula colorantului particule mai mari, care în soluție se mișcă mai greu și ajung cu întîrziere la suprafața fibrei.

Agenții care acționează asupra fibrelor sînt produși în general ionici, care pot stabili cu fibrele același tip de legături ca și colorantul, fiind în același timp mai mobili decît colorantul, legîndu-se mai repede de fibră. Particulele de colorant vor găsi locul ocupat temporar și vor trebui să înlăture ionii produsului de egalizare pentru a le lua locul. Aceasta înseamnă o încetinire a procesului de vopsire.

4.2.5. REZISTENȚELE VOPSIRILOR

Deoarece în procesele de prelucrare ulterioare vopsirii sau în timpul exploatării materialele textile vopsite trebuie să existe stabilitate la diferitele solicitări chimice, fizice sau mecanice, această stabilitate se exprimă prin „rezistențe".

Rezistențele vopsirii sînt de două feluri :

— *Rezistențe tehnologice* sau de fabricație, cum sînt : rezistența la mercerizare, la albire cu hipoclorit, la piuare, la spălare alcalină, la carbonizare etc.

— *Rezistențe de exploatare* (de folosire), cum sînt : rezistența la tratamente umede, la călcat, la lumină, la transpirație, la frecare etc. Toate aceste rezistențe au anumite valori stabilite, care se pot determina pe cale de laborator cu aparatură adecvată prin metode standardizate de către Oficiul de stat pentru standarde și invenții în R.S.R., care este membră a Organizației Internaționale de standardizare (I.O.S.). Fiecare standard stabilește metoda de determinare a acțiunii unui singur factor (rezistența la lumină, rezistența la spălare etc.), cu toate că în mod obișnuit în exploatare intervin mai mulți factori împreună.

Referitor la cîteva dintre rezistențele mai solicitate se pot face unele aprecieri generale.

— *Rezistența la tratamente umede* (apă sau spălare cu săpun la 40°C) la coloranții solubili depinde de afinitatea colorantului pentru fibră, de natura legăturilor care se stabilesc între colorant și fibră, de mărimea particulei de colorant din interiorul fibrei etc.

În cazul coloranților insolubili în fibră, rezistențele variază ; teoretic, rezistențele vopsirilor cu acești coloranți ar trebui să fie bune, practic însă se constată că dacă în cazul vopsirii materialelor celulozice cu coloranți de cadă (azoici insolubili, negru de anilină) rezistențele sînt bune, în cazul vopsirii fibrelor sintetice cu coloranți de dispersie rezistențele (îndeosebi la spălare) sînt slabe. Este vorba desigur de mărimea particulelor de colorant din fibră, de natura și numărul legăturilor care se formează între colorant și fibră.

Măsurarea în laborator a rezistenței la spălat a unei vopsiri se face apreciind decolorarea probei sau modificarea culorii și cedarea de colorant pe un alt material cu aceeași compoziție fibroasă ca și proba.

Aprecierea se face cu ajutorul scării de gri (STAS 5658-57).

Scara de gri cuprinde pentru decolorare cinci perechi de benzi etalon notate cu valori de la *5* la *1*. Cu *5* este notată perechea formată din două vopsiri etalon identice, deci cu contrast minim (vopsirea cea mai rezistentă) ; următoarele perechi formate din vopsiri din ce în ce mai deschise formează contraste crescînde în progresie geometrică. Cu *1* este notată perechea cu contrastul cel mai mare, corespunzătoare vopsirii celei mai puțin rezistente. Scara de gri mai cuprinde o grupă de cinci perechi benzi etalon, notate tot de la *1* la *5*. Cu *5* se notează vopsirea cea mai rezistentă, deoarece contrastul dintre proba vopsită și cea nevopsită este maxim, iar cu *1* vopsirea cea mai slabă, contrastul fiind minim.

Rezistența la lumină. Se apreciază rezistența la lumina zilei. Decolorarea materialelor vopsite depinde de o serie de factori, și anume :

— structura chimică a colorantului (o structură simetrică și o moleculă mare favorizează rezistența la lumină) ;

— concentrarea colorantului pe fibre (în mod obișnuit rezistența la lumină crește cu concentrația ; fac excepție unele vopsiri pe fibre sintetice la care fie că rezistența scade cu concentrația, fie că nu este influențată de concentrație). În cartelele de coloranți, rezistențele la lumină sînt date pentru șase intensități, luate în raport cu intensitatea tip, corespunzătoare unei culori standard de referință și notată cu 1/1 I.T. ; acestea sînt 1/25, 1/12, 1/6, 1/3, 1/1, 2/1 I.T. ;

— asocierea colorantului în fibre. Studii spectrofotometrice și prin microscopie electronică au arătat că în interiorul fibrei are loc o asociere a particulelor de colorant însoțită în mai multe cazuri de cristalizare ; ori se știe că, cu cît particulele de colorant sînt mai mari, cu atît rezistența la lumină este mai mare. Așa se explică diferitele tratamente care se fac pentru îmbunătățirea rezistenței la lumină, care vor fi descrise la vopsirile respective (săpuniri fierbinți, aburire, retratare cu diferite substanțe etc.) ;

— umiditatea, care în unele cazuri grăbește decolorarea unui material vopsit. Acțiunea umidității depinde și de natura materialului textil ; astfel, materialele din lînă rezistă mai bine decît cele celulozice ;

— temperatura — creșterea temperaturii poate grăbi decolorarea sau modificarea culorii, chiar în condițiile unei umidități relativ constante ;

— factorii atmosferici — gazele din atmosferă, ozonul pot avea influență asupra stabilității unor vopsiri ;

— substanțele chimice folosite în tratamente speciale (rășini, bioxid de titan etc.) duc la decolorare sau la modificarea culorii ;

— natura fibrelor s-a dovedit a avea un rol deosebit în rezistența unei vopsiri — vopsiri făcute cu aceeași clasă de coloranți după aceeași tehnologie pe materiale din bumbac și viscoză vor fi mai rezistente pe viscoză ; sau vopsiri cu coloranți de dispersie pe fibre poliamidice și acetați de celuloză vor fi mai rezistente pe acetați de celuloză, și exemple se mai pot da ;

— tehnologia de vopsire se alătură celorlalți factori menționați. O tehnologie care nu asigură o vopsire uniformă, pătrunsă, va duce la o rezistență la lumină slabă.

Determinarea rezistenței la lumină se face cu ajutorul scării de etaloane albastre (STAS 5706-57). Această scară este alcătuită din 8 fîșii de țesătură de lînă vopsite cu coloranți cu diferite rezistențe și notate cu valori de la 8—1 ; cu 8 fiind notată vopsirea cu cea mai bună rezistență, iar cu 1 cea mai slabă.

Epruveta de probă este expusă la lumină împreună cu scara de etaloane albastre, un timp determinat, după care se face aprecierea decolorării cu degradarea etaloanelor. Aprecierea schimbării de culoare se face cu ajutorul scării de gri.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Cum se explică culoarea corpurilor ?
2. Prin ce se caracterizează o culoare ?
3. Caracterizați amestecurile de culori aditive și cele substractive.
4. Care este structura chimică a unui colorant ? Scrieți o formulă simplă a unui colorant organic.
5. Care sînt principalele grupe de coloranți din punct de vedere tehnologic ?
6. Cum se comportă coloranții în soluție ?
7. Ce este un proces de vopsire ? Cum are loc ? Care sînt principalele etape ?
8. Ce tipuri de legături se pot stabili între colorant și fibre ?
9. Ce sînt și cum se clasifică sistemele tinctoriale ?
10. De ce este necesară activarea vopsirii și cum se realizează ?
11. De ce depinde uniformizarea vopsirii : *a)* de regimul de temperatură ? *b)* de capacitatea de migrare a colorantului ? *c)* de viteza de epuizare ? *d)* de solubilitate ?
12. Ce rezistențe se cer unui colorant în industria textilă ? Cum se apreciază rezistențele ?

4.2.6. PROCEDEE DE VOPSIRE

După durata de contact a materialului textil cu flota de colorant se disting două procedee de vopsire :

a. **Procedee de epuizare,** în care materialul textil este menținut în flotă pînă la terminarea vopsirii. Este un procedeu discontinuu. Un parametru important este hidromodulul (raportul de flotă), care este raportul dintre cantitatea de flotă și cantitatea de material textil. Un hidromodul 15 : 1 înseamnă că pentru 1 kg material sînt necesari 15 l flotă. Valoarea hidromodulului depinde de forma sub care se vopsește materialul textil (puf, fire, țesătură etc.) și de utilajul folosit.

Pentru conducerea unui proces de vopsire prin epuizare, vopsitorul trebuie să cunoască :

— valoarea tinctorială a colorantului folosit (creșterea intensității vopsirii o dată cu creșterea cantității de colorant) ;

— randamentul colorantului (măsura în care are loc epuizarea în funcție de concentrație) ;

— regimul optim de temperatură (în ce măsură creșterea temperaturii duce la epuizarea colorantului din flotă) ;

— variația temperaturii în timp (prezintă interes îndeosebi la folosirea amestecurilor de coloranți pentru a asigura epuizarea ambilor coloranți în condițiile stabilite). În toate cazurile se pot face grafice (curbe de epuizare) pe baza datelor experimentale.

Pentru reducerea consumului de apă, energie termică se folosesc mașini și aparate pentru vopsire în flotă scurtă (3 : 1—8 : 1).

b. **Procedee de fulardare,** în care materialul textil stă în contact cu flota (soluție sau dispersie de colorant) doar atît cît are loc îmbibarea, după care urmează celelalte faze ale vopsirii.

La aceste procedee prezintă importanță gradul de stoarcere, care arată cantitatea de flotă reținută de materialul textil, în procente.

Aceste procedee vor folosi, în comparație cu procedeele prin epuizare, flote de vopsire cu o concentrație mult mai mare.

După modul cum se face fixarea propriu-zisă, procedeele prin fulardare pot fi semicontinue sau continue.

La procedeele semicontinue, după impregnarea pe fulard urmează fixarea colorantului și tratamentele finale, care se fac pe utilaje cu acțiune discontinuă (căzi cu vîrtelniță, jigher etc.).

După metoda de fixare, procedeele semicontinue se clasifică în :

— *procedee de fulardare-fixare la jigher* (procedee pad-jig). Se face impregnarea pe fulard cu soluție sau dispersie de colorant și apoi pe jigher sau pe cada cu vîrtelniță (tricoturi) se fac tratamentele cu substanțe auxiliare necesare vopsirii propriu-zise ;

— *procedee de fulardare-înfășurare* (procedee pad-roll), materialul impregnat pe fulard se trece și se rulează pe suluri și se ține într-o cameră de reacție la 80—90°C timp de 2—12 h, pentru desăvîrșirea reacției colorant-fibră ;

— *procedee de fulardare-depozitare* (procedee pad-batch), materialul fulardat și rulat pe suluri este depozitat pe suluri învelite în folii de polietilenă, la temperatura obișnuită, un timp mai îndelungat ca la procedeul descris mai sus, putînd atinge 24 h.

La procedeele continue fixarea se face fie printr-un tratament termic (aer cald, abur) sau printr-un tratament umed. Se cunosc *procedee cu o singură fulardare* (flota conține colorantul și auxiliarii de fixare), și *procedee cu două fulardări*, una pentru colorant alta pentru auxiliari.

Procedeele continue se pot și ele clasifica în :

— *procedee de fulardare-aburire* (procedee pad-steam) — materialul se impregnează cu soluția sau dispersia de colorant care conține și auxiliarii de fixare, se stoarce și se aburește ;

— *procedee de fulardare-termofixare* (aer cald) ;

— *procedee de fulardare-developare pe cale udă* — materialul fulardat se trece în soluția de developare, care se găsește în utilaje speciale (căzi cu role).

Pentru reducerea consumului de energie termică la uscare se folosesc sisteme speciale de stoarcere, care permit să se realizeze grade avansate (20—45% față de 80—100%).

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Clasificați procedeele de vopsire, menționînd ce au specific fiecare în parte.
2. Prin ce se caracterizează procedeele prin epuizare ? dar cele prin fulardare ?

Capitolul 5
UTILAJE FOLOSITE PENTRU VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE

5.1. MAȘINI ȘI APARATE PENTRU VOPSIREA FIBRELOR

Utilajul folosit la vopsirea materialelor textile este ales în funcție de procesul folosit — prin epuizare sau prin impregnare — și de natura materialului textil.

La procedeele de vopsire prin epuizare se lucrează în proces discontinuu la temperaturi pînă la 100°C și mai mari de 100°C. Procedeele de vopsire

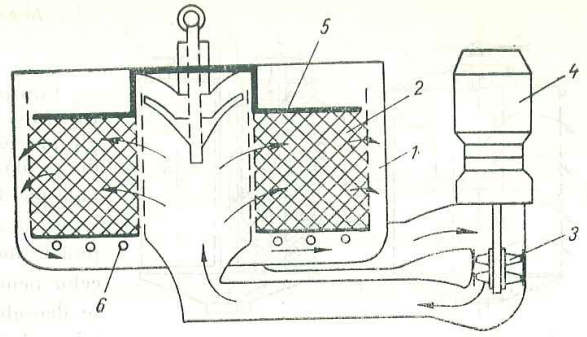


Fig. 50. Aparat cilindric pentru vopsit fibre prin împachetare.

prin impregnare permit să se lucreze în proces semicontinuu sau continuu.

În funcție de modul în care se efectuează vopsirea, utilajele pentru vopsit se împart în două grupe, și anume :

— aparate în care circulă flota, iar materialul textil stă pe loc ;

— mașini în care materialul textil este antrenat în flotă sau circulă atît flota, cît și materialul.

După modul de prezentare al materialului textil, utilajele pot fi pentru vopsit fibre, fire, țesături, tricoturi sau produse tricotate.

5.1.1. APARATE PENTRU VOPSIRE PRIN ÎMPACHETARE

Vopsirea bumbacului sub formă de fibre (în puf) se face numai pentru fibre de vigonie, iar celofibrele se vopsesc în puf numai atunci cînd se fileză în amestec cu lîna.

În aparatul cilindric de vopsit fibre (fig. 50), fibrele se așază în containerul *1* format din doi cilindri cu pereți perforați care se introduc în aparat, iar flota de vopsire circulă radial prin stratul *2* de fibre din interior spre exterior, și invers. Circulația flotei se realizează cu ajutorul pompei axiale *3* cu două trepte, antrenată de motorul *4*. În cazul fibrelor celulozice care după udare formează un bloc compact, iar pentru circulația soluției sînt necesare presiuni mari, se folosesc pompe axiale cu mai multe trepte sau pompe centrifuge. Pentru lînă, la care elasticitatea este mare și nu se produce acest fenomen, este suficientă o pompă cu elice.

Împachetarea materialului fibros în container se face în afara aparatului, prin udare cu o stropitoare și presare manual sau cu o mașină prevăzută cu unul sau două bătătoare. După introducerea conteinerului în mașină, materialul fibros este presat cu capacul *5*, iar după vopsire, conteinerul este scos și introdus într-o centrifugă, unde se face stoarcerea. Încălzirea flotei se face cu abur indirect trimis în serpentina *6*.

Pentru vopsirea fibrelor de lînă se folosesc și aparate paralelipipedice, la care lîna este împachetată într-un compartiment, pe o placă perforată și presată în partea de sus tot cu o placă perforată. Soluția circulă prin material de jos în sus și de sus în jos, fiind trimisă de o pompă cu elice. Coloranții și auxiliarele se adaugă în compartimentul de amestecare. Flota se încălzește cu abur indirect printr-o serpentină.

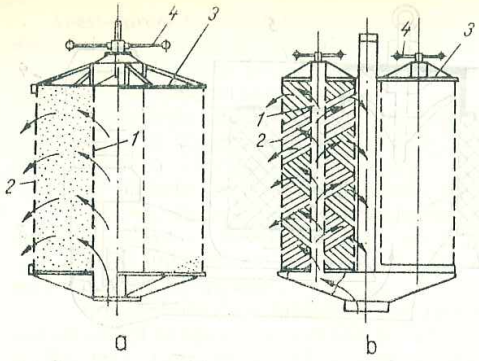


Fig. 51. Conteinere pentru vopsit :
a — pentru fibre ; *b* — pentru pale.

5.1.2. APARATE PENTRU VOPSIREA SEMIFILATELOR

Vopsirea fibrelor se efectuează și în forme intermediare ale procesului de filare (benzi de cardă, benzi de laminor, pale pieptănate). Aparatele de vopsit sînt asemănătoare din punct de vedere constructiv celor pentru vopsit fibre, dar se deosebesc prin forma conteinerului. În figura 51, *a*, *b* sînt prezentate un conteiner pentru vopsit fibre și unul pentru pale.

Palele sub formă de bobine se introduc în țevile perforate *1* (fig. 51, *b*), fiind protejate la exterior de mantaua perforată *2*. Presarea și fixarea bobinelor se realizează cu capacul *3* și șurubul *4*. Circulația soluției se face din interior spre exterior și invers. Și în acest caz, pentru pale din lînă se pot folosi pompe cu elice, iar pentru semifilate din fibre celulozice, pompe centrifuge sau axiale cu mai multe trepte. Avantajul vopsirii semifilatelor constă în faptul că după vopsire se pot uni mai multe partizi de vopsire într-o partidă mare de filare, astfel că diferențele de nuanță între partizi sînt anihilate prin amestecare.

5.1.3. AGREGATE PENTRU VOPSIRE ÎN PROCES CONTINUU

Folosirea unor agregate pentru vopsirea în proces continuu necesită partizi mari, pentru a se evita pierderea de timp cu curățirea agregatului între partizi.

La agregatul din figura 52 fibrele sînt introduse în lada alimentatoare *1*, de unde sînt preluate de banda-transportoare *2* și introduse în cada de vopsit *3*, unde stratul fibros este depus pe suprafața tamburului perforat *4*, iar flota circulă prin material, fiind aspirată în interiorul tamburului. Fibrele sînt apoi preluate de banda transportoare *5*, stoarse de cilindrii storcători *6*, trec prin a doua cadă de vopsire, apoi prin desfăcătorul *7* și intră în camera de

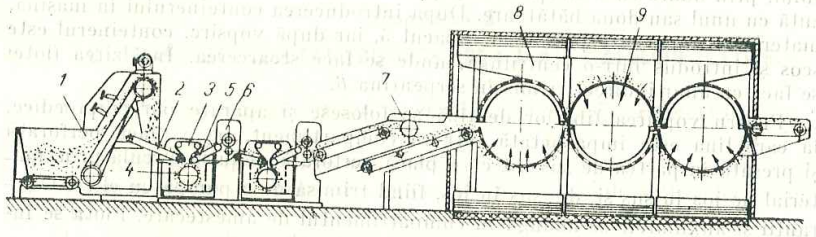


Fig. 52. Agregat pentru vopsit fibre în proces continuu.

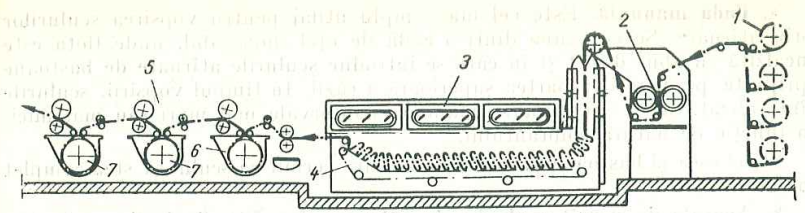


Fig. 53. Agregat pentru vopsit pale sau benzi de cardă în proces continuu.

aburire *8*, unde sînt depuse pe suprafața tamburelor perforate *9*, iar aburul este aspirat prin material.

În funcție de durata aburirii, camera poate fi prevăzută cu trei sau mai multe tambure. Agregatul se folosește, în special, pentru vopsirea cu coloranți reactivi.

— *În agregatul pentru vopsirea fibrelor de lînă* fibrele sînt depuse în lada alimentatoare, de unde sînt preluate de o bandă transportoare, desfăcute de un desfăcător, impregnate prin stropire și stoarse în fulard. În final sînt aburite 20—50 min, într-un aburitor tunel, în care lîna este împinsă de piston. Spălarea finală se efectuează în proces continuu într-un leviatan.

— *La agregatul pentru vopsirea sub formă de pale sau benzi de cardă* (fig. 53), benzile de pe bobinele *1* așezate pe un rastel sînt impregnate în fulardul *2* și aburite în camera *3*, unde materialul este depus în pliuri pe banda transportoare *4*. Spălarea finală se efectuează în liseuza *5*, prevăzută cu trei căzi *6*, cu tambure perforate *7* și stoarceri intermediare.

Există și instalații la care aburirea se efectuează în aparate tip pipă.

5.2. MAȘINI ȘI APARATE PENTRU VOPSIREA FIRELOR

Vopsirea firelor se poate efectua pe aparate de vopsit prin împachetare, pe aparate de vopsit sculuri prin atîrnare, pe mașini de vopsit în scul sau pe aparate de vopsit în bobine.

5.2.1. APARATE DE VOPSIT FIRE PRIN ÎMPACHETARE

Aceste aparate sînt asemănătoare celor pentru vopsit fibre prin împachetare. În conteinerul pentru fibre se așază, în acest caz, firele sub formă de sculuri sau bobine fără miez (gatouri). La vopsire, sculurile se separă în 3—4 straturi, cu ajutorul unor plăci metalice perforate, pentru a se evita încurcarea lor.

Sistemul prezintă pericolul obținerii de inegalități de vopsire și se folosește numai pentru fire de lînă sau fire sintetice texturate.

5.2.2. APARATE ȘI MAȘINI PENTRU VOPSIREA FIRELOR ÎN SCUL

Vopsirea firelor sub formă de sculuri se face pe aparate de vopsit prin atîrnare sau pe mașini de vopsit. Vopsirea în sculuri se efectuează, în special, la firele de lînă sau sintetice pentru tricotaje. În cazul firelor din fibre celulozice, din cauza umflării și a lipirii fibrelor, metoda dă rezultate mai puțin satisfăcătoare.

a. **Cadă manuală.** Este cel mai simplu utilaj pentru vopsirea sculurilor prin atîrnare. Se compune dintr-o cadă de oțel inoxidabil, unde flota este încălzită cu abur direct și în care se introduc sculurile atîrnate de bastoane sprijinite pe pereți în partea superioară a căzii. În timpul vopsirii, sculurile sînt ridicate în sus și întoarse manual la intervale mai mari sau mai mici, în funcție de natura colorantului.

Se folosesc și bastoane în formă de U, care permit ca sculul să stea complet în flotă.

b. **Aparate de vopsit sculuri prin atîrnare** (fig. 54). Sculurile sînt atîrnate pe bastoane în compartimentul paralelipipedic de vopsire *1*, iar flota circulă de sus în jos sau de jos în sus, fiind antrenată de pompa cu elice *2*. Încălzirea se face cu abur direct trimis prin conducta *3*, iar colorantul și auxiliarele se adaugă în compartimentul de amestec *4*.

În cazul firelor voluminoase din fibre PAN, pentru a se obține o circulație perfect uniformă în toată masa, se folosesc aparate cu secțiune circulară. În acest caz, conteinerul pentru bobine se înlocuiește cu un conteiner pentru sculuri (fig. 55). Sculurile se așază pe bastoanele *1*, care au format de o pătrime de cerc și care se fixează în plăcile-suport *2*, astfel că șirurile de sculuri sînt amplasate concentric. Soluția, refulată sau aspirată de pompă în tubul central *3*, trece prin sculuri de sus în jos sau invers. Viteza de circulație a flotei, deci debitul pompei, trebuie astfel ales încît la circulația de jos în sus sculurile să fie ridicate de pe bastoanele superioare pentru a fi vopsite uniform, dar în același timp să se evite scămoșarea și încurcarea sculurilor. Se lucrează la raportul de flotă 1 : 20 — 1 : 30. Capacitatea unor astfel de aparate este de 100 — 250 kg, cu mențiunea că pentru partizi mai mari se pot cupla 2 — 3 aparate.

Pentru firele de lînă destinate covoarelor s-au construit aparate mari cu capacitatea de 2 000 — 3 000 kg.

c. **Mașini de vopsit fire în scul.** Mașinile de vopsit firele în scul sînt cădi de vopsit la care mișcarea sculului în flotă se face mecanic.

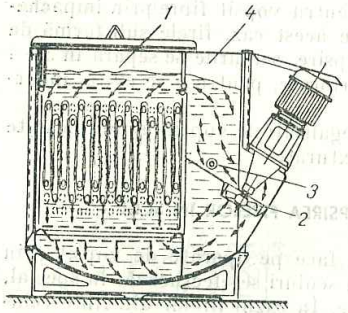


Fig. 54. Aparat paralelipipedic pentru vopsit sculuri prin atîrnare.

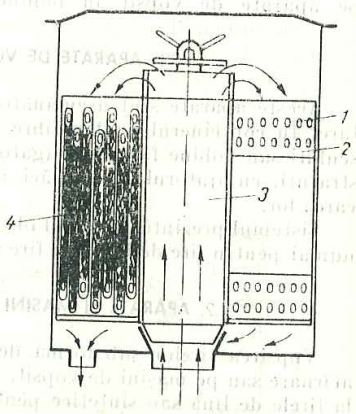


Fig. 55. Container pentru vopsit fire în scul pe aparate cilindrice.

La mașină, sculurile sînt atîrnate pe bastoane, prevăzute cu patru muchii și avînd o secțiune limitată de hiperbole, pentru a micșora suprafața de contact cu sculul. Bastoanele primesc o mișcare de rotație prin intermediul unui tren de roți dințate, mișcare al cărui sens se schimbă la intervale de timp determinate. Pentru încărcare și descărcare, grupurile de bastoane se ridică din flotă cu ajutorul unei pompe hidraulice cu piston.

Încălzirea flotei din cadă se face cu abur indirect trimis printr-o serpentină. Pe un bastonaș se pot încărca 2 — 3 kg fire și se lucrează la raportul de flotă 1 : 20. Mașina prezintă dezavantajul formării de spumă, al plutirii materialelor ușoare și al consumului mare de substanțe auxiliare la vopsirea cu coloranți de cadă. Se folosește, în special, pentru vopsirea firelor de lînă.

d. **Mașina de vopsit fire în scul prin stropire** (fig. 56). Sculurile *1* se așază pe brațele rotitoare *2*, fără a fi introduse în flotă. Flota este împinsă în scul prin țeava perforată *3* și curge prin acesta, fiind reluată de pompă din partea de jos a căzii *4* și trimisă din nou în circuit. În mod periodic, la 30 s — 10 min, se face o deplasare a sculului cu circa 200 mm prin intermediul barei *5* așezată excentric și care primește o mișcare de rotație în jurul țevii-suport. În timp ce sculurile sînt ridicate de pe bară, se oprește stropirea flotei prin acționarea automată a unui robinet cu trei căi.

La capete, țevile-suport sînt prevăzute cu șaibe limitatoare *6*. Lungimea unui suport este de 900 — 1 000 mm și pe el se pot încărca circa 5 kg fire. Deoarece vopsirea nu se face cu materialul introdus în flotă, se poate lucra la raport de flotă 1 : 10 realizînd economie de coloranți și substanțe reducătoare.

Mașina se folosește pentru vopsit fire din viscoză, bumbac, celofibră, fibre sintetice. Nu se poate folosi pentru lînă, deoarece produce împîslirea firelor.

5.2.3. APARATE PENTRU VOPSIREA FIRELOR ÎN FORMATE

Formatele constau din țevi perforate pe care sînt înfășurate firele. Se pot prezenta sub formă de : bobine în cruce, conice sau cilindrice ; bobine rachetă ; bobine moi fără miez (gatouri) ; bobine în cruce fără miez pentru fire texturate ; suluri de urzeală.

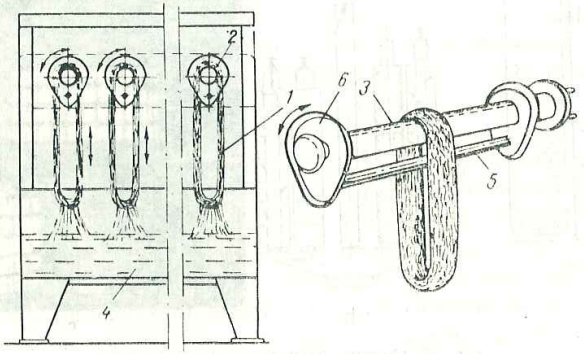


Fig. 56. Mașină pentru vopsit fire în scul prin stropire.

a. **Principii de lucru.** Aparatele pentru vopsirea firelor pe formate sînt asemănătoare cu cele de vopsit semifilate. Sînt prevăzute cu corpuri purtătoare de material care au la partea inferioară o placă cilindrică, prevăzută cu un ştuţ care se fixează pe fundul aparatului. În placă sînt montate suporturile baionetă, pe care se introduc bobine cilindrice sau conice.

Flota de vopsire trimisă ajunge în ţevile perforate, trece prin bobine din interior spre exterior şi este colectată în partea de jos a aparatului şi apoi trimisă din nou în circuit. La schimbarea sensului de circulaţie, flota este refulată de pompă, circulă prin bobine din exterior spre interior şi este aspirată printr-o conductă. Corpul purtător este prevăzut uneori cu un bazin şi la partea superioară, care permite să se realizeze o circulaţie cît mai uniformă a soluţiei. Metoda se foloseşte în cazul aparatelor înalte.

b. **Corpuri purtătoare de material (conteinere).** Aparatele moderne de vopsit sînt construite în aşa fel încît pot efectua vopsirea sub formă de fibre, semifilate, fire pe bobine sau urzeli. În acest scop sînt prevăzute cu diferite corpuri purtătoare de material.

— Pentru vopsirea urzelilor (fig. 57, *a*), în placa de bază *1* se fixează 4—12 suluri perforate *2*, prevăzute cu şaibe limitatoare *3*. Pe aceste suluri se înfăşoară urzeala *4*. În acest caz se folosesc conteinere înalte, iar atunci cînd pe aparat se vopsesc bobine, pale sau fibre se folosesc conteinere scurte.

— Pentru vopsirea în gatouri sau bobine în cruce fără miez, în placa de bază *1* sînt montate ţevi cilindrice perforate *2* (clarineţi) pe care se introduc şi se presează bobinele *3* (fig. 57, *b*, *c*). Pentru fibre sau pale se folosesc conteinerele prezentate în figura 51.

Aparatele de vopsit pe formate prezintă avantajul că lucrează la raport de flotă redus (maximum 1 : 15) şi permit să se realizeze economii de coloranţi, materiale auxiliare, apă şi abur. Prezintă dezavantajul că necesită ţevi speciale pentru bobine sau suluri pentru urzeală şi nu permit să se obţină vopsiri absolut uniforme. De aceea, în general, se evită a se vopsi fire în bobine destinate pentru ţesături sau tricoturi uni.

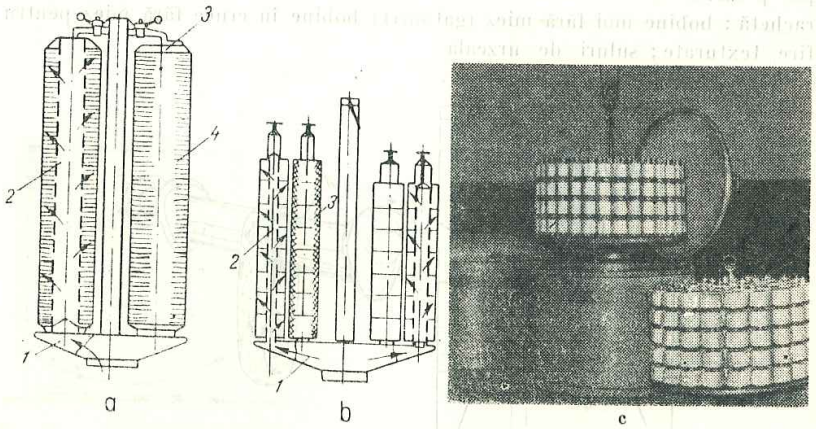


Fig. 57. Corpuri purtătoare de material :
a — pentru suluri de urzeală ; *b*, *c* — pentru formate.

Pentru a se obţine vopsiri egale trebuie să se ţină seama ca bobinele să aibă aceeaşi mărime şi densitate. Prin contracţia firului, straturile din interior ale bobinei devin mai dense şi circulaţia flotei este împiedicată. De aceea, pentru fire de bumbac, celofibră sau fibre sintetice se vor face bobine cît se poate de moi. La lînă se face o înfăşurare mai densă, deoarece în apă caldă lîna se întinde, şi flota trece uşor prin bobină.

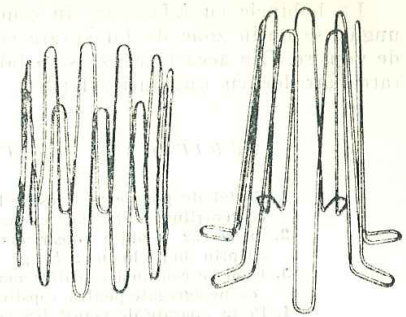


Fig. 58. Ţevi flexibile pentru vopsirea în bobine cu contracţie radială.

Densităţile recomandate sînt 350 g/dm³ pentru lînă ; 300 g/dm³ pentru bumbac şi 275 g/dm³ pentru fibre chimice, iar masa unei bobine scade în mod corespunzător de la 500—600 g la 400—500 g.

Pentru ca flota să treacă uniform prin material, este necesar ca la bobinele conice sau cilindrice să se rotunjească colţurile (canturi), manual sau la maşină.

Pentru bobine conice sau cilindrice se folosesc ţevi rigide din oţel inoxidabil sau în cazul vopsirilor la temperaturi pînă la 100°C, din material plastic.

Pentru vopsirea firelor cu contracţie mare s-au fabricat ţevi flexibile din sîrmă de oţel inoxidabil. Ţevile cu contracţie axială permit ca împachetarea bobinelor să se facă fără talere intermediare, realizîndu-se astfel economie de spaţiu. În ultimul timp se fabrică asemenea ţevi care au şi contracţie radială de 5—6 mm. În figura 58 sînt prezentate două tipuri de suporturi din sîrmă, cu contracţie radială.

La vopsirea firelor PAN voluminoase, care au contracţii mari şi se montează pe suporturi din ţevi perforate (clarineţi) cu talere intermediare, la fabricarea gatourilor diametrul interior al acestora este calculat încît ţine seama de contracţie.

Pentru a se evita murdărirea firelor, prin depunerea impurităţilor nedizolvate, ţevile rigide se îmbracă cu hîrtie de filtru care opreşte impurităţile, iar flota va circula întîi din interior spre exterior. Vopsirea se efectuează cu circulaţia soluţiei în ambele sensuri. Căderea de presiune la trecerea flotei prin materialul textil este de 3—5 N/cm² (0,3—0,5 at) şi indicată de două manometre montate pe panoul de comandă. Cînd presiunea scade la zero, rezultă că s-au format canale şi circulaţia nu se mai face prin material, iar dacă creşte la valori mari, înseamnă că materialul a devenit prea dens din cauza contracţiilor, iar circulaţia se face defectuos.

Din punct de vedere al uniformităţii vopsirii, dacă bobinele sînt stabile şi au contracţie redusă, este avantajos ca circulaţia să se facă din exterior spre interior. La circulaţia din interior spre exterior, porţiunile din exteriorul bobinei au spaţii mai mari şi vor veni în contact cu o flotă mai epuizată şi care circulă cu viteze mai mici, astfel încît se vor vopsi mai puţin intens. Practic, în cele mai multe cazuri se lucrează cu circulaţie în ambele sensuri, schimbarea de sens făcîndu-se la intervale diferite (3—10 min), în funcţie de natura materialului textil.

La bobinele cu înfășurare în cruce, dacă înfășurarea se face cu același unghi, se obțin zone de înfășurare slabă și densă, care pot duce la defecte de vopsire. Din această cauză s-au fabricat mașini de bobinat la care înfășurarea are loc cu unghiuri diferite.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce fel de pompe se folosesc la aparatele pentru vopsirea fibrelor de lînă : *a)* centrifuge ; *b)* axiale cu mai multe trepte ; *c)* cu elice ?
2. În ce caz se obțin vopsiri mai uniforme la vopsirea fibrelor : *a)* prin împachetare ; *b)* pe agregate pentru vopsire la proces continuu ?
3. Cînd se consumă cantități mai reduse de apă la vopsirea semifilatelor : *a)* pe agregate pentru vopsire în proces continuu ; *b)* pe aparate de vopsit ?
4. Pe ce aparate de vopsit fire în scul există pericolul obținerii de neuniformi tăți de vopsire ?
5. În ce formă se vor vopsi firele răsucite la care se cere o foarte bună uniformitate a vopsirii ?
6. La ce utilaje de vopsit în sculuri consumul de apă, coloranți și substanțe auxiliare este mai redus : *a)* aparate de vopsit prin atîrnare ; *b)* mașini de vopsit ; *c)* mașini de vopsit prin stropire ?

Aplicație

Să se determine care este cantitatea de apă ce se consumă în plus pentru vopsirea a 50 t fir, dacă operația se face pe aparate de vopsit în scul la raportul de flotă 1 : 40, față de situația în care vopsirea s-ar efectua pe aparate de vopsit în bobine la raportul de flotă 1 : 15. Consumul de apă pentru clătiri și alte operații reprezintă de 4 ori consumul de apă pentru vopsiri.

5.3. MAȘINI ȘI APARATE PENTRU VOPSIREA ȚESĂTURILOR ȘI A TRICOTURILOR

5.3.1. MAȘINI PENTRU VOPSIREA ÎN PROCES DISCONTINUU

Țesăturile pot fi vopsite pe mașini de vopsit în care materialul este antrenat în flota de vopsire sub formă de funie sau în stare întinsă în lățime.

Tricoturile, care sînt mai sensibile la tensionare, se vopsesc pe mașini de vopsit în funie. Pentru vopsirea în funie se folosesc căzile cu vîrtelniță, iar pentru vopsirea în foaie întinsă, jigherele.

a. **Căzi cu vîrtelniță.** Cada cu vîrtelniță (fig. 59) este formată din cada *1* construită din tablă de oțel inoxidabil. Materialul textil *2* antrenat de vîrtelnița *3* și rola conducătoare *4* este scos din flota de vopsire și depus din nou în flotă sub forma de falduri pe peretele înclinat ce constituie fundul căzii. Peretele despărțitor *5*, construit din tablă perforată, delimitează spațiul de amestecare *6* în care se adaugă coloranții și substanțele auxiliare necesare vopsirii și în care are loc și încălzirea flotei cu abur indirect, adus printr-o conductă perforată așezată pe fundul compartimentului.

Vîrtelnița este antrenată de la motor prin intermediul unui reductor și al unui variator PIV sau al unor roți de curea. Ținînd seama că la viteze mici tensionarea materialului este redusă, iar la viteze mari se evită pericolul obținerii de neuniformități de vopsire, este necesar ca viteza de antrenare a materialului din flotă să fie reglabilă și să poată fi modificată în limitele 30—60 m/min.

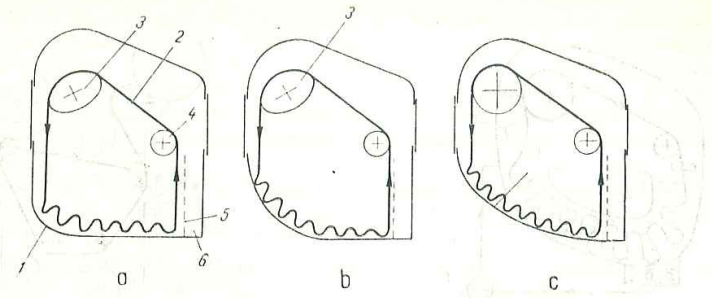


Fig. 59. Diferite tipuri de căzi cu vîrtelniță.

Forma vîrtelniței și profilul căzii depind de caracteristicile materialului textil. Astfel, pentru țesături și tricoturi ușoare — care sînt sensibile la tensionări — se folosesc căzi cu profil puțin adîncit și vîrtelnița *3* ovală (fig. 59, *a*). La tricoturi din fire texturate, raportul diametrelor vîrtelniței nu trebuie să fie mai mare de 1 : 2.

Pentru țesături și tricoturi cu masă medie se folosesc căzi cu profil mai adîncit și vîrtelnița *3* ovală sau rotundă (fig. 59, *b*), iar pentru țesături grele, căzi cu profil adîncit și vîrtelnița rotundă (fig. 59, *c*).

Tot în scopul evitării tensionării materialului textil se recomandă ca înălțimea maximă de ridicare a materialului de la nivelul flotei să fie 1 000 mm în cazul țesăturilor și 850 mm în cazul tricoturilor.

Pentru a evita alunecările materialului textil pe suprafața vîrtelniței și a reduce frecările și agățările, s-au construit vîrtelnițe speciale (fig. 60) la care pe traversele *1* s-au montat în zigzag barele *2* din sîrmă de oțel inoxidabil. Rola conducătoare *4* (v. fig. 59) este antrenată de materialul textil, iar în cazul țesăturilor sensibile sau al tricoturilor, pentru a reduce tensionarea materialului, se antrenează de la motor.

Vopsirea pe căzile cu vîrtelniță se efectuează, în general, la raportul de flotă 1 : 20—1 : 40, ceea ce constituie un inconvenient atît din punctul de vedere al randamentului colo-ristic al vopsirilor cît și al consumului de apă și substanțe auxiliare.

Pentru a micșora viteza de antrenare a materialului textil în vederea reducerii tensionărilor și pentru a lucra la raport de flotă mic realizînd economii, care prezintă avantajele menționate, s-au construit căzi cu vîrtelniță (fig. 61) care realizează circulația flotei cu ajutorul pompei *1* ce ia

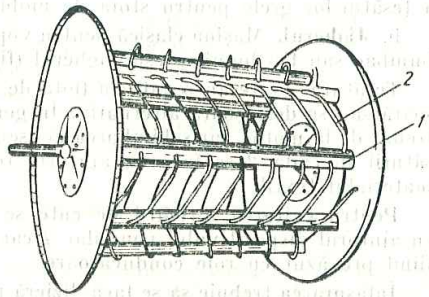


Fig. 60. Vîrtelnița cu bare în zigzag.

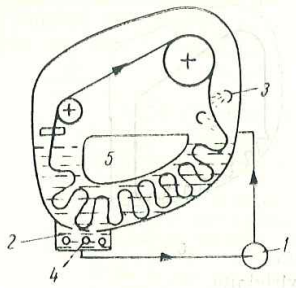


Fig. 61. Cadă cu vîrtelniță cu circulația flotei.

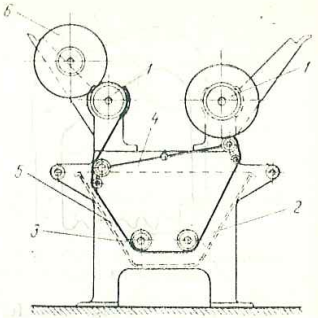


Fig. 62. Jigherul.

flota din compartimentul *2* așezat în partea inferioară a căzii și o stropește pe material cu ajutorul duzelor *3*. Încălzirea se face cu abur indirect trimis în serpentina de încălzire *4*.

Prin folosirea corpului de deslocuire *5* se poate reduce raportul de flotă pînă la 1 : 15.

În ultimul timp s-au construit căzi cu vîrtelniță la care s-a reușit să se reducă raportul de flotă la 1 : 5 — 1 : 8. Acestea lucrează pe principiul jet-preaplin și vor fi prezentate într-un capitol separat.

Căzile cu vîrtelniță sînt acoperite și închise, pentru a se evita formarea de ceață în secție. În același timp se realizează economie de 35 — 45%, abur față de căzile deschise, prin reducerea pierderilor de căldură.

Pentru vopsirea materialelor la care se lucrează cu adaos de acceleratori, căzile sînt prevăzute cu ventilație individuală, pentru a se reduce degajarea acestora în secție.

De asemenea, pentru evitarea condensărilor, care pot produce pete de vopsire, plafonul căzii are pereți dubli, fiind încălzit. Uneori, în interiorul căzii pe plafon se montează în același scop o serpentină din țeavă de oțel inoxidabil încălzită cu abur.

Căzile cu vîrtelniță speciale au în plus, față de căzile obișnuite, niște limitatoare de margini amplasate pe fundalul căzii, care se pot apropia sau depărta în funcție de lățimea materialului. Se folosesc pentru vopsirea în foaie întinsă a țesăturilor grele pentru stofă de mobilă.

b. **Jigherul.** Mașina clasică pentru vopsirea în foaie întinsă a țesăturilor de bumbac sau tip bumbac este jigherul (fig. 62).

Țesătura *5* este antrenată în flotă de către doi cilindri *1*, pe care se înfășoară sau se desfășoară alternativ. În general, cilindrul ce înfășoară este antrenat de la motor, iar schimbarea de sens se face automat. Conducerea țesăturii în cada *2* se face cu ajutorul rolelor conducătoare *3* antrenate de materialul textil.

Pentru evitarea formării de cute se face întinderea și lățirea țesăturii cu ajutorul dispozitivului pendular *4* care oscilează în jurul unui ax central, fiind prevăzut cu role conducătoare.

Înfășurarea trebuie să se facă lizieră pe lizieră și pentru realizarea acestui lucru la unele jighere cilindrii de înfășurare se pot deplasa axial.

Pentru ca procesul de vopsire să se desfășoare în mod corespunzător, este necesar ca viteza de trecere a țesăturii prin mașină să fie constantă pe toată lungimea materialului. La înfășurarea pe cilindrul trăgător țesătura suferă o oarecare presare care favorizează pătrunderea flotei în material. Presarea trebuie să fie cît mai uniformă și, în acest scop, cilindrii trebuie să fie nedeformabili și perfect centrați, iar tensionarea materialului să fie constantă.

Scoaterea țesăturii din mașină se face prin înfășurare pe sulul *6* antrenat prin fricțiune de către unul din cilindrii *1*. Pe măsură ce diametrul crește, axul sulului se deplasează pe un suport înclinat.

Pentru menținerea constantă a vitezei, și respectiv a tensiunii, se folosesc diferite sisteme de antrenare, din care se pot enumera :

— Antrenarea cu mecanism diferențial, care permite ca pe măsură ce diametrul sulului care înfășoară crește, viteza de rotație a acestuia scade, iar diferența de viteză se adaugă sulului care desfășoară, astfel încît viteza materialului rămîne constantă.

— Antrenarea cu roți de fricțiune. În acest caz, pe măsură ce diametrul sulului crește, rola de antrenare se deplasează automat spre exteriorul discului, iar viteza de rotație a acestuia scade.

— Antrenare cu motoare hidraulice cu turație reglabilă, comandată de un dispozitiv care măsoară tensiunea materialului menținînd-o constantă.

— Antrenare cu motoare electrice individuale pentru fiecare sul, cu turație reglabilă automat, în funcție de tensionare.

Încălzirea flotei se efectuează, în general, cu abur indirect prin intermediul unei serpentine din oțel inoxidabil amplasată pe fundul căzii. Pentru a micșora degajările de abur în secție și a evita pierderile de căldură, jigherele sînt acoperite.

Schimbarea sensului de rotație la finele pasajului se face automat. Comanda se efectuează asupra motorului de antrenare de către cilindrul ce desfășoară prin diferite sisteme limitatoare de cursă. O dată cu oprirea motorului se efectuează frînarea automată a cilindrilor pentru a învinge forțele de inerție, iar la pornire se face și deblocarea cilindrilor.

Contorul de pasaje comandă, după numărul de pasaje dorit, oprirea automată a jigherului.

Mașini de vopsit cu suport stea. Se folosesc pentru vopsirea țesăturilor sensibile la formarea de cute, aplatizări sau întinderi. Țesătura în foaie întinsă se înfășoară în spirală în jurul unui ax, fixîndu-se de margini pe niște suporturi-stea cu ajutorul unor ace.

Pentru vopsire, suportul cu material cu axul așezat orizontal se rotește într-o cadă cu flotă de vopsire care pătrunde între straturile de material. Procesul de vopsire pe aceste mașini este mai costisitor, deoarece se lucrează la raport de flotă mare, și anume 1 : 50 — 1 : 200.

Se folosesc și mașini de vopsit cu suport-stea așezat vertical, la care flota circulă prin straturile de material, fiind trimisă de o pompă.

5.3.2. AGREGATE PENTRU VOPSIRE ÎN PROCES CONTINUU

Agregatele pentru vopsire în proces continuu se compun din fularde pentru impregnare și instalații pentru fixarea colorantului prin aburire, prin termofixare sau pe cale umedă.

a. **Fulardе pentru impregnare.** Fulardul este maşina principală a unui agregat pentru vopsire. Problemele care se pun la fulardare sînt :

— uniformitatea îmbibării ;

— asigurarea unei pătrunderi optime a soluţiei în materialul textil.

Uniformitatea îmbibării este asigurată prin stoarcerea uniformă pe toată lăţimea fulardului. În cazul unor cilindri obişnuiţi cauciucaţi, la care grosimea stratului de cauciuc este de aproximativ 35 mm şi duritatea 65—80° Shore, neuniformitatea stoarcerii se datoreşte curbării cilindrilor la presiuni mari şi apare ca în figura 63, *a* sau prin presiune diferită la capete ca în figura 63, *b*. Pentru a se evita curbarea valţurilor, s-a mărit diametrul acestora la 300 mm pentru lăţimea de lucru de 1 500 mm. S-au construit, de asemenea, cilindri al căror diametru creşte la mijloc, compensînd astfel efectul de curbare. Însă la presiuni mici, atunci cînd curbarea este redusă, apar diferenţe de stoarcere ca în figura 63, *c*.

În figura 64, *a* se evidenţiază modul de curbare a valţurilor cilindrice la presiuni mari, iar în figura 64, *b*, modul de prezentare a valţurilor bombate la presiuni mici.

S-au construit, de asemenea, cilindri speciali „plutitori" la care cilindrul propriu-zis este format dintr-o ţeavă de oţel *1*, cauciucată la exterior, care se roteşte prin intermediul unor rulmenţi în jurul unui ax *2*. În spaţiul *3* de cîţiva milimetri dintre cilindru şi ax se trimite ulei sub presiune, astfel încît presiunea de stoarcere rămîne constantă pe toată lungimea de lucru, chiar atunci cînd se produce curbura axelor *2*, ca în schema din figura 65.

Presiunea pe cilindri se realizează hidraulic sau pneumatic. În ultimul caz, presiunea este elastică şi prezintă avantajul că se pot trece cusăturile fără nici un inconvenient.

Pentru asigurarea unei bune pătrunderi a soluţiei în materialul textil se măreşte drumul parcurs în flotă şi se fac stoarceri şi îmbibări succesive.

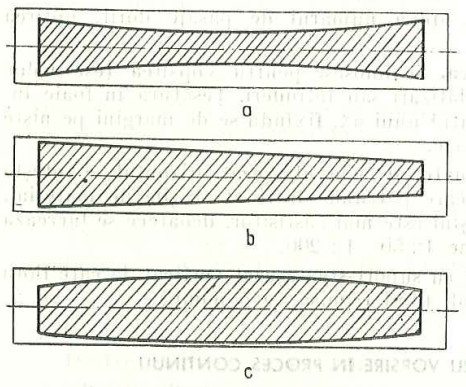


Fig. 63. Neuniformitatea stoarcerii determinată cu hîrtie carbon :

a — la cilindrii obişnuiţi-presiune egală ; *b* — la cilindrii obişnuiţi-presiune diferită ; *c* — la cilindrii curbaţi-presiune redusă.

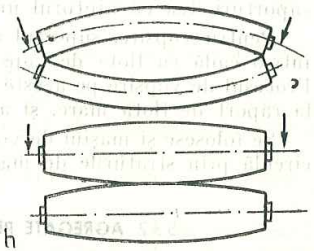


Fig. 64. Prezentarea schematică a valţurilor fulardului :

a — valţuri cilindrice ; *b* — valţuri bombate.

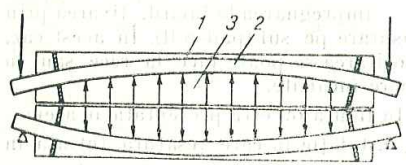


Fig. 65. Schema realizării presiunii uniforme de stoarcere în cazul unor cilindri plutitori.

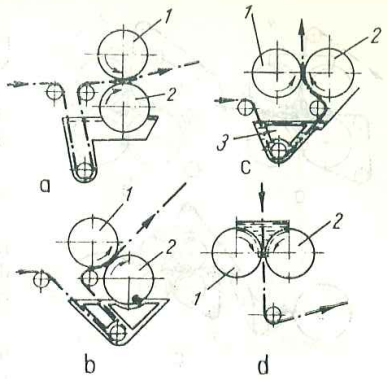


Fig. 66. Scheme ale fulardelor cu doi cilindri.

În figura 66 sînt prezentate schematic posibilităţile oferite de fulardele cu doi cilindri, şi anume :

— cu cilindrii *1* şi *2* aşezaţi vertical (fig. 66, *a*) ;

— cu cilindrii *1* şi *2* aşezaţi în diagonală (fig. 66, *b*) şi corp de dezlocuire pentru a reduce cantitatea de flotă şi a evita diferenţele de impregnare datorită substantivităţii coloranţilor ;

— cu cilindrii *1* şi *2* orizontali şi corp de dezlocuire *3* (fig. 66, *c*) ;

— cu flotă între cilindrii *1* şi *2* şi circulaţia materialului de sus în jos (fig. 66, *d*).

În figura 67 sînt prezentate schemele unor tipuri de fulardе cu trei cilindri, şi anume :

— cu două impregnări şi două stoarceri (fig. 67, *a*) ;

— cu corpuri de dezlocuire *1* şi *2* (fig. 67, *b*) ;

— impregnare în flota *2* dintre cilindri şi în cada *1* (fig. 67, *c*) ;

— impregnare în cada *1* şi în flota dintre cilindri *2* (fig. 67, *d*).

Fulardul cu patru cilindri orizontali (fulard Fibe) şi patru linii de stoarcere între cilindri este dat schematic în figura 68. Soluţia de impregnare se află în spaţiul *1* dintre cilindri (24 l), în spaţiul *2* de deasupra cilindrilor superiori (8 l) sau într-o cadă specială *3*. Lateral, închiderea spaţiului dintre cilindri se efectuează cu plăcile de etanşare *4*. Presiunea de stoarcere se realizează cu resorturi, care acţionează pe o pereche de cilindri aşezaţi în diagonală. În figură se arată posibilităţile oferite de fulardе, şi anume cu două impregnări şi patru stoarceri (fig. 68, *a*) ; cu o impregnare şi două stoarceri (fig. 68, *b*) ; cu patru impregnări şi patru stoarceri (fig. 68, *c*).

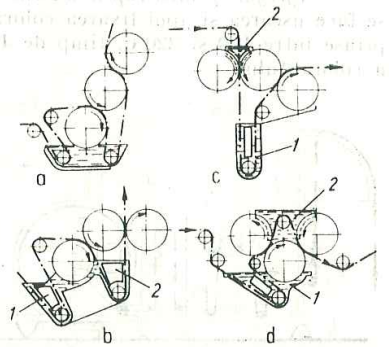


Fig. 67. Scheme ale fulardelor cu trei cilindri.

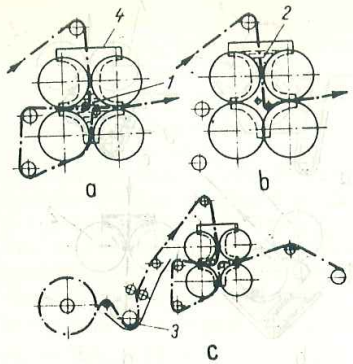


Fig. 68. Scheme ale fulardelor cu patru cilindri.

b. **Agregate pentru vopsire.** Agregatele pentru vopsire diferă după modul de fixare a coloranților, așa cum s-a arătat.

În cazul vopsirii în proces semicontinuu se folosesc următoarele posibilități, și anume :

— impregnare la fulard, fixare la jigher (pad-jig) ;

— impregnarea la fulard, fixarea prin înfășurare pe sul (pad-roll). În acest caz, depozitarea se poate face la rece sau în camere încălzite.

În figura 69 este prezentată o asemenea instalație în care țesătura întinsă în lățime în zona de intrare *1* este impregnată la fulardul *2*, încălzită cu infraroșii în canalul *3* și înfășurată pe sulul *5* în camera de reacție *4*, care se poate deplasa pentru depozitare.

— *Agregate de vopsire prin fulardare-aburire.* Țesătura se impregnează în fulardul *1* (fig. 70), iar pentru fixare se aburește cu abur saturat în aburitorul *2*, în care materialul este condus cu ajutorul unor role. Pentru eliminarea aerului din material se face o preîncălzire la intrare în zona *3*. Aburul se obține prin evaporarea apei aflate în partea de jos a camerei de aburire.

Pentru evitarea condensărilor, pereții aburitorului sînt izolați, iar plafonul este dublu și încălzit.

Există și instalații mai complexe la care, după impregnare, se face o uscare intermediară într-un uscător cu aer cald (hot-flue), pentru a favoriza pătrunderea colorantului în fibre și obținerea de vopsiri rezistente la frecare. Urmează aburirea, răcirea într-un compartiment unde se trimite aer rece peste materialul textil și apoi spălarea și uscarea.

Aburirea se poate efectua la temperaturi de peste 100°C, folosind aburitorul descris în figura 36 ; în acest caz, viteza de fixare a colorantului crește.

Pentru spălare se folosesc mașinile de spălat în foaie întinsă.

— *Agregate pentru vopsirea termosol.* În aceste agregate, după impregnare, se face uscarea și apoi fixarea colorantului prin încălzire la temperaturi cuprinse între 190 și 220°C, timp de 40—60 s, în funcție de natura fibrelor și a colorantului.

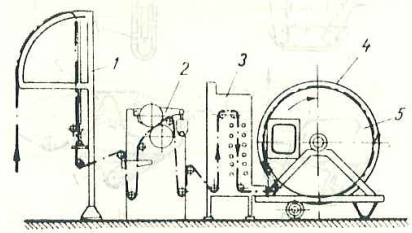


Fig. 69. Schema instalației de vopsire prin impregnare-depozitare.

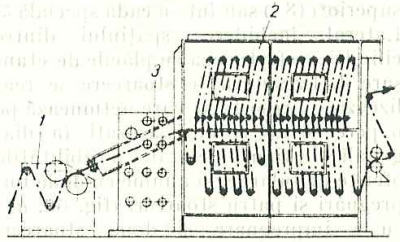


Fig. 70. Agregat de vopsire prin fulardare-aburire.

În instalația din figura 71, țesătura se impregnează în fulardul *1*, apoi i se face o preuscare cu infraroșii în zona *2*, în care materialul are un parcurs vertical și nu vine în contact cu cilindrii conducători. Materialul se usucă cu aer cald în uscătorul hotflue *3*, care prezintă avantajul că ocupă spațiu redus și se înfășoară pe un sul uriaș *4*, ce se transportă la rama de termofixat.

S-au construit, de asemenea, agregate de impregnat-uscat, la care s-a renunțat la zona de încălzire cu infraroșii. Pentru a se evita murdărirea cilindrilor conducători, aceștia s-au acoperit cu un strat de teflon.

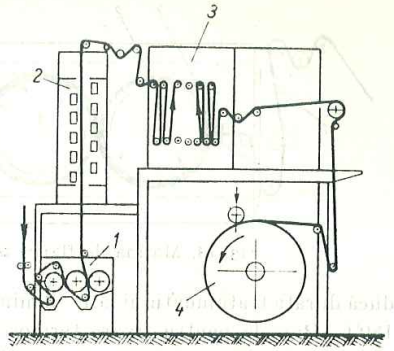


Fig. 71. Agregat pentru vopsirea termosol.

Încălzirea și uscarea se poate realiza prin arderea alcoolului metilic, care se introduce în soluția de impregnare.

Încălzirea materialului textil pentru fixare prin procesul termosol se face la mașini hotflue, mașini cu cilindri, rame de termofixat sau în mașini cu tambure perforate. Acestea nu diferă de mașinile de uscat, decît prin faptul că temperatura trebuie să fie de 190—220°C, iar încălzirea, în acest caz, se face cu : rezistențe electrice, cu circulație de ulei, cu gaze de ardere.

În figura 72 este prezentată o schemă a mașinii hotflue, în care aerul cald este trimis perpendicular pe suprafața țesăturii *1* de către ajutajele *2*, mărind astfel viteza de încălzire.

În figura 73 este prezentată o mașină de fixare termosol. În această mașină se folosește abur supraîncălzit, obținut prin trecerea aburului saturat cu ajutorul ventilatorului *1* peste radiatoarele *2* și apoi cu sistemul de ajutaje *3* peste țesătura *4*, condusă de rolele *5*. Acest sistem permite să se re-

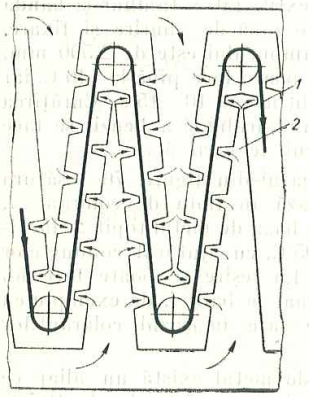


Fig. 72. Schema mașinii hotflue.

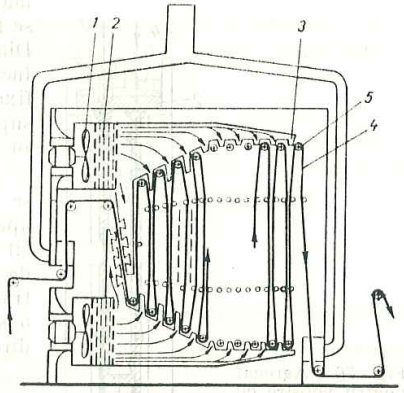


Fig. 73. Mașina de fixare termosol cu abur supraîncălzit.

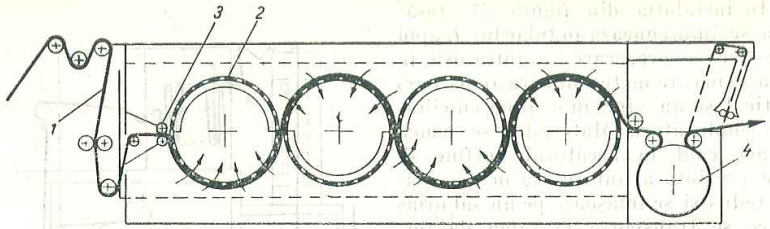


Fig. 74. Maşina de fixare termosol cu tambure perforate.

ducă durata tratamentului la 1—2 min şi să se lucreze la temperaturi de 140—180°C. Ramele pentru fixare termosol sînt prevăzute cu ace speciale cu picior, care permit să se evite murdărirea lizierelor. Circulaţia aerului cald trebuie să asigure o temperatură uniformă a materialului textil.

La maşinile cu tambure perforate (fig. 74) materialul textil *1* este depus pe suprafaţa tamburelor perforate *2*, de către cilindrii *3*, iar aerul cald este aspirat prin material cu ajutorul unor ventilatoare. La ieşire se face răcirea prin trecere peste cilindrul *4*.

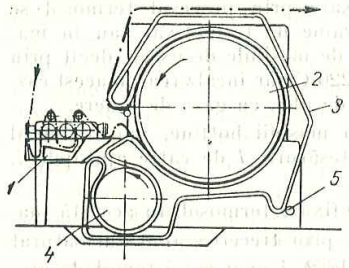


Fig. 75. Agregat pentru vopsire cu tambur şi cu bandă.

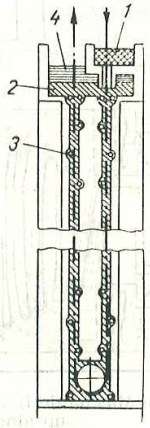


Fig. 76. Agregat pentru vopsire cu baie de metal topit.

— *Agregate speciale.* În aceste agregate, fixarea colorantului se face cu abur, obţinut prin încălzirea materialului impregnat, în contact cu suprafeţe încălzite sau în băi de metal topit.

În figura 75 este prezentat un agregat în care ţesătura impregnată în fulardul *1* este presată pe suprafaţa tamburului *2* (îmbrăcat cu teflon şi încălzit cu abur), de către banda continuă *3* cauciucată, care este preîncălzită în contact cu cilindrul *4*. Prin evaporarea apei din materialul textil, între tambur şi bandă se formează o zonă de aburire şi fixare. Diametrul tamburului este de 2 500 mm, încălzirea se poate face pînă la 140°C, iar fixarea se obţine în 10—15 s. Curăţirea suprafeţei tamburului şi a benzii se face în dispozitivul de perii *5*.

În agregatul din figura 76 ţesătura se impregnează în flota de colorant *1*, apoi intră în baza de metal topit *2*, încălzit la 95—105°C, cu ajutorul conductelor de abur *3*. La ieşire se poate face un tratament final în baia *4*, de exemplu cu o soluţie de sare în cazul coloranţilor direcţi.

În baia de metal există un aliaj ce conţine 50% bismut, 25% plumb, 12,5% cadmiu şi 12,5% zinc (metal Wood), avînd

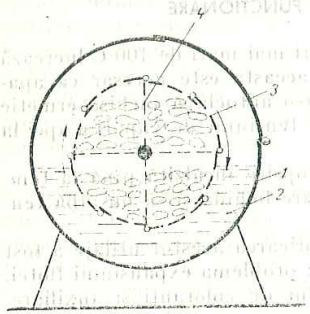


Fig. 77. Maşina de vopsit cu tambur.

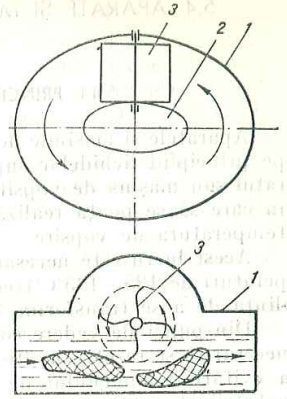


Fig. 78. Maşina tip Padel.

punctul de topire 70—75°C. La intrare, ţesătura se stoarce la un grad de stoarcere de 140%, se încălzeşte rapid, şi tratamentul continuă în aburul rezultat din evaporarea apei.

Există şi alte instalaţii ce lucrează pe acelaşi principiu şi la care încălzirea se face în baie de ulei sau parafină.

5.3.3. MAŞINI PENTRU VOPSIT PRODUSE TRICOTATE ÎN BUCATĂ

Pentru vopsirea ciorapilor şi a produselor tricotate în bucată se folosesc maşini de vopsit cu tambure şi maşini tip Padel.

Maşina de vopsit cu tambur (fig. 77) este formată din cada cilindrică *1*, în care se introduce flota *2*. În cadă se roteşte, cu 6—10 rot/min, tamburul perforat *3*, împărţit în 4—6 compartimente cu ajutorul unor pereţi perforaţi *4*. Ciorapii încărcaţi în compartimentele tamburului sînt introduşi şi scoşi din flotă de către acesta.

În prezent se construiesc tambure de vopsit în care se efectuează şi operaţia de centrifugare după eliminarea flotei, prin rotirea tamburului cu 300 rot/min.

Maşina tip Padel (fig. 78) este formată dintr-o cadă ovală *1* prevăzută în centru cu compartimentul *2* pentru încălzire şi adaosuri. Vopsirea se efectuează cu circulaţia flotei şi a materialului textil care este antrenat de către roata cu palete *3*.

VERIFICAŢI-VĂ CUNOŞTINŢELE

1. Cum trebuie să fie o cadă cu vîrtelniţă pentru a permite vopsiri uniforme la raport de flotă redus :
   a) cu viteză mare de antrenare ; *b)* cu vîrtelniţă cît mai aproape de nivelul flotei ; *c)* cu circulaţia flotei ?
2. De ce caracteristică principală trebuie să se ţină seama la alegerea unui fulard folosit într-un agregat de vopsire continuă ?

5.4. APARATE ȘI MAȘINI PENTRU VOPSIT LA TEMPERATURI MAI MARI DE 100°C

5.4.1. PRINCIPII DE CONSTRUCȚIE ȘI FUNCȚIONARE

Aparatele și mașinile de vopsit la temperaturi mai mari de 100°C lucrează pe principiul lichidelor supraîncălzite. Pentru aceasta este necesar ca aparatul sau mașina de vopsit să fie formată dintr-o autoclavă închisă ermetic în care să se poată realiza presiuni superioare tensiunii de vapori a apei la temperatura de vopsire.

Acest lucru este necesar deoarece flota de vopsire încălzită pînă la temperaturi de 125—135°C trebuie să rămînă în stare lichidă și să nu aibă tendința de a se transforma în vapori.

Din punct de vedere constructiv, pentru fabricarea acestor utilaje a fost necesar să se rezolve multe probleme, și anume : problema expansiunii flotei, a evitării fenomenului de cavitație, a adaosului de coloranți și auxiliare, a luării mostrelor.

a. **Vase de expansiune.** Vopsirea făcîndu-se în autoclave închise, trebuie să se țină seama că prin încălzire de la 20 la 130°C apa se dilată, iar volumul crește cu circa 6,5%. Rezolvarea problemei expansiunii flotei s-a făcut prin folosirea unor vase de expansiune care pot fi închise sau deschise.

Vasul de expansiune închis 2 (fig. 79) este montat în paralel cu sistemul de circulație a flotei și se găsește sub aceeași presiune cu autoclava *1*. În vasul *2* se poate monta instalația de încălzire sau răcire a flotei cu serpentina *3* de abur sau apă rece. Volumul vasului trebuie astfel calculat încît la temperatura maximă de lucru să nu se umple complet cu flotă. Vasul de expansiune închis poate face corp comun cu autoclava, fiind format, în acest caz, de spațiul din capacul autoclavei.

Vasul de expansiune deschis 2 (fig. 80) se găsește sub presiune atmosferică și comunică cu autoclava *1* prin intermediul supapei de suprapresiune *3*. În acest caz, dispozitivul de răcire *4* răcește flota ce trece din autoclavă în vasul de expansiune, la temperatura sub 100°C, iar pompa adițională *5* trimite treptat această flotă din nou în circuit și creează presiunea statică necesară funcționării corecte a pompei.

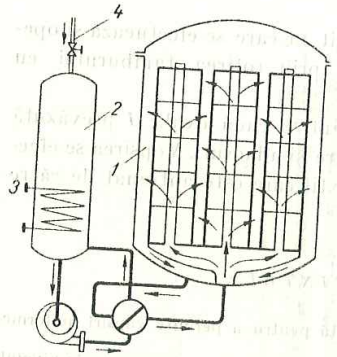


Fig. 79. Aparate de vopsit fire la temperatură ridicată cu vas de expansiune închis.

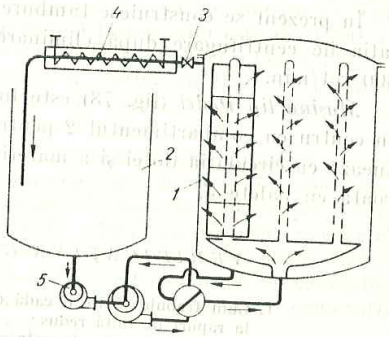


Fig. 80. Aparate de vopsit fire la temperatură ridicată cu vas de expansiune deschis.

b. **Presiunea statică și dinamică.** Atunci cînd apa este încălzită, tensiunea de vapori a apei crește, iar în conducta de aspirație a pompei de circulație, din cauza depresiunii create, se produce evaporarea rapidă a apei. În acest caz, alimentarea pompei se va face cu vapori, iar pompa funcționează în gol, deoarece la trecerea din stare lichidă în stare de vapori volumul apei crește de circa 1 700 ori.

În acest caz se produce fenomenul de cavitație și apar „loviturile de berbec" ce pot distruge pompa. În același timp, randamentul pompei scade și, în mod corespunzător, se micșorează debitul flotei care trece prin material, putînd da neuniformități de vopsire.

Evitarea acestui fenomen se obține prin realizarea și menținerea constantă în timpul întregului proces de vopsire a unei presiuni care trebuie să depășească tensiunea de vapori a apei în conducta de aspirație a pompei. Pentru temperaturi cuprinse în limitele 105—140°C, această presiune variază de la 20—50 N/cm² și se numește presiune statică.

La acestea se adaugă presiunea necesară trecerii flotei prin stratul de material textil care se numește presiune dinamică ; se realizează de pompa de circulație și variază în limitele 3—5 N/cm², în funcție de densitatea și grosimea acestuia. În acest caz, presiunea în conducta de refulare a pompei va fi suma celor două presiuni.

c. **Presiune statică.** Se realizează prin mai multe metode, și anume :

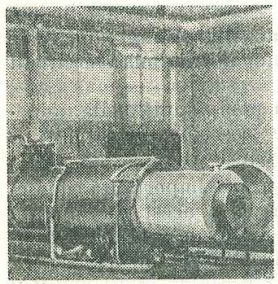
— În cazul aparatelor cu vase de expansiune închise (v. fig. 79), cu ajutorul unei perne de aer aflate în partea superioară a vasului de expansiune *2*.

— Prin introducerea de aer comprimat prin conducta *4*, în partea superioară a vasului de expansiune. În acest caz este necesar și un rezervor de circa 200 l.

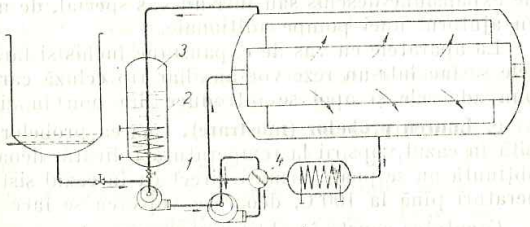
— Cu ajutorul pompei adiționale *1* (fig. 81, *b*), montată într-un circuit secundar și care creează presiunea statică independent de temperatură. În acest caz, perna elastică de aer *3* din vasul de expansiune *2* asigură o bună circulație a flotei, iar presiunea nefiind rigidă, instalația ce asigură circulația este menajată.

— Cu ajutorul unui piston acționat de greutăți ce presează asupra lichidului din instalație, care în acest caz trebuie să fie complet plină cu lichid.

d. **Circulația flotei.** Se realizează cu pompe centrifuge sau axiale, care trebuie să asigure presiunea dinamică necesară trecerii soluției prin stratul de material textil.



a



b

Fig. 81. Aparat de vopsit țesături la temperatură ridicată cu vas de expansiune închis și pompă adițională :
a — vedere ; *b* — schemă.

— Pompele centrifuge asigură o bună circulație a flotei numai în cazul materialelor mai rare. Se observă că atunci cînd presiunea crește peste o anumită valoare, debitul scade brusc, iar pompa funcționează în gol. Apoi presiunea scade și pompa debitează din nou, producînd șocuri care pot duce la spargerea stratului de material și la crearea de canale. Apariția canalelor și căderea presiunii duc la reducerea capacității pompelor de a-și mări debitul. Sînt sensibile la fenomenul de cavitație, iar schimbarea sensului de circulație se realizează cu ajutorul unui robinet *4* cu patru căi (v. fig. 81).

— Pompele axiale au palete simetrice sub formă de elice, care aspiră și refulează axial. Pompele axiale simple realizează debite mari și presiuni de refulare reduse. Se folosesc la aparate pentru vopsirea în scul. Pompele axiale duble realizează presiuni de refulare mai mari și se pot folosi atît pentru suluri de urzeală, cît și pentru bobine cu depunere în cruce. La aceste pompe, dacă presiunea scade, debitul crește permițînd să se realizeze o circulație intensă în cazul materialelor cu densitate redusă.

În cazul pompelor axiale cu mai multe etaje se obține un debit mare (1 400 l/min), care este puțin influențat de modificarea presiunii de refulare, asigurînd o bună circulație a flotei.

La pompele axiale, schimbarea sensului de circulație a flotei se obține prin schimbarea sensului de rotație a pompei.

Pentru reducerea pierderilor de presiune în conducte și coturi, la unele aparate pompa este montată chiar în corpul aparatului.

Pentru a lucra cu o presiune dinamică mai redusă și a evita pericolul deplasării firelor la vopsirea în suluri de urzeală, s-au construit aparate cu cîte două pompe montate în serie, din care una presează flota în material, iar cealaltă aspiră flota din material. În cazul în care este necesară o presiune dinamică redusă, se lucrează cu o singură pompă, iar la umplere și golire lucrează ambele pompe, reducînd astfel timpii neproductivi.

e. **Controlul circulației flotei.** Se realizează cu ajutorul a două manometre montate în așa fel încît să măsoare presiunea în conductele de aspirație și de refulare a pompei și să indice astfel căderea de presiune care se produce la trecerea flotei prin materialul textil. Se pot folosi și dispozitive pentru măsurarea și indicarea debitului flotei ce trece prin material.

Reglarea și menținerea constantă a debitului se pot efectua automat cu ajutorul unor supape care dirijează cantitatea de flotă ce depășește debitul stabilit într-o conductă montată în derivație cu circuitul principal. Reglarea se poate face și manual, cu ajutorul unor ventile, în așa fel încît să se asigure o presiune dinamică și un debit constant.

f. **Adăugarea soluțiilor de colorant și substanțe auxiliare** se face în vasul de expansiune deschis sau într-un vas special, de unde sînt trimise în circuit cu ajutorul unei pompe adiționale.

La aparatele cu vas de expansiune închis și fără pompă adițională, adaosele se fac într-un rezervor auxiliar tip ecluză care se scoate din circuit, se pun adaosele și apoi se introduce din nou în circuitul flotei.

g. **Luarea probelor (mostrare).** Luarea probelor are o importanță deosebită în cazul vopsirii la temperatură ridicată, deoarece în acest caz nuanța obținută nu se poate urmări direct ca în cazul sistemului de vopsire la temperaturi pînă la 100°C, deoarece vopsirea se face în aparate închise.

Greutatea constă în obținerea unor mostre care să fie supuse unor condiții de lucru identice cu întreaga cantitate de material. La unele aparate, vopsirea mostrei se face într-un mic recipient așezat în paralel cu circuitul principal al pompei și care este izolat în timpul luării probei. În alte cazuri, luarea probelor se face chiar din bobine la vopsirea în fir sau cu ajutorul unor fișii cu material introdus în sul la vopsirea țesăturilor.

Dispozitivul pentru luarea probelor (fig. 82) este format dintr-un mic vas ecluză *1*, care poate fi pus în legătură cu autoclava *2*, prin intermediul supapei *3*. Scoaterea mostrei se face prin tragerea din exterior. Se separă vasul de autoclavă, se elimină flota, se deschise capacul și se scoate mostra. La fel se procedează în cazul țesăturilor, mostra fiind scoasă din sul tot cu ajutorul unui fir.

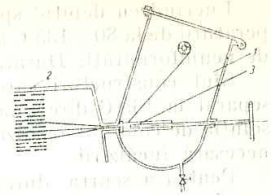


Fig. 82. Dispozitiv pentru luarea probelor.

h. **Conducerea procesului de vopsire.** Se poate face complet automat cu ajutorul unei cartele-program care comandă ordinea și durata operațiilor, controlul și reglarea temperaturii, adaosul de coloranți și substanțe auxiliare. Comanda poate fi electrică, hidraulică sau pneumatică. Avantajul constă în faptul că se lucrează în condiții bine determinate și perfect reproductibile, care nu se pot realiza în cazul cînd comanda este manuală. Se poate lucra și semiautomat, reglînd automat numai temperatura, diferitele faze fiind dirijate de către operator.

5.4.2. APARATE PENTRU VOPSIT FIBRE, SEMIFILATE, FIRE, ȚESĂTURI ȘI TRICOTURI

a. **Aparate pentru vopsirea fibrelor și a firelor.** Aparatele pentru vopsit la temperaturi ridicate nu diferă din punct de vedere principal, fie că vopsesc fibre, fire sau țesături. Diferența constă în forma autoclavelor și a suporturilor pentru material.

Pentru fibre sau fire se folosesc autoclave verticale. Suportul pentru pale este format dintr-o placă de bază pe care sînt așezate mai multe coșuri cilindrice perforate. În fiecare coș se introduc 10 bobine cu pale a circa 4 kg fiecare.

Vopsirea firelor se face sub forma de bobine așezate pe țevi perforate sau pe suporturi flexibile din sîrmă de oțel inoxidabil.

n. **Aparate pentru vopsire rapidă.** Problema vopsirii rapide a apărut în special pentru fire PES la care vopsirea clasică durează minimum 150 min. Prin perfecționarea constructivă a aparatelor de vopsit și prin modificarea tehnologiei s-a reușit să se reducă durata vopsirii la 45—60 min.

Pentru accelerarea vopsirii este necesar să se mărească viteza de difuzie a colorantului în fibră, iar în acest caz, acest lucru se realizează prin ridicarea temperaturii la 130—135°C, ceea ce permite să se reducă durata tratării la această temperatură de la 60 la 25 min.

Scurtarea pregătirii se poate face prin mărirea vitezei de încălzire, dar acest lucru poate da naștere la neuniformități de vopsire. Pentru evitarea acestui fenomen a fost necesar să se mărească numărul de cicluri al flotei, atît prin mărirea debitului, cît și prin reducerea raportului de flotă. Un ciclu reprezintă trecerea întregului volum de flotă prin materialul textil.

Pentru a asigura o egalizare corespunzătoare, epuizarea relativă pe ciclu nu trebuie să depășească 1—2%. Raportul de flotă s-a redus la 1 : 8—1 : 10, iar debitul specific (cantitatea de flotă care trece prin material în l/min kg) de la 10 l/min kg, cît era la aparatele clasice, la 80 și chiar la 100 l/min kg.

Lucrînd cu debitul specific de 80 l/min kg este posibil ca ridicarea temperaturii de la 80—135°C să se poată face cu 5°C/min, fără pericolul obținerii de neuniformități. Durata încălzirii se reduce astfel de la 35 min la 11 min.

Sînt constructori care au adoptat sistemul introducerii flotei încălzite separat la 135°C direct peste materialul textil, după care se introduce încet soluția de colorant încălzit și ea în prealabil, reducînd astfel la 5 min durata necesară încălzirii.

Pentru a scurta durata umplerii aparatului cu flotă, unele aparate sînt prevăzute cu pompe de vid, care permit să se facă vid înainte de introducerea flotei, mărind astfel viteza de umplere și favorizînd udarea uniformă a materialului.

S-au construit, de asemenea, dispozitive care permit ca eliminarea flotei de vopsire la canal să se facă la temperatură ridicată, evitînd depunerea oligomerilor și scurtînd durata golirii.

Din punct de vedere constructiv, aparatele pentru vopsire rapidă sînt prevăzute cu schimbătoare de căldură de capacitate mare, pompe cu debit mare și conducte cu diametre mari. Uneori pentru a se reduce pierderile de presiune și debit în conducte, atît pompele cît și schimbătoarele de căldură sînt montate pe fundul aparatului.

În figura 83, *a* este prezentată schema unui aparat pentru vopsire rapidă, format de autoclava *1*, vasul de expansiune închis *2*, pompa adițională *3*, schimbătorul de căldură *4*, pompa principală *5* și ecluza *6*, al cărei volum reprezintă 3% din capacitatea aparatului. Aici se introduce dispersia de colorant prin pîlnia *7*, se încălzește cu schimbătorul de căldură *8* la temperatura din aparat și se introduce încet în circuitul de vopsire.

La aparatul din figura 83, *b*, în autoclava de vopsire *1* sînt montate atît schimbătorul de căldură *2* cît și pompa principală *3*.

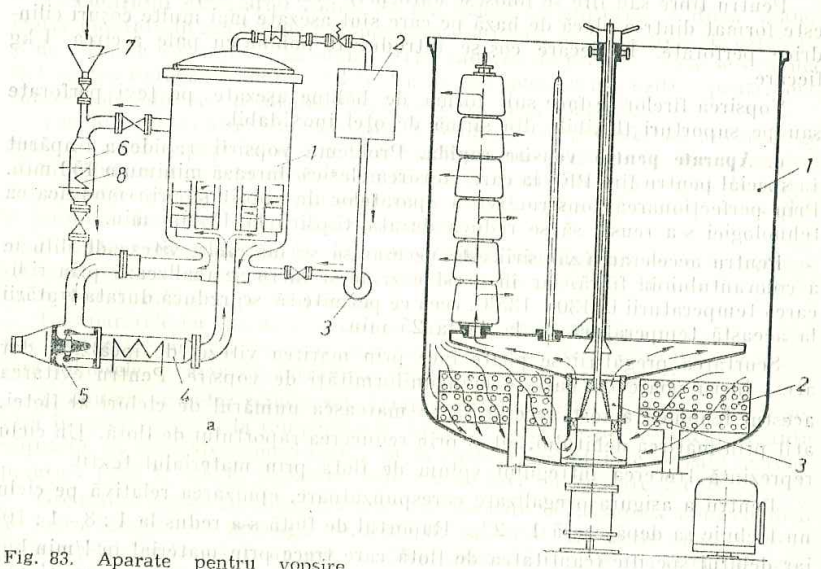


Fig. 83. Aparate pentru vopsire rapidă (a, b).

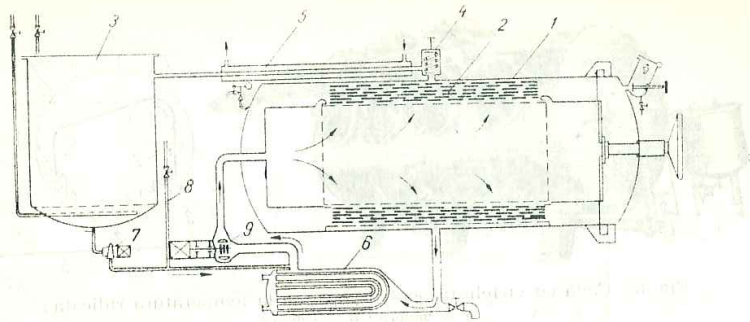


Fig. 84. Aparat pentru vopsirea tricoturilor și a țesăturilor la temperatură ridicată.

c. **Aparate pentru vopsirea țesăturilor sau a tricoturilor** (fig. 84). Materialul *2* se înfășoară pe suluri perforate cu diametrul 350—500 mm și lățimea pînă la 2 000 mm. Pentru a lucra materiale mai înguste, perforațiile se pot acoperi cu manșete din tablă. În interior, autoclava *1* este prevăzută cu șine care permit introducerea sulului cu ajutorul unui cărucior.

Prepararea flotei se face în vasul *3* a cărui capacitate reprezintă minimum 20% din întreaga flotă. Recipientul *3* are și rol de vas de expansiune deschis. Înainte de a ajunge în acest vas, flota care iese din autoclava *1* prin supapa *4* este răcită în schimbătorul de căldură *5*. La prepararea sau înainte de a fi trimisă în autoclavă, flota este încălzită de către schimbătorul de căldură *6* cu abur direct, iar trimiterea ei în circuit se face cu pompa adițională *7* care menține presiunea statică în instalație la valoarea stabilită în prealabil. Apa rece este adusă prin conductele *8*.

Aparatele lucrează la un raport de flotă 1 : 8—1 : 10, iar cantitatea de material ce se poate vopsi este de 200—1 000 kg, în funcție de grosimea și lățimea acestuia. Pentru țesături cu desime medie, diametrul maxim al sulului cu material nu trebuie să depășească 50% din diametrul sulului gol, pentru a se evita pericolul obținerii de neuniformități.

În cazul tricoturilor din fire texturate la care există pericolul aplatizării sau al apariției efectului în moar, s-au construit dispozitive pentru injecție de aer, care trimit în conducta de refulare a pompei un jet de aer cu ajutorul unei duze, astfel că vopsirea se face cu o emulsie de aer în apă.

5.4.3. MAȘINI PENTRU VOPSIT ȚESATURI ȘI TRICOTURI

Vopsirea țesăturilor și a tricoturilor ce au o structură a suprafeței sensibilă la presare și care nu pot fi vopsite prin înfășurare pe sul se face în căzi cu vîrtelniță pentru vopsire la temperatură ridicată, pe mașini tip Jet și pe mașini de vopsit cu circulație prin preaplin (flow).

a. **Căzi cu vîrtelniță pentru vopsire la temperatură ridicată** (fig. 85, *a*, *b*). Funcționează pe același principiu cu căzile cu vîrtelniță clasice. Din punct de vedere constructiv, pentru a rezista la presiune, cada *1* este cilindrică, fiind o autoclavă închisă ermetic, iar vîrtelnița are formă cilindrică sau ovală.

Vopsirea se efectuează în raport de flotă mai redus, prin faptul că în afară de circulația materialului circulă și soluția antrenată de o pompă și

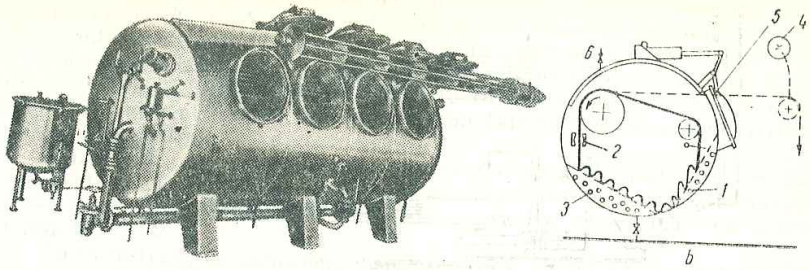


Fig. 85. Cadă cu vîrtelniță pentru vopsirea la temperatură ridicată :
a — vedere ; *b* — schemă.

trimisă asupra materialului prin intermediul conductelor perforate *2*. Soluția de colorant și materiale auxiliare se pregătesc într-un vas de adaos, fiind introdusă în aparat cu ajutorul pompei. Încălzirea flotei se face cu abur indirect în schimbătorul de căldură *3*. Introducerea și scoaterea materialului din mașină se efectuează cu vîrtelnița *4*, prin orificiile *5* (d = 600 mm). Evacuarea aerului se face prin robinetul *6*. Conducerea procesului are loc automat de la un panou de comandă.

b. **Mașini de vopsit tip Jet.** Căzile cu vîrtelniță prezintă unele neajunsuri, ca : raport de flotă mare și consum ridicat de apă, abur, auxiliare chimice; alungiri, formare de cute și spărturi. Pentru evitarea acestor inconveniente s-au construit mașinile jet (fig. 86) la care uniformitatea vopsirii se realizează cu circulația flotei și a materialului textil. Flota de vopsire aspirată de pompa *3* este trimisă în tubul cu duze *2* (tub Venturi), unde din cauza reducerii secțiunii, viteza crește și antrenează materialul textil cu 100—200 m/min. La ieșirea din tub, materialul este depus în pliuri în compartimentul de vopsire *1*. Mașina este complet plină cu flotă, astfel că se evită pericolul formării de spumă și a petelor de accelerator. Compartimentul de depozitare poate fi și sub formă de tub *U*, amplasat vertical sau orizontal. Sistemele anexă sînt asemănătoare cu cele descrise la aparatele de vopsit la temperatură ridicată.

c. **Mașini de vopsit cu circulația flotei pe principiul preaplin (Overflow).** În cazul țesăturilor sau tricoturilor din fire filate din fibre, acțiunile mecanice și hidraulice energice, exercitate asupra materialului textil la mașinile Jet, pot duce la scămoșări ale suprafeței sau chiar la scoateri de fibre din material.

Pentru evitarea acestui fenomen s-au construit mașini de vopsit tip preaplin. Overflow (fig. 87), la care materialul textil *1*, antrenat de vîrtelnița *2* este depus în pîlnia *3*, unde flota, care curge prin cădere liberă în canalul *4*, datorită diferenței de nivel, antrenează materialul textil pe care îl depune în compartimentul *5* în care se află flota.

Flota preluată din partea de jos a autoclavei de către pompa *6* este trimisă prin schimbătorul de căldură *7*, în pîlnia de antrenare *3* pe principiul preaplin.

Viteza de antrenare a materialului este de 50—120 m/min, iar raportul de flotă 1 : 17—1 : 20.

În construcția mașinilor de vopsit tip preaplin se remarcă tendința de reducere a raportului de flotă pentru a realiza economie de apă, energie termică, auxiliare chimice. S-a mărit, de asemenea, viteza de circulație a ma-

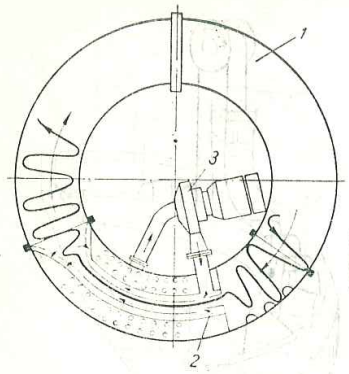


Fig. 86. Mașina de vopsit Jet.

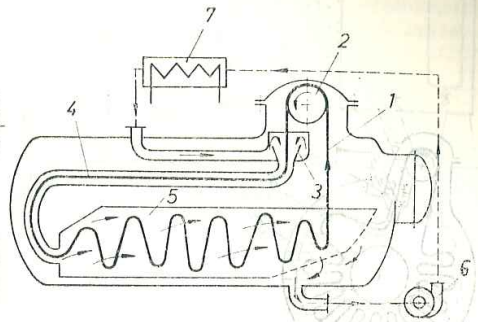


Fig. 87. Mașina de vopsit tip preaplin (Overflow).

terialului, pentru a fi posibilă ridicarea temperaturii într-un timp mai scurt și reducerea duratei de vopsire fără pericolul obținerii de neuniformități. Pentru antrenarea materialului s-a intensificat acțiunea hidrodinamică a flotei printr-o combinație de jet și preaplin (semi-jet). Contactul între flotă și material se face în tubul de antrenare, iar conteinerul, de obicei fără flotă, servește numai pentru depozitarea materialului. Pentru a reduce frecările, conteinerul are un profil special și este teflonat sau depozitarea se face pe o bandă transportoare sau un disc antrenate de motor.

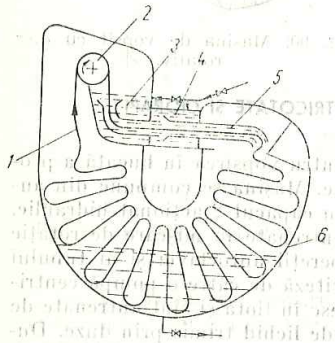


Fig. 88. Mașina de vopsit semi-jet.

În mașina semi-jet din fig. 88, materialul textil *1*, antrenat de rola *2*, trece prin dispozitivul de preaplin *3*, apoi prin jetul *4* și intră în canalul de vopsire intensivă *5*, de unde este depus în cada conteiner *6*, în care flota ajunge la nivelul arătat și este preluat din nou de vîrtelniță. Viteza de antrenare a materialului este de 60—200 m/min, iar raportul de flotă este de 1 : 5—1 : 10.

La mașina din figura 89, materialul textil *1* antrenat de rola *2* și dispozitivul semi-jet *3*, *4* este depus în conteinerul *6*, prevăzut cu un rotor perforat *5*, care se rotește liber datorită diferenței de greutate a materialului, care conține mai multă apă în prima jumătate a containerului. Raportul de flotă se poate reduce în acest caz la 1 : 4—1 : 6, iar acțiunile hidrodinamice exercitate asupra materialului textil sînt mai reduse decît la mașina jet.

La mașina din figura 90, cada container *6* este prevăzută cu discul rotativ *5* antrenat mecanic, astfel că materialul textil este purtat fără a fi menținut în flotă.

Vopsirea rapidă și cu flotă redusă la acest tip de mașini este legată de necesitatea folosirii unor auxiliare care să evite formarea de spumă, ca și formarea de cute și spărturi în material ceea ce constituie de fapt un inconvenient.

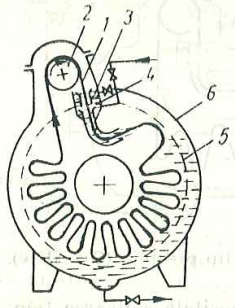


Fig. 89. Maşina de vopsit cu tambur rotativ.

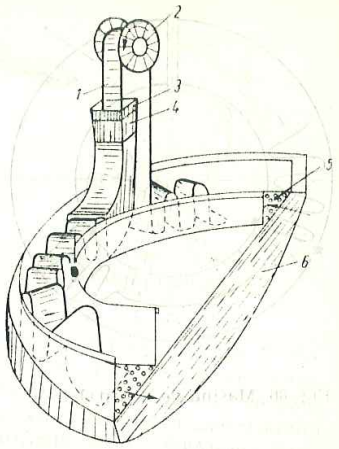


Fig. 90. Maşina de vopsit cu disc rotativ.

5.4.4. MAŞINI PENTRU VOPSIT PRODUSE TRICOTATE ŞI CIORAPI

a. **Maşina de vopsit cu duze** se foloseşte pentru vopsirea în bucată a produselor tricotate din fire PE sau PA texturate. Maşina se compune din autoclava cilindrică *1* (fig. 91), care se închide cu capacul *2* acţionat hidraulic. Vopsirea se efectuează cu circulaţia soluţiei antrenate în mişcare de rotaţie de către sistemul de duze *3*, amplasate pe pereţii autoclavei şi ai tubului central. În aceste duze, flota este trimisă cu viteză de către o pompă centrifugă. Produsele *4*, care trebuie vopsite, plutesc în flotă şi sînt antrenate de către aceasta, fiind lovite tot timpul de jetul de lichid trimis prin duze. Duzele *5*, amplasate pe fundul autoclavei, nu permit produselor să cadă la fund, iar vîrtelniţa cu role *6* introduce tot timpul în flotă produsele ce au tendinţa de a rămîne la suprafaţă. La alte tipuri de maşini acest lucru este asigurat tot de un sistem de duze care trimit flota de sus în jos asupra materialului textil.

Viteza de circulaţie a flotei, ca şi a materialului textil, se reglează prin modificarea debitului de lichid trimis în duze şi prin modificarea turaţiei vîrtelniţei *6*. Celelalte dispozitive auxiliare sînt asemănătoare maşinilor de vopsit la temperatură ridicată.

b. **Maşini cu tambur pentru vopsit ciorapi** (fig. 92). Se compune din autoclava *1* aşezată orizontal, în care se introduce, pe şine, tamburul *2*, compartimentat sau prevăzut cu şapte praguri de agitare a ciorapilor. În timpul vopsirii, tamburul se roteşte cu 16 —30 rot/min, fiind antrenat de motorul *3*, iar după vopsire se elimină flota şi se face centrifugarea în acelaşi tambur, care se roteşte cu 300 rot/min. După scoatere se efectuează uscarea, trimiţînd aer cald peste tamburul în mişcare de rotaţie.

Maşina este prevăzută cu vas şi pompă de adaos, un grup de două rezervoare cu soluţie concentrată de colorant şi substanţe auxiliare, care permit ca vopsirea să se facă cu dozare şi reglare automată a temperaturii.

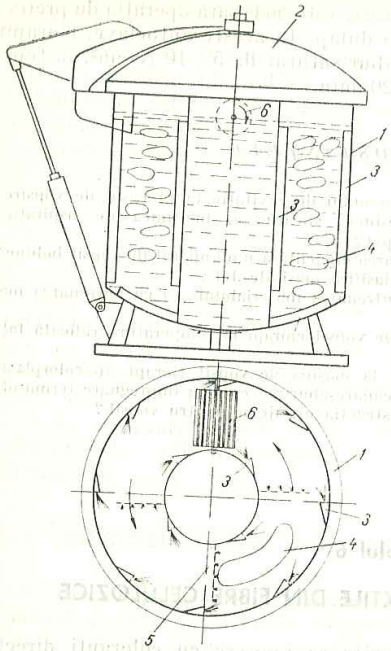


Fig. 91. Maşina de vopsit cu duze.

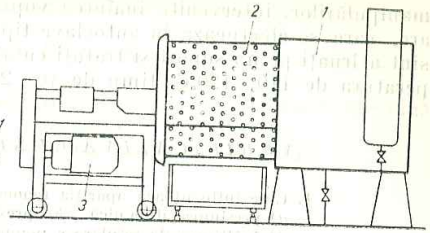


Fig. 92. Maşina cu tambur pentru vopsit ciorapi.

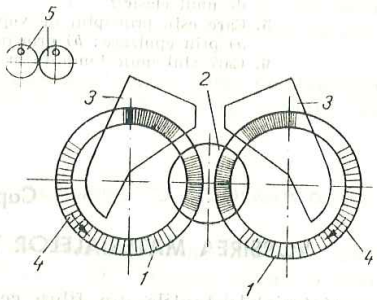


Fig. 93. Maşina colorplast de vopsit şi fixat ciorapi.

După terminarea vopsirii, descărcarea materialului se face prin scoaterea tamburului din autoclavă şi deschiderea unui capac în partea inferioară a tamburului.

Maşina este prevăzută cu o pompă de vacuum ce permite ca la vopsirea cu coloranţi de cadă să se elimine aerul din tambur, pentru a se realiza economie de hidrosulfit.

c. **Maşini de vopsit şi fixat ciorapi pe forme.** Aceste maşini efectuează vopsirea în autoclave, la temperatura de 125 —130°C, prin îmbibare în flotă sau prin stropire, ceea ce permite ca operaţia să se efectueze într-un timp scurt (60 —90 s).

La maşina tip colorplast (fig. 93), ciorapii se îmbracă pe forme în zonele *1*, după care formele se deplasează pe o bandă de transport şi intră în autoclava *2*, unde se efectuează în acelaşi timp curăţirea, vopsirea, fixarea şi avivarea, prin stropirea ciorapilor cu soluţii concentrate care conţin coloranţii şi produsele auxiliare. Stropirea se realizează cu ajutorul unor duze, soluţia fiind trimisă din tancurile *5*, de către o pompă. În camerele *3* se face uscarea cu aer cald la 90°C, iar în zonele *4*, scoaterea de pe forme.

d. **Aparate pentru prefixare.** Ciorapii din fire poliamidice (pentru femei) sînt foarte sensibili la acţiuni mecanice, care pot duce la defecte ca deplasări sau deformări de ochiuri. Pentru evitarea acestor defecte care apar în timpul

manipulărilor, intervenite înaintea vopsirii, este necesară operația de prefixare, care se efectuează în autoclave tip dulap. În aceste autoclave, ciorapii sînt atîrnați pe un suport și tratați cu abur saturat de 5—10 N/cm², la temperatura de 110—120°C, timp de 10—20 min.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Cine influențează apariția fenomenului de cavitație în procesul de vopsire : *a)* presiunea dinamică ; *b)* presiunea statică ; *c)* înălțimea de aspirație ; *d)* înălțimea de refulare a pompei ?
2. Ce pompe sînt sigure în exploatarea eficientă a unui aparat de vopsit bobine ?
3. În ce grupă de mașini se pot clasifica mașinile Jet : *a)* cu circulația flotei ; *b)* cu antrenarea materialului ; *c)* cu antrenarea materialului și circulația flotei ?
4. Ce avantaj prezintă tamburul de vopsit ciorapi la temperatură ridicată față de unul clasic ?
5. Care este principiul de vopsire la mașina de vopsit ciorapi tip colorplast : *a)* prin epuizare ; *b)* prin impregnare-aburire ; *c)* prin impregnare termosol ?
6. Care sînt noile tendințe în construcția utilajelor pentru vopsit ?

Capitolul 6

VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE DIN FIBRE CELULOZICE

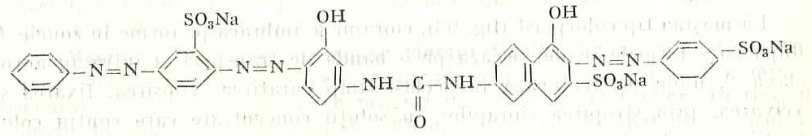
Materialele textile din fibre celulozice se vopsesc cu coloranți direcți, coloranți de cadă și cuvosoli, coloranți de sulf, coloranți formați pe fibră, coloranți reactivi și coloranți cationici.

6.1. VOPSIREA CU COLORANȚI DIRECȚI

6.1.1. STRUCTURA CHIMICĂ ȘI PROPRIETĂȚI

Coloranții direcți fac parte, în majoritate, din clasa coloranților azoici (diazoici și poliazoici), avînd însă reprezentanți și din clasele coloranților oxazinici, ftalocianici, tiazolici.

Formula unui colorant tiazoic (roșu direct rezistent L 3 A) este :



Se remarcă în ambele cazuri :

— forma liniară, care va permite legarea de fibra celulozică cu mai multă ușurință;

— existența în molecula colorantului a unor grupe funcționale : —OH, $—NH_2$, —NHR, capabile să formeze cu fibra legături de hidrogen, grupe care alături de dublele legături conjugate asigură substantivitatea colorantului pentru fibra celulozică ;

— solubilitatea colorantului este asigurată de prezența grupărilor sulfonice $—SO_3Na$.

Coloranții direcți vopsesc nemijlocit fibra celulozică, de aceea sînt denumiți și coloranți substantivi.

Sînt ușor solubili în apă, dînd soluții cu caracter coloidal (se recomandă apa moale, dedurizată sau apă de condensare).

Coloranții direcți se fabrică într-o gamă completă de culori.

6.1.2. MECANISMUL DE VOPSIRE

Vopsirea materialelor celulozice cu coloranți direcți este un proces tinctorial clasic, care se desfășoară în cele patru etape cunoscute. Este un sistem ionic cu ioni de același fel. Forțele de atracție dintre colorant și fibră depășesc forțele de respingere, în ajutorul celor dintîi venind și adaosul de electrolit neutru în prezența căruia vopsirea este intensificată.

Între colorantul direct și fibra celulozică se stabilesc forțe de hidrogen între grupele —OH ale celulozei și grupările (—OH, $—NH_2$, —NHR) ale colorantului.

6.1.3. TEHNOLOGIA VOPSIRII MATERIALELOR CELULOZICE CU COLORANȚI DIRECȚI

a. **Tehnologia vopsirii materialelor din bumbac.** Orice material care urmează să fie vopsit trebuie pregătit anterior astfel încît să asigure o bună și uniformă pătrundere a colorantului. În acest scop materialul este descleiat, curățat prin fierbere alcalină și eventual albit (pentru culori deschise și medii).

Vopsirea cu coloranți direcți este influențată de următorii factori :

— *hidromodulul* — variază de la 10 : 1 la 40 : 1, în funcție de colorant, utilaj și forma materialului ;

— *temperatura* — pentru cei mai mulți dintre coloranți se începe vopsirea la 40—50°C și se ridică treptat temperatura pînă la fierbere, unde se menține 30—60 min, se oprește aburul și se continuă vopsirea 30 min. Creșterea temperaturii duce la creșterea vitezei de vopsire, deci la o trecere rapidă a colorantului pe fibră, ceea ce practic înseamnă vopsire neuniformă. De aici necesitatea creșterii treptate a temperaturii în prima etapă. Temperatura de fierbere asigură difuziunea colorantului în fibră, migrarea lui, deci uniformizarea. Continuarea vopsirii în baia care se răcește este justificată în cazul coloranților a căror epuizare maximă are loc la temperaturi sub 100°C. Există însă și coloranți direcți care epuizează la temperaturi peste 100°C. De aceasta vopsitorul va ține seama la stabilirea regimului de temperatură. De reținut că : cu cît temperatura de epuizare este mai mică cu atît colorantul va da vopsiri mai egale ;

— *durata* este în medie 60—70 min ; pentru unele culori deschise sînt suficiente 60 min, în timp ce la culori închise sau la coloranți care egalizează greu, durata poate fi de cîteva ore ;

— *pH-ul* — baia de vopsire are reacție neutră. La un *p*H ușor alcalin mulți coloranți dau vopsiri mai egale chiar dacă epuizarea este mai greoaie ;

— *concentrația de colorant din baia de vopsire* influențează cantitatea de colorant adsorbită de fibră. În cazul unor coloranți influența este pozitivă,

în cazul altora negativă. Vopsitorul care va întocmi rețetele va trebui să cunoască exact comportarea coloranților folosiți. În acest scop, laboratorul poate efectua diagrame pentru fiecare colorant în parte ;

— *adaosul de electrolit neutru* — pentru majoritatea coloranților adaosul de electrolit neutru (NaCl, Na_2SO_3) duce la creșterea epuizării, desigur într-o măsură diferită. Se folosește o concentrație între 5—30% electrolit care se adaugă în 3—4 porțiuni la interval de 15—20 min, niciodată la începutul vopsirii (unii coloranți în prezența electrolitului trec intens pe fibră și dau vopsiri inegale) ;

— *adaosul de alte substanțe auxiliare* se face în scopul îmbunătățirii egalizării ; se folosesc : Na_2CO_3, Na_2HPO_4 și agenți de egalizare (Resulfaton, Acvafil, alcooli grași sulfatați).

b. **Procedeele de vopsire** se stabilesc în funcție de coloranții folosiți, de utilajul de care dispune atelierul.

Vopsirea discontinuă în băi ușor alcaline sau neutre se face la temperaturi pînă la 100°C. Asemenea flote de vopsire pentru coloranți : roșu direct 4A, brun direct 3 G, albastru direct etc., conțin : colorant 0,1—4% ; agent de udare și dispersare 0,5—2% ; sodă calcinată 0,1—2% ; clorură sau sulfat de sodiu 0,5—20%.

Pentru alți coloranți cum sînt : verde direct A, galben direct stilben, albastru direct rezistent L2R, din flotă lipsește soda calcinată.

Pentru coloranți ca : galben direct G, soda calcinată se înlocuiește cu 2—3%, fosfat de sodiu anhidru.

Mai sînt și alte procedee de vopsire, studiate la vopsirea materialelor celulozice cu coloranți direcți.

— Vopsirea la temperaturi peste 100°C. Se știe că bumbacul suportă temperaturi pînă la 130°C ; de asemenea, dintre coloranți direcți mulți sînt stabili la temperaturi între 120—130°C în mediu alcalin sau neutru, temperaturi care asigură pătrunderea colorantului în fibră și uniformizarea vopsirii. Singurul neajuns este scăderea randamentului tinctorial.

— Procedeul pad-roll asigură vopsiri cu rezistențe bune la tratamente umede (pătrunderea colorantului în fibră, repartizarea sa uniformă are loc la temperatura ridicată a camerei de reacție).

— Dintre procedeele continue, procedeul fulardare-aburire care ar da rezultate bune prezintă dezavantajul folosirii unor aburitoare cu o capacitate mai mare decît a celor folosite obișnuit în vopsitorie, sau a unor aparate de aburit la presiune mai mare decît cea atmosferică. Alte procedee, cum ar fi cel care folosește soluția de clorură de sodiu pentru a ajuta difuzia colorantului în fibră, prezintă aceeași dificultate a necesității unui anume utilaj alături de un consum mare de apă și sare.

c. **Vopsirea cu coloranți direcți a materialelor din fibre celulozice regenerate.** Fibrele celulozice regenerate prezintă unele particularități în procesele de vopsire datorite structurii ușor diferențiate de cea a bumbacului. Fibrele celulozice regenerate au o mai mare capacitate de umflare, asociată cu o mai puternică scădere a rezistenței în stare umedă. De aici necesitatea folosirii în procesele de vopsire a unor utilaje cu acțiuni mecanice mai blînde decît în cazul materialelor din bumbac. Se recomandă căzi cu vîrtelniță închise (pentru a menține temperatura ridicată necesară).

Urmărind comportarea diferitelor fibre celulozice într-o baie de vopsire în aceleași condiții de lucru, se observă : la vopsirea fără electrolit neutru cel mai intens se vopsesc fibrele de mătase cupro, iar cel mai puțin intens fibrele de viscoză, bumbacul ocupînd un loc intermediar ; la vopsirea cu electrolit neutru se menține aceeași ordine pînă la o temperatură de 70°C, după care fibrele de viscoză fac un salt vopsindu-se mai intens decît bumbacul.

Un alt aspect întîlnit, îndeosebi la vopsirea viscozei, este apariția striațiilor în cazul țesăturilor obținute din amestec de fire. Cauza provine din filatura chimică și constă într-o maturație diferențiată a alcalicelulozei din șarje diferite sau o diferență de orientare a lanțurilor macromoleculare printr-o etirare neuniformă.

Prevenirea acestui defect se face prin selectarea cu grijă a coloranților și stabilirea unor anume condiții de vopsire.

Astfel sînt folosiți coloranți cu o viteză mare de egalizare, coloranți care epuizează bine la temperaturi sub 100°C. Vopsirea se face la un raport mare de flotă, la temperatura 85—95°C, cu adaosul treptat al electrolitului.

6.1.4. REZISTENȚELE VOPSIRILOR CU COLORANȚI DIRECȚI ȘI METODE DE ÎMBUNĂTĂȚIRE

Vopsirile cu coloranți direcți pe materialele celulozice cu rezistențe mediocre la tratamente umede fiind notate cu 3, 4 sau 5, cauza este în primul rînd solubilitatea colorantului și în al doilea rînd legăturile slabe care s-au stabilit între colorant și fibră.

Rezistența la lumină este în general mică, mulți coloranți fiind notați cu 1, dar există și coloranți direcți a căror rezistență este bună și foarte bună (Sirius, Solar, Chlorantin și coloranții românești direcți rezistenți).

Gama largă de culori a coloranților direcți, tehnologiile simple de vopsire, costul scăzut fac ca acești coloranți să fie totuși mult folosiți. Pentru îmbunătățirea rezistențelor se fac diferite tratamente suplimentare ulterioare vopsirii. Toate se bazează pe mărirea moleculei colorantului în fibră. Astfel :

— *Tratamente cu săruri metalice* ($CuSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $K_2Cr_2O_7$, $CrO(CH_3COO)_3$. Se folosesc în cazul coloranților care conțin în moleculă atomi capabili să formeze cu metalele respective complecși stabili. Tratamentul cu $CuSO_4$ folosit mai curent îmbunătățește rezistența la lumină, iar cel cu $K_2Cr_2O_7$ la tratamente umede.

— *Tratamentele cu aldehidă formică* îmbunătățesc rezistența la tratamente umede, dar în unele cazuri scad ușor rezistența la lumină. Se presupune că molecula de formaldehidă acționează ca o punte metilenică între două molecule de colorant ($R-O-CH_2-O-R$) sau prin formarea unor derivați difenilmetanici ($R-CH_2-R$). Cu R fiind notat colorantul. Materialul vopsit se tratează timp de 20 minute la 60°C într-o baie care conține 0,5—2% formaldehidă soluție 33% și 0,6—1,6% acid acetic 60%.

— *Tratamente prin diazotare și cuplare.* În cazul coloranților care conțin grupe $-NH_2$, diazotabile, acestea se transformă în săruri de diazoniu care sînt cuplate în continuare cu diferiți naftoli, obținîndu-se astfel molecule mai mari, insolubile, care conțin o grupă azo ($-N=N-$) în plus.

Diazotarea se face prin tratare cu azotit de sodiu în mediu de acid clorhidric, iar cuplarea cu o componentă de cuplare (developator) care poate fi : β naftol (developator A) pentru roșu bordo, albastru ; m. toluilendiamină (developator H) pentru negru și brun și 1 fenil 5 pirazolonă (developator Z) pentru galben și verde. Prin acest procedeu are loc o modificare a culorilor. Materialul vopsit cu colorantul direct se tratează 20 min la rece într-o baie care conține : azotit de sodiu 1,5—2,5% și acid clorhidric conc. (37%) 5—7,5% sau 3—5% acid sulfuric concentrat (diazotarea). Materialul spălat cu apă rece

se tratează tot la rece cu componente de cuplare 20—30 min. Se spală bine și se săpunește. Chimismul acestui tratament va fi descris mai în amănunt la vopsirea cu coloranți azoici, insolubili formați pe fibră.

— *Tratamente cu agenți de fixare.* Se folosesc substanțe cationactive, săruri cuaternare de amoniu, care îmbunătățesc rezistența la tratamente umede (apă, acizi, dar nu la spălare alcalină), modifică culoarea și scad rezistența la lumină.

Rășinile cationice (Aniofix) îmbunătățesc rezistența la spălare alcalină, mai puțin la apă și alcalii, modifică mai puțin culoarea.

Rășinile sintetice complexate cu cupru îmbunătățesc rezistența la lumină și la tratamente umede și dau materialului un tușeu plăcut.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce structură și ce proprietăți au coloranții direcți ? Puteți face legătura între grupările solubilizante și afinitatea pentru fibră ?
2. Care este mecanismul de vopsire a fibrelor celulozice cu coloranți direcți ? Dar natura legăturilor dintre colorant și fibră ?
3. Ce factori influențează vopsirea bumbacului ?
4. Cum se mărește gradul de epuizare a flotei : *a)* prin regim potrivit de temperatură ; *b)* prin adaos de electrolit neutru ; *c)* prin adaos de substanțe auxiliare ?
5. În ce condiții materiale de viscoză se vopsesc mai intens decît cele de bumbac ? De ce ?
6. Ce tratamente se aplică pentru creșterea rezistenței vopsirii cu coloranți direcți ? Care este explicația creșterii rezistențelor ?

Aplicații

1. Să se determine cantitatea de colorant și substanțe auxiliare necesare vopsirii a 2 000 m de țesătură cu o masă de 120 g/m. Vopsirea se face cu 3,5 % colorant direct, iar ca substanțe auxiliare se folosesc : 0,5 % agent de egalizare, 0,5 % sodă calcinată și 10 % sare de bucătărie. Materialul se retratează cu 2 % sulfat de cupru, 2 % bicromat de potasiu și 1 % acid formic 85 %. După retratare se face o spălare cu o soluție de 1,5 g/l săpun și 1 g/l sodă caustică. Raportul de flotă este 1 : 20.
2. Să se stabilească consumul de substanțe auxiliare la diazotare-cuplare pentru 200 kg de țesătură, vopsită cu colorant direct, dacă rețeta indică : azotit de sodiu 2 % ; acid clorhidric 20°Bè 5 % ; naftol 0,6 % ; hidroxid de sodiu 0,6 %. În magazie se găsește acid clorhidric 18°Bè și hidroxid de sodiu de 32,5 %.

6.2. VOPSIREA CU COLORANȚI DE CADĂ ȘI CUVOSOLI

6.2.1. STRUCTURA CHIMICĂ ȘI PROPRIETĂȚILE COLORANȚILOR DE CADĂ

Coloranții de cadă reprezintă una dintre cele mai cunoscute și apreciate clase de coloranți, folosiți astăzi nu numai pentru fibrele celulozice, ci și pentru cele sintetice sau pentru amestecuri de fibre.

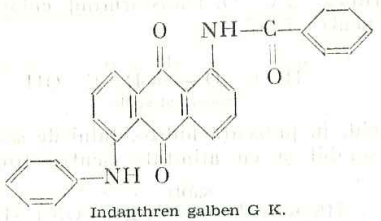
Variați ca structură din punct de vedere chimic, toți coloranții de cadă au comună gruparea cromoforă $=C=O$.

Se pot grupa totuși în :

— coloranți antrachinonici (policiclocetonici) ;

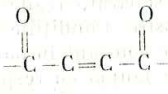
— coloranți indigoidici.

Coloranții antrachinonici conțin unul sau mai multe nuclee antrachinonice. Un astfel de colorant este de exemplu :

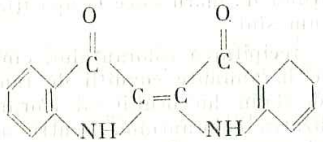


Indanthren galben G K.

Coloranții indigoidici se caracterizează prin gruparea cromoforă :



Astfel de coloranți sînt :



Se observă la coloranții prezentați gruparea cromoforă $>C=O$, gruparea auxocromă —NHR, —S— și lipsa grupărilor solubilizante. Deci, coloranții de cadă sînt insolubili, aplicarea lor, în majoritatea cazurilor, se face după o prealabilă solubilizare temporară. Se fabrică într-o gamă largă de culori. Vopsirile obținute au rezistențe bune și foarte bune la lumină și tratamente umede, rezistențe a căror explicație nu constă în natura legăturilor colorant-fibră, ci în reținerea mecanică a particulelor insolubile de colorant cristalizate sau amorfe, particule care s-au format în zonele amorfe ale fibrei, particule mari care nu mai pot fi desorbite din fibră. Coloranții de cadă sînt livrați sub formă de paste, praf sau granule, ceea ce în folosirea lor impune anumite măsuri.

6.2.2. MECANISMUL DE VOPSIRE

Vopsirea cu coloranți de cadă după procedeul uzual se desfășoară în patru etape :

— *solubilizarea colorantului și transformarea lui în leucoderivat sodic,* solubil cu afinitate pentru fibrele celulozice ;

— *absorbția leucoderivatului sodic* în fibra celulozică (după mecanismul clasic întîlnit și la coloranții direcți) ;

— *oxidarea în fibră a leucoderivatului sodic* și transformarea lui în colorant insolubil ;

— *tratamente finale* cu băi fierbinți de săpun, pentru îmbunătățirea rezistențelor.

a. **Solubilizarea coloranților de cadă** se face prin reducerea cu hidrosulfit de sodiu ($Na_2S_2O_4$) în mediu alcalin (NaOH). Hidrogenul pus în libertate de hidrosulfit reduce grupele $>C=O$, transformînd colorantul în leucoderivat acid, fără afinitate pentru fibră :

$$R=C=O \xrightarrow{+H} R\equiv C-OH$$

leucoderivat sodic

Leucoderivatul acid, în prezența hidroxidului de sodiu, se transformă în leucoderivat sodic, solubil și cu afinitate pentru fibră :

$$R\equiv C-OH \xrightarrow{NaOH} R\equiv C-ONa+H_2O$$

leucoderivat acid

Reducerea se face într-o flotă separată (cada mumă) într-un volum mic de apă, sau direct în flota de vopsire. Condițiile de lucru sînt specificate în cartelele de coloranți pentru fiecare colorant în parte. Cînd nu există indicații speciale, reducerea se face în cada mumă cu respectarea și controlarea riguroasă a parametrilor de lucru.

Nerespectarea condițiilor de lucru duce la apariția unor reacții secundare în flota de reducere, cum sînt :

— *Cristalizarea* sau precipitarea colorantului, cînd concentrația acestuia în flotă este prea mare în anumite condiții de temperatură : concentrații prea mari de hidroxid de sodiu, hidrosulfit sau clorură de sodiu pot, de asemenea, produce cristalizarea colorantului. Pentru a preveni fenomenul se recomandă adaosul unui agent de dispersare.

— *Suprareducerea* — reacția de reducere nu se oprește la forma de leucoderivat ; reducerea se extinde și asupra altor grupări și se obțin compuși care îngreunează vopsirea. Suprareducerea este cauzată de concentrații prea mari ale auxiliarilor folosiți, de creșterea necorespunzătoare a temperaturii și a duratei.

— *Saponificarea.* La creșterea temperaturii sau la concentrații mari de hidroxid, unii coloranți antrachinonici suferă un proces de saponificare ; colorantul trece în forme nesubstantive sau cu substantivitate foarte mică și au nuanța modificată.

Toate aceste reacții secundare care au loc în timpul reducerii se pot întîlni și la vopsirea propriu-zisă, cînd nu se respectă parametrii de lucru.

b. **Absorbția leucoderivatului sodic în fibre.** Coloranții de cadă nu dispun de o structură filiformă, în schimb au o conformație plană care asigură substantivitate leucoderivatului sodic.

Leucoderivatul sodic disociază : $R\equiv C-ONa \rightleftarrows R\equiv C-O^- + Na^+$, și anionul $\equiv$ leucoderivatului este absorbit repede în fibră, fiind ajutat de prezența electrolitului întocmai ca la coloranții direcți.

c. **Oxidarea în fibre a leucoderivatului sodic** este teoretic o reacție inversă reducerii, care poate fi reprezentată prin reacția :

$$R\equiv C-ONa \xrightarrow[-NaOH]{+H_2O} R\equiv C-OH$$

$$2\ R\equiv C-OH \xrightarrow[-H_2O]{+O} 2\ R=C=O$$

În realitate, mecanismul de oxidare este mai complex și diferă în funcție de colorant și de condițiile de lucru.

Practic, oxidarea se poate face prin simpla expunere la aer a materialului vopsit sau spălare cu apă curgătoare, dar sînt și coloranți care se oxidează mai greu, necesitînd soluții de oxidanți (H_2O_2, $K_2Cr_2O_7$ în mediu acid, NaClO, $NaClO_2$ în mediu acid, perborat de sodiu etc.).

În cazul cînd oxidarea nu s-a efectuat în mediu acid, este necesară pentru mulți coloranți o acidulare care se face în scopul neutralizării urmelor de NaOH, a leucoderivatului acid și a oxidării lui.

d. **Tratamentul final,** respectiv săpunirea în fierbere în băi cu săpun 2—8 g/l și carbonat de sodiu 1—3 g/l, se face pentru creșterea rezistenței și pentru strălucirea și stabilizarea nuanței.

În urma acestui tratament are loc, în majoritatea cazurilor, o creștere a particulelor de colorant din fibră și cristalizarea lor.

6.2.3. TEHNOLOGIA VOPSIRII CU COLORANȚI DE CADĂ

Se practică două variante :

— vopsirea cu soluția leucoderivatului sodic al colorantului ;

— vopsirea cu suspensii de colorant neredus sau cu leucoderivat acid.

Prima variantă este cea mai răspîndită, se realizează în patru procedee tip, în funcție de colorantul folosit, primele trei fiind cele uzuale, procedeul special aplicîndu-se la un număr limitat de coloranți (tab. 4).

Tabelul 4

Parametrii vopsirii pentru procedee tip (Modulul băii 1 : 10, colorant 1—3 %)

Procedeul	NaOH 32,5% ml/l	Na_2SO_4 g/l	NaCl g/l	Temperatura °C
I	17—22	3,5—5,5	—	50—60
II	9—12	3 —5	10—10	40—50
III	7— 9	2,5—3,5	10—10	20—30
Special	25—32	3,5—5,5	—	50—60

Factorii care influențează vopsirea materialelor celulozice din soluții de leucoderivați sodici pot fi deduse din cele prezentate. Astfel :

— *Concentrația componentelor băii de vopsire* (NaOH, $Na_2S_2O_4$, NaCl). Se vor respecta concentrațiile indicate în cartelele de coloranți ; varietatea structurilor chimice a coloranților de cadă fac ca și sensibilitatea lor față de NaOH și $Na_2S_2O_4$ să fie diferită. Dacă cantitatea de NaOH trebuie riguros respectată, cea de $Na_2S_2O_4$ trebuie să fie întotdeauna în exces, mai mic sau mai mare, după colorant, pentru menținerea colorantului în formă redusă.

Cantitatea de electrolit neutru (NaCl, Na_2SO_4) se apreciază după natura materialului care se vopsește și după procedeul aplicat ; adaosul de electrolit se face în porțiuni mici pentru a nu grăbi epuizarea colorantului la începutul vopsirii și a nu produce precipitarea colorantului.

— *Temperatura* influențează epuizarea și capacitatea de migrare diferențiat de la colorant la colorant, de aceea stabilirea unui regim de temperatură generalizat nu este posibil. Coloranții a căror epuizare crește cu tempera-

tura vopsesc după un regim de „temperatură în trepte". Se începe vopsirea la 15—18°C și crescînd temperatura cu un grad pe minut se ajunge la 50—60°C sau mai mult dacă se iau măsuri pentru evitarea suprareducerii (adaos de azotit de sodiu). Tehnologiile moderne tind spre temperaturi 80—90°C, la care colorantul sub formă de soluție moleculară migrează cu ușurință și asigură vopsiri uniforme.

— *Agenții de egalizare* selectați cu grijă pot influența atît viteza de vopsire, cît și migrarea. Sînt în general produse neionice, derivați polietoxilați (Romopal, O, Slovasol O) ; se folosesc în concentrații mici (0,5—1g/l).

— *Prezența ionilor de calciu și magneziu* proveniți de pe materialul textil sau din apa folosită îngreunează vopsirea. Prevenirea se face fie prin tratarea materialului textil într-o baie acidă, fie prin adaosul în flota de vopsire a unui agent complexant (Trilon B). Etapele vopsirii sînt cele descrise anterior.

Se observă că vopsirea cu leucoderivat sodic ridică probleme în ceea ce privește uniformizarea și pătrunderea în fibră a colorantului. Pentru a rezolva aceste dificultăți s-au elaborat procedee prin care colorantul este adus pe fibră în formă nesolubilizată sau ca leucoderivat acid, deci forme nesubstantive, *procedee denumite în două etape.* În prima etapă se face o fulardare a materialului cu dispersia foarte fină de colorant sau cu soluția leucoderivatului acid. Are loc o difuziune liberă și uniformă în capilarele fibrei, dar limitată, căci dimensiunile particulelor de colorant nu sînt suficient de mici. Urmează etapa a doua a vopsirii, care constă în tratarea țesăturii într-o flotă oarbă care conține hidrosulfit de sodiu și hidroxid de sodiu, sau numai hidroxid de sodiu, conform formei de colorant cu care s-a făcut fulardarea. Colorantul neredus sau sub formă de leucoderivat acid este transformat în leucoderivat sodic solubil și cu afinitate pentru fibră ; urmează definitivarea difuziei în interiorul fibrei și adsorbția pe suprafața interioară a fibrei. Tratamentele finale sînt cele descrise la prima variantă.

Aceste procedee care folosesc suspensiile formelor nesubstantive ale coloranților de cadă se pretează atît la vopsirea discontinuă, cît și la cea semicontinuă și continuă.

Vopsirea discontinuă se poate face pe jigher, vopsirea semicontinuă se face după procedeul fulardare fixare pe jigher (pad-jigg) și vopsirea continuă după procedeul fulardare-aburire sau fulardare-fixare în băi reducătoare și alcaline.

6.2.4. VOPSIREA CU COLORANȚI CUVOSOLI

a. **Structură chimică și proprietăți.** Coloranții cuvosoli sînt forme solubile ale coloranților de cadă, și anume esteri sulfurici ai leucoderivaților acizi. Reacția de obținere se poate prezenta schematic :

$$R{=}C{=}O \xrightarrow{+H} \underset{\text{col. de cadă}}{R{\equiv}C{-}OH}$$

$$R{\equiv}C{-}OH + HOSO_3H \xrightarrow[-H_2O]{} R{\equiv}C{-}O{-}CO_3H$$

$$R{\equiv}C{-}O{-}SO_3H + NaOH \xrightarrow[-H_2O]{} \underset{\text{col. cuvosol}}{R{\equiv}C{-}O{-}SO_3Na}$$

Sînt coloranți solubili, vopsesc fibrele celulozice ca și coloranții direcți, au o substantivitate redusă, cost ridicat, de aceea sînt folosiți pentru culori deschise și medii. Dau vopsiri uniforme, pătrunse, rezistente.

b. **Mecanismul de vopsire.** Coloranții cuvosoli trec pe material din soluții apoase. În funcție de colorant variază temperatura și adaosul de electrolit. Cei mai mulți coloranți au substantivitatea maximă la 25—30°C, mai puțini la 50°C. Adaosul de electrolit ajută epuizarea.

Odată pătruns în fibră colorantul va fi supus tratamentelor finale (developare), în urma cărora colorantul solubil se transformă în colorant insolubil, în urma reacțiilor de hidroliză și oxidare :

$$R{\equiv}C{-}O{-}SO_3Na + H_2O \rightarrow R{\equiv}C{-}OH + NaHSO_4$$

$$2\ R{\equiv}C{-}OH + O \rightarrow 2\ R{=}C{=}O + H_2O$$

Developarea are loc cu ajutorul unui oxidant, în anumite condiții de temperatură și *p*H. Se folosesc : azotit de sodiu în mediu de acid sulfuric sau bicromat de potasiu, clorură ferică tot în soluții cu acid sulfuric.

c. **Tehnologia vopsirii.** Vopsirea prin epuizare se face pe jigher sau pe cada cu vîrtelniță. Cînd se face pe jigher flota de vopsire conține : colorantul, un agent de udare, și azotit de sodiu 0,5—1 g/l. Pentru developare se adaugă în flotă 20 g/l H_2SO_4 conc. Temperatura de developare este pentru majoritatea coloranților 20—22°C, dar poate ajunge și la 60—70°C. Urmează spălarea intensă și săpunire la cald.

Coloranții cuvosoli se aplică bine prin procedee continue. Se folosesc coloranți cu substantivitate mică ; impregnarea se face la temperaturi ridicate (80°C) ca să se asigure pătrunderea în fibră. Înainte de developare, materialul este trecut prin aer. Developarea se face într-un fulard special, care să asigure un contact scurt (3—5 s) al țesăturii cu flota, urmează o nouă trecere prin aer de 15—20 s după care se face spălare, neutralizare, săpunire.

d. **Rezistențele vopsirii cu coloranți cuvosoli** sînt bune și foarte bune, asemenea celor cu coloranți de cadă.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce știți despre structura chimică a coloranților de cadă ? Ce proprietate puteți deduce cunoscînd structura acestora ?
2. Care este chimismul aplicării pe fibră a coloranților de cadă ? dar al coloranților cuvosoli ?
3. Prin ce procedee vopsesc coloranții de cadă ?
4. Care sînt parametri care condiționează solubilizarea coloranților de cadă, dar vopsirea ?
5. Cum se explică rezistențele bune ale vopsirilor cu coloranți de cadă ?
6. Ce efecte se obțin prin săpunire ; *a)* stabilitatea culorii ; *b)* intensitatea culorii ; *c)* strălucire ; *d)* creșterea rezistenței la lumină ?

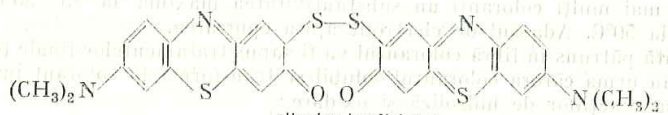
6.3. VOPSIREA CU COLORANȚI DE SULF

6.3.1. STRUCTURĂ CHIMICĂ ȘI PROPRIETĂȚI

Coloranții de sulf fac parte din diverse grupe chimice. Gruparea lor s-a făcut după modul în care se obțin (topirea unor substanțe organice cu sulf, sulfuri și polisulfuri alcaline) și după comportarea lor tinctorială.

Structura lor nu este precis cunoscută, se știe doar că toți coloranții de sulf conțin legături di- sau polisulfidice sau grupe —SH ; unii conțin nuclee tiazinice, tiazolice cu rol de grupe cromofore.

Un colorant de sulf unde se pot vedea legăturile disulfidice și nucleele tiazinice este cel din formula de mai jos :



albastru imedial pur

Coloranții de sulf sînt insolubili, dau vopsiri cu rezistențe bune la lumină, spălare și la agenți chimici (cu excepția clorului). Sînt ieftini, se obțin într-o gamă aproape completă de culori (lipsesc roșul și violetul). În țara noastră se fabrică o gamă largă de asemenea coloranți.

6.3.2. MECANISMUL DE VOPSIRE

Se aseamănă cu cel al coloranților de cadă. Coloranții de sulf vopsesc fibrele celulozice după ce în prealabil sînt solubilizați prin reducere cu sulfură de sodiu ; odată trecuți pe fibră sînt supuși unui proces de insolubilizare prin oxidare.

Reducerea are loc în mediu alcalin, mediu produs prin hidroliza sulfurii de sodiu (dacă este cazul se adaugă NaOH). Au loc reacțiile :

$$Na_2S + H_2O \rightleftarrows NaHS + NaOH$$

$$\overline{R-S-S-R_1} + 2\ NaHS \rightarrow \overline{R-SH\ \ HS-R_1} + Na_2S + S$$

colorant — leucoderivat acid

$$\overline{R-SH\ \ HS-R_1} + 2\ NaOH \rightarrow \overline{R-SNa\ \ NaS-R_1} + 2\ H_2O$$

leucoderivat sodic

Materialul vopsit cu leucoderivatul sodic este stors și spălat cu multă apă caldă și rece. În timpul spălării, o dată cu îndepărtarea colorantului nefixat are loc și oxidarea sub acțiunea aerului din apă, conform reacțiilor :

$$\overline{R-SNa\ \ NaS-R_1} + 2\ H_2O \leftarrow \overline{R-SH\ \ HS-R_1} + 2\ NaOH$$

$$\overline{R-SH\ \ HS-R_1} \xrightarrow[-H_2O]{+O} R-S-S-R_1$$

6.3.3. TEHNOLOGIA VOPSIRII

Din prezentarea făcută se vede că procesul de vopsire este simplu : solubilizarea colorantului se face direct în baia de vopsire. Factorii care pot influența vopsirea sînt :

— modulul băii — se apreciază ca și în celelalte cazuri, variind între 4 : 1 și 30 : 1, după utilajul folosit ;

— concentrația sulfurii de sodiu, — depinde de cantitatea de colorant și este stabilită pentru fiecare colorant în parte ; în baia de vopsire concentrația minimă este de 2 g/l, pentru a nu avea loc precipitarea colorantului și inegalizarea vopsirii ;

— adaosul de electrolit — variază între 5 și 20%, mărește gradul de epuizare ;

— *p*H-ul — vopsirea se face în mediu alcalin și deoarece alcalinitatea produsă de hidroliza sulfurii de sodiu nu este suficientă, se mai adaugă NaOH sau Na_2CO_3 ;

— temperatura — pentru culori deschise 70—90°C, pentru culori închise 70—95°C.

— durata — variază între 45 și 60 min, în funcție de intensitatea culorii.

La vopsirea cu unii coloranți de sulf apare fenomenul de *bronzare*, care constă în depunerea superficială a colorantului pe anumite porțiuni ale suprafeței materialului sub forma unor pete de bronz. Este un defect cauzat de concentrația prea mare de colorant sau de electrolit din baie, care au dus la asocierea moleculelor de colorant care nu au mai putut pătrunde în fibră. Se întîlnește îndeosebi la culori închise și apare și la uscare dacă temperatura este prea mare. Se previne adăugînd în baia de vopsire un agent de dispersare, Dispersil sau clei, se remediază făcînd după vopsire o spălare cu adaos de sulfură de sodiu 0,5 g/l și 2 g/l hidroxid de sodiu sau la nevoie materialul se revopsește.

De reținut că vopsirile se vor executa numai pe aparate din fier, oțel inoxidabil sau lemn, care nu sînt atacate de soluția alcalină a sulfurii de sodiu.

Rezistențele slabe ale unor coloranți se îmbunătățesc prin retratare timp de 1/2—1 h cu Aniofix D.

Deoarece vopsirile cu coloranți de sulf prezintă tendințe de modificare în timp a nuanței (pînă la reoxidarea completă), se recomandă o tratare ulterioară cu peroxizi alcalini sau bicromat de sodiu și potasiu.

6.3.4. VOPSIREA CU FORME SOLUBILE ALE COLORANȚILOR DE SULF

Industria chimică fabrică în prezent coloranți de sulf solubilizați asemănători cu coloranții cuvosoli. Sînt ariltiosulfați de sodiu ($R-S-SO_3Na$) obținuți prin tratarea leucoderivaților acizi ai coloranților de sulf cu sulfit de sodiu.

Trecerea colorantului solubil în colorant insolubil, după trecerea lui pe fibră, se face ușor, fie la rece sub acțiunea unor substanțe reducătoare în mediu alcalin, fie la cald în mediu acid sau alcalin.

Acești coloranți (cei fabricați în R.S.R. se numesc Solacva) formează soluții apoase stabile, nu au afinitate pentru fibrele celulozice, ceea ce ajută la o fulardare uniformă și pătrunsă a țesăturilor.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce asemănare există între coloranții de sulf și cei de cadă ?
2. În ce constă tehnologia vopsirii cu coloranți de sulf ?
3. Care sînt rezistențele vopsirilor cu coloranți de sulf ?
4. La ce grupă de coloranți se poate produce fenomenul de bronzare : *a)* la coloranți de cadă ; *b)* la coloranți direcți ; *c)* la coloranți de sulf ?

6.4. VOPSIREA CU COLORANȚI AZOICI FORMAȚI PE FIBRE

6.4.1. STRUCTURA CHIMICĂ ȘI CHIMISMUL FORMĂRII COLORANTULUI PE FIBRE

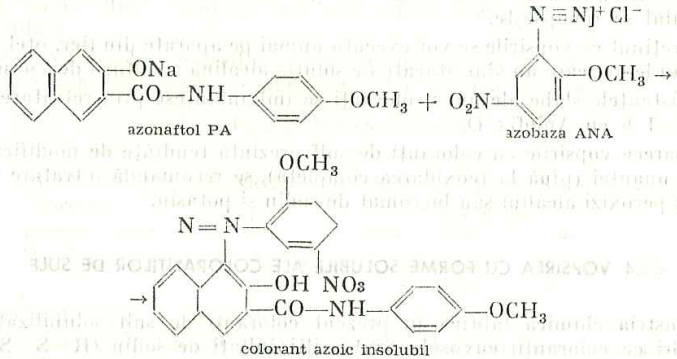
Obținerea de coloranți azoici pe fibrele celulozice are la bază același principiu ca și sinteza acestor coloranți în industria chimică, deci proprietatea sărurilor de diazoniu obținute din diazotarea aminelor aromatice de a cupla, în diferite condiții, cu naftoli. Aminele, componentele diazotabile fabricate în România, sînt numite azobaze, iar naftolii, componente de cuplare, sînt numite azonaftoli.

Cei mai mulți naftoli sînt arilide ale acidului 2,3 hidroxi-naftoic. Aminele diazotabile sînt derivați ai benzenului sau toluenului, derivați aminați ai difenilaminei etc.

Cuplarea celor două componente se produce chiar pe fibre cu formarea unui colorant azoic insolubil, conform schemei :

$$\underset{\text{clorură de diazoniu}}{R_1-N{=}NJ^+Cl^-} + \underset{\text{naftol}}{R_2-OH} \rightarrow \underset{\text{colorant}}{R_1-N{=}N-R_2OH}$$

Un asemenea colorant poate fi :



Clorura de diazoniu rezultă din diazotarea cu azotit de sodiu și acid clorhidric a unei azobaze R_1NH_2.

Colorantul azoic insolubil, format pe fibre, conferă vopsirii însușiri bune și foarte bune la tratamentele ude și la lumina zilei. Rezistența la frecare însă, în multe cazuri, nu este excepțională.

6.4.2. TEHNOLOGIA VOPSIRII

a. **Tehnologia naftolării.** Azonaftolii se dizolvă cu hidroxid de sodiu, cu formarea de azonaftolați de sodiu, conform formulei :

$$R-OH + NaOH \leftarrow R-ONa + H_2O$$

Dizolvarea se face fie la cald, fie la rece, după metodele indicate în îndrumare și cartele. Înainte de dizolvare naftolul se pastifică la rece cu alcool, la cald cu ulei sulfatat.

— *Stabilizarea soluțiilor de naftolat.* Soluțiile de naftolat sînt în cele mai multe cazuri puțin stabile. Descompuneri se pot produce și după ce soluția este adusă pe materialul textil. Aceste descompuneri se datoresc acțiunii oxigenului și bioxidului de carbon din aer. Dacă se produc numai pe unele porțiuni ale materialului naftolat, rezultă neuniformități sau pete în vopsirea finală.

Stabilitatea soluțiilor de naftolat poate fi mărită prin adaos de aldehidă formică. Trebuie reținut că aldehida formică poate fi adăugată numai la soluțiile reci de naftolați ; în cazurile cînd țesăturile se tratează cu soluții fierbinți, nu se folosește formaldehida.

— *Tratarea cu soluție de naftolat.* Sub formă de naftolați, naftolii sînt substantivi pentru fibrele celulozice pe care sînt reținuți în operația denumită naftolare. Pentru evitarea hidrolizei naftolatului, în baia de tratare se adaugă 5—10 ml/l hidroxid de sodiu 32,5 %, iar pentru împiedicarea precipitării naftolului baia mai conține 3—5 ml/l ulei sulfatat sau alt auxiliar chimic cu acțiunea coloid protectoare.

— *Substantivitatea naftolilor* variază cu structura lor chimică între limite destul de largi, unii, de exemplu azonaftolii A, CT, CA au o substantivitate mică, iar alții, de exemplu naftolul AS—GR, una foarte mare.

Substantivitatea naftolilor mai depinde de : concentrația în baie ; hidromodul ; temperatură ; adaos de sare.

— Concentrația de naftol. La o anumită concentrație inițială de naftol se obține, în condiții determinate, o anumită cantitate de naftol fixată pe fibre. Aceasta determină, la rîndul ei, culoarea finală. Pentru obținerea unei culori conform unei mostre, se găsesc în îndrumare și cartele indicații referitoare la concentrația de naftol în baie.

— Temperatura. Deoarece, cu puține excepții, substantivitatea este mai mare la temperaturi mai mici, naftolarea firelor și a țesăturilor în procedeele de epuizare discontinue se face la 30°C, în timp ce în procedee de fulardare, după care țesătura este îmbibată cu soluția de naftol, nefiind necesară substantivitatea, se folosesc temperaturi de 70—90°C ce favorizează udarea.

— Adaosul de sare influențează simțitor epuizarea naftolilor și determină o creștere importantă a randamentului de naftol fixat.

— Îndepărtarea excesului de naftol de pe materialul textil se face prin : centrifugare ; aspirare ; stoarcere la fulard ; spălare cu o soluție diluată de NaOH.

b. **Cuplarea și tratamente finale.** Prepararea soluției de sare de diazoniu. Din diazotarea azobazelor cu HCl și $NaNO_2$ la rece rezultă o soluție puternic acidă, din cauza excesului mare de acid clorhidric. Această soluție trebuie neutralizată ; în cele mai multe cazuri, în acest scop, se folosește acetatul de sodiu.

$$HCl + CH_3COONa \rightarrow CH_3COOH + NaCl$$

— *Cuplarea.* Materialul naftolat este tratat într-o baie ce conține soluția de diazoniu, colorantul formîndu-se pe fibră aproape instantaneu.

Desfășurarea corectă a cuplării este influențată de o serie de factori ca : concentrația sării de diazoniu, *p*H-ul băii, temperatura și unele adaosuri în baia de cuplare.

Concentrația sării de diazoniu este indicată în îndrumare și cartele și este raportată la cantitatea de naftolat fixată pe fibră.

*p*H-ul băii de cuplare variază, în funcție de azobaza folosită, între 4 și 8. Ținînd seama de faptul că materialul naftolat aduce în baia de cuplare hidroxid de sodiu, acesta trebuie neutralizat prin adăugare în baie de : acid acetic sau formic. În unele cazuri, *p*H-ul băii de cuplare este menținut constant prin adăugare de acid acetic, acetat de sodiu sau fosfatdisodic-fosfat monosodic cu formarea, deci de soluții tampon.

Temperatura băii de cuplare este, în cele mai multe cazuri, cea obișnuită.

Adaosuri în baia de cuplare. Pentru evitarea desorbției azonaftolatului, în baia de cuplare se adaugă clorură de sodiu. Se mai adaugă și agenți de dispersare care contribuie la obținerea unei rezistențe la frecare mai bune.

— *Tratamente finale.* Pentru obținerea de culori mai vii și mai rezistente, după cuplare și răcire cu apă rece urmează un tratament de săpunire la temperaturi între 60 și 80°C. Săpunirea îndepărtează și colorantul insolubil format superficial pe fibre, nefixat deci, îmbunătățind astfel rezistența la frecare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este chimismul obținerii coloranților azotici insolubili ?
2. Cum se obțin soluțiile de naftoli prin tratare :
   a) cu acizi ; *b)* cu bioxid de sodiu ; *c)* prin simpla dizolvare în apă ?
3. De cine depinde substantivitatea naftolilor ?
   Cum se face practic cuplarea sării de diazoniu cu naftolul ?
4. Care sînt factorii ce influențează cuplarea ?

6.5. VOPSIREA CU COLORANȚI REACTIVI

6.5.1. STRUCTURĂ CHIMICĂ ȘI PROPRIETĂȚI

Această clasă de coloranți, solubili, datorită prezenței în structura lor a unor grupări caracteristice, pot reacționa cu anumite grupe funcționale din macromoleculele fibrelor textile, cu formarea — între colorant și fibră — a unor *legături covalente.*

Rezistențele vopsirilor la tratamentele ude sînt bune și foarte bune, deoarece colorantul este legat printr-o legătură covalentă de macromolecula fibroasă.

Rezistențele la lumină sînt, de asemenea, pentru cei mai mulți coloranți relativ bune și foarte bune.

Rezistența la clor a vopsirilor cu coloranți reactivi este slabă.

a. **Structura chimică.** Coloranții reactivi conțin în structura lor chimică un colorant obișnuit, precum și o grupă purtătoare de atomi reactivi, aceștia din urmă putînd reacționa cu grupele funcționale caracteristice fibrelor textile.

Structura oricărui colorant reactiv poate fi reprezentată schematic în felul următor :

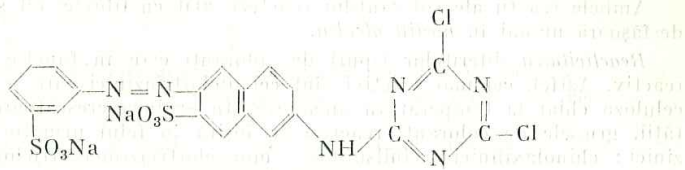
$$C_s{-}P{-}x,$$

în care :

C reprezintă un colorant solubil obișnuit ;
P — grupa purtătoare de atomi reactivi ;
x — atomul sau grupa de atomi ce reacționează cu macromoleculele fibrelor textile.

Gruparea $-P-x$ se mai numește sistem reactiv.

Un exemplu de colorant este :



colorant reactiv diclortriazinic

b. **Clasificarea coloranților reactivi.** După sistemul reactiv, grupele mai importante de coloranți sînt :

— coloranții triazinici, în care sistemul reactiv provine din clorura de cianuri (clorura acidului cianuric). Această substanță este denumită și triclor-triazina. Coloranții triazinici pot fi diclortriazinici, cu doi atomi de clor substituibili, cu denumirea comercială Procion, sau monoclortriazinici, cu un singur atom de clor substituibil, cu denumirea comercială Cibacron sau Procion H ;

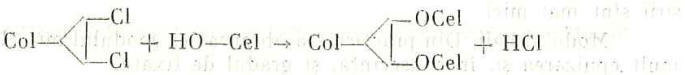
— coloranții pirimidinici, în care sistemul reactiv este derivat din pirimidină, un nucleu diazinic (cu doi atomi de azot), iar atomii reactivi sînt tot cei de clor, în număr de doi. Denumirea comercială este Drimaren sau Reacton ;

— coloranții chinoxalinici cu doi atomi de clor substituibili sînt cunoscuți sub denumirea de Levafix F ;

— coloranții din grupa reactivă vinilsulfonică, dar care practic sînt fabricați sub formă de esteri sulfurici ai β-hidroxietilsulfonei din care grupa vinilică rezultă în procesul de aplicare în mediu alcalin. Denumirea comercială este Remazol.

c. **Reacțiile coloranților reactivi cu celuloza și apa.** Coloranții reactivi pot reacționa cu compuși organici ce conțin în molecula lor grupe ca —OH și $-NH_2$. De aceea se pot combina cu hidroxilii fibrelor celulozice sau cu grupele amine ale fibrelor proteinice sau poliamidice. Pe de altă parte, se pot combina și cu apa, care are în structura sa grupe hidroxilice.

— *Reacția coloranților diclortriazinici cu celuloza,* de exemplu, poate fi formulată astfel :

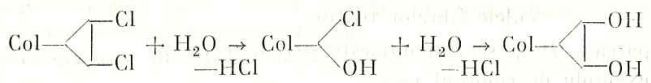


în care triunghiul reprezintă nucleul triazinic.

Combinațiile rezultate din reacțiile coloranților triazinici cu celuloza sînt *esteri,* deoarece sistemul reactiv este o clorură a acidului cianuric ce reacționează cu grupele funcționale alcoolice ale celulozei. Tot esteri rezultă și din reacția cu celuloza a coloranților pirimidinici și chinoxalinici.

Reacţia cu celuloza a coloranţilor cu sistemul reactiv vinilsulfonic este însă o eterificare.

— *Reacţia coloranţilor reactivi cu apa (hidroliza).* Folosind aceeaşi notaţie, reacţia coloranţilor diclor-triazinici cu apa se poate scrie :



Ambele reacţii ale coloranţilor reactivi, atît cu fibrele, cît şi cu apa, se desfăşoară numai în *mediu alcalin.*

Reactivitatea diferitelor tipuri de coloranţi este în funcţie de sistemul reactiv. Astfel, cei mai reactivi sînt cei diclortriazinici care se combină cu celuloza chiar la temperatura obişnuită. În ordinea crescătoare a reactivităţii, grupele de coloranţi reactivi se înşiră în felul următor : diclortriazinici ; chinolaxilinici ; vinilsulfone ; monoclortriazinici ; triclorpirimidinici.

În aceeaşi ordine creşte şi temperatura la care se aplică grupele de coloranţi menţionate.

6.5.2. TEHNOLOGIA VOPSIRII PRIN PROCEDEE DISCONTINUE

a. **Influenţa parametrilor vopsirii.** Aplicabilitatea unui colorant reactiv într-un procedeu de epuizare, deci vopsirea la cada cu vîrtelniţă, la jigher sau la aparate pentru fire, depinde de *gradul de fixare* ce poate fi obţinut în condiţii tehnologice corecte. În general, ca limită inferioară de admisibilitate se consideră un grad de fixare de 60% raportat la cantitatea de colorant folosită.

Factorii care influenţează gradul de fixare sînt descrişi în continuare.

— Raportul dintre viteza reacţiei cu fibrele şi viteza de hidroliză. Colorantul activ poate fi hidrolizat fie în baia de vopsire, fie în interiorul fibrelor înainte de a intra în reacţie. Colorantul hidrolizat nu mai reacţionează cu fibrele, el reprezintă o pierdere ce influenţează costul.

— Gradul de epuizare şi substantivitatea. Practic, vopsirea prin epuizare se desfăşoară într-o primă fază, ca şi vopsirea cu coloranţi direcţi. Este absorbit pe fibre atît colorantul reactiv, cît şi cel hidrolizat, ceea ce arată că există o anumită substantivitate a colorantului pentru fibrele celulozice. Această substantivitate trebuie să aibă însă o valoare optimă, pentru a se putea aplica colorantul într-un procedeu de epuizare. O substantivitate prea mică nu asigură un grad de epuizare satisfăcător. O substantivitate prea mare are drept consecinţă reţinerea colorantului hidrolizat în fibre, iar acest fapt complică tehnologia de aplicare, deoarece colorantul hidrolizat trebuie îndepărtat complet în spălarea finală, în caz contrar rezistenţele vopsirii sînt mai mici.

— Modulul băii. Din practică s-a observat că modulul mic al băii măreşte mult epuizarea şi, în consecinţă, şi gradul de fixare.

— Concentraţia de electrolit neutru. Adaosul de clorură de sodiu are, în principiu, aceeaşi influenţă ca şi la vopsirea cu coloranţi direcţi, cu deosebirea că la coloranţii reactivi este necesară o concentraţie mai mare, din cauza slabei lor substantivităţi.

Concentraţia de electrolit variază între 15 şi 100 g/l, în funcţie de intensitatea vopsirii şi de grupa de coloranţi.

— *p*H-ul optim variază cu grupa de coloranţi reactivi şi este cuprins, în general, între 10 şi 11,5. Valorile mai mari defavorizează epuizarea, măresc viteza hidrolizei, iar gradul de fixare scade. Agenţii alcalini variază, de asemenea, cu natura sistemului reactiv.

— Influenţa temperaturii. Coloranţii reactivi sînt, în general, substanţe cu molecule de dimensiuni mici care pot difuza deci uşor în fibre, astfel încît echilibrul tinctorial este atins relativ repede în 1 pînă la 2 ore, chiar la temperaturi mici.

În ceea ce priveşte temperatura de fixare, coloranţii diclortriazinici se fixează la 20°C ; pentru celelalte grupe de coloranţi reactivi temperatura de aplicare creşte pe măsură ce scade reactivitatea.

b. **Vopsirea cu diferite grupe de coloranţi reactivi.** La vopsirea cu coloranţi diclortriazinici (Procion) temperatura este cea obişnuită, ceea ce influenţează favorabil epuizarea şi deci şi gradul de fixare. Această temperatură este convenabilă şi pentru declanşarea reacţiei colorant-fibre, coloranţii diclortriazinici fiind foarte reactivi. Ei sînt denumiţi, din această cauză, şi coloranţi „reci". Vopsirea se desfăşoară în felul următor :

— în prima fază, baia conţine colorantul, 15—30 g/l sare, tratarea durînd în mediu neutru circa 30 min ;

— în faza a doua, în aceeaşi baie se adaugă, de exemplu, 5 g/l carbonat de sodiu la vopsirea fibrelor de celuloză regenerată, 5 g/l fosfat trisodic la vopsirea bumbacului sau inului ; această fază durează 90 min.

— Vopsirea cu coloranţi monoclortriazinici (Cibacron, Procion H). Deoarece sînt mai puţin reactivi, pentru fiecare este necesară o temperatură mai mare care variază între 65 şi 80°C, în funcţie de colorant. Din cauza temperaturii mari de aplicare şi a substantivităţii reduse este necesară şi o concentraţie mai mare de electrolit (de 50—100 g/l), electrolitul fiind adăugat în porţiuni.

După tratarea în mediu neutru timp de 60 min, se adaugă în baie : pentru bumbac 15—20 g/l fosfat trisodic sau 10 g/l carbonat de sodiu şi 2 ml/l hidroxid de sodiu de 32,5%. Tratarea în mediu alcalin durează încă 60 min.

— Vopsirea cu coloranţi clorpirimidinici (Drimaren, Reacton). Aceşti coloranţi, fiind mai puţin reactivi decît precedenţii, necesită temperaturi mai mari, şi anume 80—85°C.

— Vopsirea cu coloranţi vinilsulfone (Remazol). Din punctul de vedere al reactivităţii, aceşti coloranţi se situează între cei mono- şi diclortriazinici. Această poziţie se reflectă în faptul că aceşti coloranţi pot fi aplicaţi şi la temperatura obişnuită, în acest caz, durata de vopsire fiind mai mare, dar şi la temperaturi între 40 şi 60°C.

Tratamente finale. Pentru toate tipurile de coloranţi reactivi, după terminarea procesului de vopsire şi fixare trebuie ca materialul să fie foarte bine spălat şi săpunit.

6.5.3. TEHNOLOGIA VOPSIRII PRIN PROCEDEE SEMICONTINUE ŞI CONTINUE

Toate tipurile de coloranţi reactivi sînt potrivite pentru procedee semicontinue şi continue, datorită substantivităţii reduse. Fulardarea, care este prima operaţie în aceste procedee, se realizează fără greutăţi.

a. **Procedee semicontinue.** Se pot folosi procedeele :

— fulardarea cu soluţia neutră de colorant şi fixarea pe jigher în baia alcalină (procedeu pad-jig) ;

— fulardarea-depozitarea, în care ţesătura este impregnată la fulard cu soluţia ce conţine colorantul, electrolitul şi agenţii alcalini necesari, după care este înfăşurată pe suluri. Pentru desăvîrşirea reacţiei de fixare se pot folosi două variante : sulurile de ţesături sînt introduse în camere încălzite şi cu umiditate ridicată (procedeu pad-roll) sau desăvîrşirea reacţiei se face prin depozitarea la rece a sulurilor (procedeu pad-batch), obţinîndu-se rezultate foarte bune.

b. **Procedee continue.** Procedeele tehnologice continue folosite la coloranţii reactivi se împart în două categorii, şi anume :

— *Procedee cu o singură fulardare*, în care soluţia de fulardare conţine colorantul, electrolitul şi agentul alcalin necesar fixării. Folosirea unui adaos de uree contribuie la mărirea randamentului tinctorial, mai cu seamă la fixarea cu aer cald.

Fixarea se poate face prin :

— uscarea ce urmează fulardării ; acest procedeu se poate folosi la coloranţii mai reactivi ;

— aburirea materialului imediat după fulardare (neuscat) — procedeul „ud pe ud" ;

— aburirea după fulardare şi uscare, acest procedeu oferind mai multă siguranţă decît precedentele ;

— termofixare, care se face la temperaturi relativ ridicate, 140°C şi 160°C, în timp de 4, respectiv 2 min.

— *Procedee cu două fulardări* în care colorantul şi agentul alcalin sînt aplicate separat în două băi succesive.

Fixarea colorantului care urmează celei de-a doua fulardări se poate face fie prin aburire, fie cu aer cald.

Procedeele fulardare-aburire se aplică după două variante, şi anume :

Varianta 1 : fulardare I → fulardare II → aburire → spălare finală → → uscare.

Varianta 2 : fulardare I → uscare → fulardare II → aburire → spălare finală → uscare.

Prima variantă, avînd avantajul eliminării unei uscări, prezintă inconvenientul unui proces de desorbţie în cel de-al doilea fulard în care materialul intră ud. Este necesară o cantitate mare de sare în soluţia celui de-al doilea fulard, pentru a împiedica desorbţia colorantului.

VERIFICAŢI-VĂ CUNOŞTINŢELE

1. Cum se explică rezistenţele bune ale vopsirilor cu coloranţi reactivi ?
2. Ce structură chimică au coloranţii reactivi şi care sînt cele mai importante grupe de coloranţi reactivi ?
3. Coloranţii reactivi se fixează pe fibrele celulozice prin legături : *a)* electrovalente ; *b)* covalente ; *c)* secundare ?
4. Care sînt factorii ce influenţează fixarea colorantului reactiv de fibre ?
5. Ce tehnologie este folosită la vopsirea cu coloranţi reactivi tip Procion ?
6. Ce parametri de lucru trebuie modificaţi pentru fixarea coloranţilor tip Procion, Drimaren (Reacton) şi Remazol ?
7. Care este tehnologia aplicării coloranţilor reactivi prin procedee semicontinue ? Cîte variante tehnologice se practică ? Dar prin procedee continue ?

Capitolul 7

VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE DIN FIBRE PROTEINICE

7.1. VOPSIREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ

7.1.1. VOPSIREA CU COLORANŢI ACIZI

a. **Noţiuni de bază.** Coloranţii acizi sînt săruri de sodiu ale unor acizi organici sulfonici sau, mai rar, carboxilici.

Din punctul de vedere al clasificării chimice, coloranţii acizi fac parte din grupele de coloranţi azoici, antrachinonici, trifenilmetanici, xantenici, nitro- şi nitrozo-.

Proprietăţi. Coloranţii acizi sînt solubili în apă. În soluţie unii coloranţi acizi prezintă o dispersie moleculară, alţii tendinţă de asociere, soluţia apropiindu-se de cea coloidală.

Coloranţii acizi vopsesc lîna, mătasea naturală şi fibrele poliamidice, dar nu au afinitate pentru fibrele celulozice.

Mecanismul vopsirii. Lîna se reprezintă schematic $H_2N-L-COOH$. În soluţie, prin disociere electrolitică rezultă ionul macromolecular $^+H_3N-L-COO^-$.

Pentru vopsirea lînii cu coloranţi acizi se adaugă în baie şi un acid organic sau mineral, de exemplu acid acetic sau sulfuric. Din disocierea electrolitică a acidului sulfuric şi a colorantului, notat cu $R-SO_3Na$, rezultă patru tipuri de ioni conform reacţiilor :

$$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + SO_4H^- \; ; \; R-SO_3Na \rightarrow RSO_3^- + Na^+$$

La contactul lînii cu soluţia ce conţine colorant acid şi acid sulfuric, difuzează, în primul rînd, în fibre, ionii de acid sulfuric care au dimensiuni mici şi difuzează uşor. Între lînă şi acidul sulfuric se formează o *pereche de ioni* sau o combinaţie tip sare conform reacţiei :

$$^+H_3N-L-COO^- + H^+ + SO_4H^- \leftarrow HSO_4^-H_3N-L-COOH \qquad (1)$$

Anionul colorant RSO_3^- are o afinitate mai mare pentru lînă decît anionul acidului sulfuric ; pe de o parte, avînd dimensiuni mai mari, difuzează în fibră mai încet. Odată ajuns prin difuziune la locurile din fibră în care s-a format prima pereche de ioni, conform reacţiei (*1*), anionul colorant înlocuieşte în această combinaţie anionul SO_4H^-, formîndu-se o nouă pereche de ioni conform reacţiei :

$$HSO_4^- + {}^+H_3N-L-COOH + RSO_3^- + Na^+ \rightarrow$$
$$\rightarrow RSO_3^-H_3N-L-COOH + NaHSO_4 \qquad (2)$$

Perechea de ioni formată în reacţia (2) este combinaţia tip sare formată între lînă şi colorantul acid. Intensitatea reacţiei (2) care reprezintă vopsirea depinde de concentraţia ionilor de hidrogen aflată în soluţie, deci de *p*H-ul acesteia.

Afinitatea colorant fibre. Legăturile electrovalente nu sînt singurele legături ce se pot stabili între colorant şi fibre. Mai intervin şi alte legături, şi anume legături secundare ca cele ce se stabilesc între coloranţii direcţi şi

fibrele celulozice. Aceste legături secundare contribuie în măsură mai mică sau mai mare la afinitatea colorantului pentru fibre și, în consecință, la stabilitatea vopsirilor.

Afinitatea diferită pentru lînă de la colorant la colorant are consecințe atît asupra comportării tinctoriale, cît și asupra rezistențelor vopsirii. Astfel, cu cît afinitatea este mai mică, cu atît va fi nevoie de un adaos mai mare de acid pentru activarea vopsirii, egalizarea fiind bună.

Pe de altă parte, afinitate mare înseamnă capacitate de migrare mică și deci egalizare slabă. Clasificarea și caracteristicile coloranților acizi sînt date în tabelul 5.

Tabelul 5

Clasificarea și caracteristicile coloranților acizi

Clasificarea coloranților	Caracteristici			
	Afinitatea pentru lînă	Capacitatea de migrare	Stabilitatea vopsirilor la tratamente ude	*p*H-ul băii de vopsire
Coloranți acizi de bună egalizare	mică	mare	mică	2—4
Coloranți acizi de egalizare mijlocie	mare	mijlocie	mare	4—6
Coloranți acizi de proastă egalizare	foarte mare	foarte mică	foarte mare	6—7

b. **Tehnologia vopsirii.** Hidromodulul nu influențează simțitor epuizarea coloranților acizi.

— *p*H-ul băii. Pentru coloranții de bună egalizare, respectiv cu afinitate mică, baia este acidulată cu acid sulfuric. Pentru coloranții cu afinitate mijlocie, *p*H-ul necesar de 4—6 este obținut cu acid acetic și, în unele cazuri, și cu acid formic. Pentru coloranții de mare afinitate, în principiu, vopsirea poate fi făcută în mediu neutru, dar pentru evitarea degradării lînii se preferă un mediu ușor acid, *p*H = 6—6,5 care se obține cu sulfat de amoniu.

Acidul se adaugă treptat, la început în scopul activării fibrei, iar la urmă pentru epuizare.

— Adaosul de electrolit neutru. Spre deosebire de vopsirea fibrelor celulozice cu coloranți direcți, la vopsirea lînii cu coloranți acizi adaosul de sulfat sau clorură de sodiu încetinește vopsirea, acționînd ca un egalizator.

— Temperatura. Viteza de vopsire poate fi reglată și prin ridicarea treptată a temperaturii. În mod obișnuit, temperatura inițială a băilor de vopsire este de 50—60°C, ridicîndu-se treptat pînă la temperatura de fierbere în timp de 30—45 min. Menținerea temperaturii de fierbere cel puțin 30 min este obligatorie la vopsirea lînii. Vopsirea lînii la temperaturi sub cea de fierbere poate fi realizată numai prin procedeele speciale, în care sînt folosiți unii solvenți organici, de exemplu alcoolul benzilic.

Pe de altă parte, vopsirea lînii poate fi realizată într-un timp mai scurt prin folosirea de temperaturi mai mari de 100°C. În acest caz, pentru evitarea degradării fibrelor, nu se depășește temperatura de 107°C.

— Uniformizarea vopsirii este favorizată de adăugarea în baie a agenților de egalizare anion-activi cu afinitate pentru fibre sau neionici cu afinitate pentru colorant.

Indicații tehnologice pentru aplicarea diferitelor procedee de vopsire. Procedeele folosite la vopsirea lînii cu coloranți acizi sînt determinate de categoriile în care se află clasificați coloranții acizi. Coloranții acizi de bună egalizare pot fi aplicați după următorul procedeu :

colorant acid	x %
acid sulfuric tehnic	3— 4 %
sulfat de sodiu	10—20 %
sulfat acid de sodiu	8—10 %

Se încălzește baia la 50—60°C, temperatură la care se adaugă colorantul, se ridică temperatura la fierbere în timp de 30 min și se fierbe 45—90 min.

Coloranții acizi de egalizare mijlocie pot fi aplicați după procedeul :

colorant	x %
acid acetic	1— 3 %
sulfat de sodiu cristalizat	10—20 %

Vopsirea începe de la 40—50°C, se ridică încet temperatura pînă la fierbere și se fierbe 30—45 min. Pentru epuizarea colorantului se adaugă, după ce baia a fost răcită pînă la aproximativ 70°C, 1—2% acid sulfuric tehnic sau 1—2% acid formic 85% sau 1—2% acid acetic 80%. Se încălzește din nou la fierbere, continuîndu-se fierberea încă 30—60 min.

Coloranții acizi de proastă egalizare pot fi aplicați după procedeul :

colorant	5 %
sulfat de amoniu	2—5 %

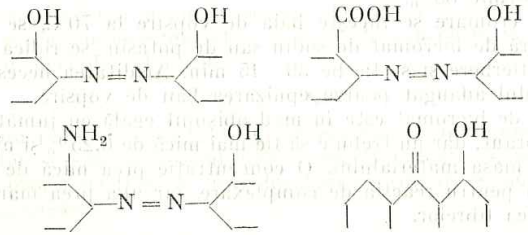
Regimul de temperatură este același ca cel de la coloranții de egalizare mijlocie.

c. **Rezistența vopsirilor cu coloranți acizi.** Rezistențele la tratamente ude sînt, în general, mediocre. Rezistențe mai slabe se obțin cu coloranții de bună egalizare, iar coloranții de proastă egalizare dau vopsiri cu rezistențe mai bune.

Rezistența la lumină a coloranților acizi este foarte variabilă. În timp ce unii coloranți, ca roșu acid 2 A, dau vopsiri cu rezistența la lumină 2, alții, ca albastru acid A sau negru acid, dau vopsiri cu rezistența la lumină 6, iar cu galben acid L se obțin vopsiri cu rezistența la lumină 7.

7.1.2. VOPSIREA LÎNII CU COLORANȚI COMPLEXABILI. CHIMISMUL ȘI TEHNOLOGIA VOPSIRII

a. **Noțiuni de bază.** *Structură chimică.* Coloranții complexabili (metalabili) sînt coloranți acizi care au în molecula lor grupe capabile să formeze complecși cu metale ca aluminiu, cobalt, crom, fier. Asemenea grupe sînt : —OH, —COOH, $—NH_2$ sau > CO ce se află în anumite poziții, de exemplu :



Proprietăți. Coloranții cromatabili sînt solubili în apă. Față de fibrele proteinice se comportă ca și coloranții acizi, principala lor caracteristică fiind însușirea de a forma complecși cu cromul chiar pe fibre.

Mecanismul vopsirii lînii. La aplicarea coloranților de crom intervin trei componente, și anume lîna, colorantul și cromul.

Colorantul este legat de fibre, pe de o parte, prin legături electrovalente, ca și la vopsirea acidă, iar pe de altă parte, prin intermediul atomului de crom care, la rîndul său, poate stabili, atît cu colorantul, cît și cu fibra, legături electrovalente și coordinative. Se formează un complex lînă-crom-colorant care conferă vopsirii o mare stabilitate și deci rezistențe superioare. La formarea complexului menționat cromul poate participa numai sub formă de atom trivalent. În practica vopsirii se folosesc însă bicromații de sodiu sau de potasiu, în care cromul este hexavalent. Cromul trivalent rezultă din cel hexavalent prin reducere.

În absența unui reducător de altă natură, reducerea acidului cromic o face chiar lîna, care astfel este într-o anumită măsură oxidată. În unele cazuri, la procedeul cu cromare ulterioară participă ca reducător și colorantul.

b. **Procedee tehnologice.** Procedeul cu cromare prealabilă este propriu-zis un procedeu de mordansare, deoarece lîna este tratată întîi cu bicromat de potasiu pentru fixarea cromului pe fibre și apoi vopsită. Acest procedeu este rar folosit, deoarece necesită două băi separate între care se intercalează o spălare, procesul tehnologic avînd astfel o durată lungă.

— *Procedeul de cromare concomitentă cu vopsirea (metacrom)* se poate aplica coloranților ce se complexează lent cu cromul. Se pot alege și condiții care să micșoreze viteza de complexare, astfel încît complexul să se formeze numai după ce ambele componente au difuzat pe fibre. Aceste condiții sînt : folosirea cromaților de sodiu în loc de bicromați ; menținerea *p*H-ului băii de vopsire în jur de 6 ; încălzirea lentă a băii.

Cromații necesari procedeului pot fi obținuți prin adăugare de amoniac la soluțiile de bicromați de sodiu sau potasiu :

$$Na_2Cr_2O_7 + 2\,NH_4OH \rightarrow (NH_4)_2CrO_4 + Na_2CrO_4 + H_2O$$

— *Procedeul cu cromare ulterioară* se folosește cel mai des, deoarece procesul tehnologic este mai scurt, lîna se află mai puțin expusă degradării, cromarea făcîndu-se pe materialul vopsit, deci cu participarea și a colorantului la reducerea bicromatului.

Practic, un procedeu cu cromare ulterioară se execută într-o singură baie, dar în două etape, și anume :

— Vopsirea, care se desfășoară în condițiile aplicării unui colorant acid de egalizare mijlocie. Epuizarea cît mai completă a băii este un factor deosebit de important de care depinde rezistența la frecare a vopsirii. Pentru epuizare se adaugă către sfîrșitul vopsirii încă 1—2% acid sulfuric sau 1—2% acid formic 85%.

— Pentru cromare se răcește baia de vopsire la 70°C, se adaugă cantitatea necesară de bicromat de sodiu sau de potasiu, se ridică temperatura în 20 min la fierbere și se fierbe 30—45 min. Aciditatea necesară este asigurată de acidul adăugat pentru epuizarea băii de vopsire.

Cantitatea de bicromat este în mod obișnuit egală cu jumătate din cantitatea de colorant, dar nu trebuie să fie mai mică de 0,25% și nici mai mare de 2,5% din masa materialului. O concentrație prea mică de bicromat nu este suficientă pentru reacția de complexare, iar una prea mare poate provoca degradarea fibrelor.

c. **Rezistența vopsirilor cu coloranți cromatabili.** Rezistența vopsirilor la tratamentele ude este foarte bună, datorită complexului fibră-crom-colorant.

Rezistențele la lumină sînt bune, în unele cazuri foarte bune.

Rezistențele foarte bune la tratamente ude corespund condițiilor de fabricație a țesăturilor de lînă din fibre sau pale vopsite. Țesăturile de lînă sînt supuse, în apretura udă, operațiilor de spălare, piuare etc., care se execută în mod obișnuit în mediu alcalin și de aceea sînt necesare vopsirii cu rezistențele corespunzătoare, ce pot fi obținute cu coloranții cromatabili.

7.1.3. VOPSIREA LÎNII CU COLORANȚI COMPLECȘI, CHIMISMUL ȘI TEHNOLOGIA VOPSIRII

a. **Noțiuni de bază.** *Structura chimică.* Caracteristic pentru structura acestor coloranți este prezența unui atom de crom, ceea ce corespunde complecșilor preformați.

Se deosebesc două tipuri de coloranți premetalați : metal complecși 1 : 1 și metal complecși 2 : 1.

— Structura coloranților metal complecși 1 : 1 se caracterizează prin faptul că în complex intră o moleculă de colorant și un atom de crom. Molecula de colorant este, în mod obișnuit, aceea a unui colorant cromatabil, complexarea cu cromul fiind făcută în fabrica de coloranți și nu pe fibre. Coloranții complecși 1 : 1 pot conține în moleculă una sau două grupe sulfonice.

— Structura coloranților complecși 2 : 1 se caracterizează prin faptul că în complex intră două molecule de colorant și un atom de crom. Grupele sulfonice solubilizante sînt înlocuite prin alte grupe cu acțiune solubilizantă mai redusă, de exemplu grupe sulfonamidice, alchilsulfonice.

Proprietăți. Ambele tipuri de complecși sînt coloranți solubili în apă, dar complecșii 2 : 1 sînt mai puțin solubili, în special în mediu acid. Se comportă, în general, din punct de vedere tinctorial, ca și coloranții acizi, dar prezintă fiecare în parte particularități specifice, așa cum se va arăta mai departe.

Rezistențele vopsirilor sînt, pentru ambele tipuri, apropiate de cele obținute cu coloranții de crom.

b. **Vopsirea cu coloranți complecși 1 : 1.** *Mecanismul tinctorial.* Coloranții complecși 1 : 1 (denumiri comerciale de Neolan, Palatin etc.) formează cu lîna atît legături electrovalente cît și coordinative. La ambele tipuri de legături participă grupele aminice ale lînii, și anume grupele aminice ionizate $-NH_3^+$ formează legături de sare cu grupele sulfonice din molecula colorantului, iar grupele aminice neionizate $-NH_2$ formează legături coordinative cu atomul de crom din colorant. În acest fel vopsirea capătă o stabilitate foarte mare la tratamentele ude.

Formarea cu precădere a unuia sau celuilalt tip de legătură depinde de proporția de grupe aminice ionizate ca atare de concentrația ionilor de hidrogen de baie, deci de echilibrul :

$$-NH_2 \rightleftarrows -NH_3^+$$

— În mediu puternic acid toate grupele aminice sînt ionizate și se formează între lînă și colorant numai legături electrovalente. Molecula colorantului nu este prinsă de fibră și, prin legături coordinative, poate migra favorizînd uniformizarea.

— În mediu slab acid se pot forma ambele tipuri de legături cu participarea atît a grupelor $-NH_3^+$, cît și a grupelor $-NH_2$, fiind favorizată epuizarea.

Tehnologia vopsirii este asemănătoare cu aceea a aplicării coloranților acizi, cu considerarea particularităților ce rezultă din mecanismul tinctorial specific. Pentru asigurarea uniformizării, complecșii 1 : 1 necesită o cantitate relativ mare de acid sulfuric (8—10%). Reducerea adaosului de acid (4—5%) se poate face prin folosirea de agenți de egalizare cu afinitate pentru colorant.

Baia de vopsire conține deci : colorant, acid sulfuric, agent de egalizare și sulfat de sodiu.

c. **Vopsirea cu coloranți complecși 2 : 1.** Mecanismul tinctorial. Coloranții complecși 2 : 1 au denumiri comerciale : Magra (R.S.R.), Wofalan, Irgalan, Isolan, Lanasyn ; se caracterizează printr-o structură anionică a complexului și de aceea între colorant și fibre intervin atracții electrostatice mai slabe decît la coloranții acizi și complecșii 1 : 1 cu grupe sulfonice.

În legarea complexului 2 : 1 de fibrele de lînă un rol important revine legăturilor secundare, care sînt foarte numeroase și de aceea acest tip de coloranți se caracterizează printr-o afinitate mare pentru fibre. Afinitatea mare conferă vopsirilor o stabilitate foarte bună la tratamente ude, dar determină, în același timp, și o capacitate de migrare practic nulă a coloranților în procesul de vopsire.

Tehnologia vopsirii. Coloranții complecși 2 : 1 au o viteză de epuizare mică în mediu neutru. Acidularea băii mărește viteza de vopsire, însă, datorită capacității mici de migrare, apare pericolul neuniformizării. Practic, pentru evitarea degradării lînii în mediu neutru se vopsește la *p*H-uri mai mici de 7 create cu sulfat de amoniu sau acid acetic, cu folosirea de agenți de egalizare pentru micșorarea vitezei de epuizare și asigurarea uniformizării.

În concluzie, la vopsirea cu complecși 2 : 1, folosirea unui egalizator cu afinitate pentru colorant permite micșorarea *p*H-ului băii de vopsire, în timp ce la vopsirea cu complecșii 1 : 1, folosirea unui asemenea egalizator permite mărirea *p*H-ului băii de vopsire. Această diferență se explică prin mecanisme diferite de legare a celor două categorii de complecși de fibrele de lînă.

Adaosul de sulfat de sodiu micșorează viteza de vopsire și favorizează egalizarea, dar numai dacă *p*H-ul este mai mic de 5,5.

Coloranții românești Magra vopsesc lîna sub formă de puf și pale într-o baie care conține : 2—2,5% Dispersil VS și 2—6% acid acetic 30% (*p*H = = 5,5—6,5, 0—10% sulfat de sodiu), se începe vopsirea la 50°C, după 10 min se adaugă colorantul dizolvat în prealabil, se ridică temperatura la fierbere și se menține 45—60 min. În cazul unor coloranți de proastă egalizare vopsirea începe la *p*H neutru (se adaugă amoniac soluție 25%) într-o baie care mai conține Dispersil și Prolacol.

7.1.4. VOPSIREA LÎNII CU ALTE CLASE DE COLORANȚI

a. **Vopsirea lînii cu coloranți direcți.** Coloranții direcți se comportă față de lînă ca și coloranții acizi de proastă egalizare. Între colorant și fibre se stabilesc legături electrovalente și legături secundare.

Vopsirea este executată în mediu neutru, uneori în prezență de sulfat de amoniu, în condiții similare, cu aplicarea coloranților acizi de proastă

egalizare. Acești coloranți sînt rar folosiți la materialele din lînă, dar se întrebuințează la vopsirea țesăturilor mixte ce conțin lînă și fibre celulozice.

b. **Vopsirea lînii cu coloranți reactivi.** Datorită prezenței în structura cheratinei a grupelor $-NH_2$, coloranții reactivi folosiți la vopsirea fibrelor celulozice pot fi aplicați și pe lînă. Totuși, cu acești coloranți procesul tehnologic este greu de controlat. Vopsirile sînt deseori neuniforme și rezistențele vopsirii în multe cazuri necorespunzătoare. De aceea au fost sintetizați coloranți destinați numai vopsirii lînii. De exemplu, coloranții cu denumirea comercială Procilan conțin în structura lor complexe metalice ce conferă vopsirii stabilitate mare, dacă coloranții sînt aplicați în condiții de *p*H și temperatură corespunzătoare. Nu este nevoie și nu se admite mediu alcalin puternic.

c. **Vopsirea lînii cu coloranți de cadă.** Se poate efectua în anumite condiții, și anume alegerea de coloranți care necesită o alcalinitate redusă și adăugarea în baia de vopsire a unor substanțe cu acțiune de protejare asupra fibrelor. Deși rezistențele obținute sînt bune, totuși folosirea coloranților de cadă nu prezintă un interes deosebit pentru vopsirea lînii.

d. **Vopsirea lînii cu coloranți cuvosoli.** Datorită caracterului lor anionic, vopsirea se face fără greutăți deosebite. Unele greutăți apar însă în procesele finale de scindare a esterului și de oxidare a leucoderivatului colorantului de cadă. Coloranții cuvosoli sînt rareori folosiți la vopsirea lînii, din cauza prețului lor ridicat.

7.2. VOPSIREA MATERIALELOR DIN MĂTASE NATURALĂ

7.2.1. NOȚIUNI DE BAZĂ

a. **Caracterizarea tinctorială.** Fibroina din mătase, ca și cheratina din lînă, fiind o substanță amfoteră, se combină atît cu acizii, cît și cu bazele. Caracterul bazic al mătăsii naturale este însă mai redus decît al lînii și, din această cauză, afinitatea coloranților acizi pentru aceste fibre este mai mică decît pentru lînă. În schimb, coloranții bazici au afinitate mai mare pentru mătasea naturală, care are un caracter acid mai pronunțat decît lîna. Datorită structurii asemănătoare cu a lînii, mătasea naturală se poate vopsi cu aceleași grupe de coloranți folosiți pentru vopsirea lînii, mecanismul vopsirii fiind același.

Mecanismul vopsirii cu coloranți cationici constă tot în formarea unei legături de stare între cationii coloranți și grupele carboxilice (anionii din fibre).

7.2.2. TEHNOLOGIA VOPSIRII

a. **Vopsirea mătăsii cu coloranți acizi.** Factorii care influențează vopsirea, ca : *p*H-ul, adaosul de agenți de egalizare, temperatura și durata, au aceeași influență ca și la vopsirea lînii.

Folosirea băii reziduale de degomare este o metodă specifică vopsirii mătăsii naturale. Soluția reziduală de degomare conține săpun, precum și sericina îndepărtată de pe mătasea brută. La acidularea acestei soluții, săpunul se descompune, separîndu-se acizii grași. Totuși, datorită seri cinei care are însușiri de emulgator, acizii grași sînt menținuți sub formă de emuls ie

O asemenea soluție de degomare acidulată este folosită pentru obținerea de vopsiri uniforme. Metoda se numește vopsirea cu săpun de degomat rupt. În cazul cînd nu se folosește săpunul de degomare rezidual, vopsirea decurge ca în cazul lînii în băi acidulate, cu un eventual adaos de egalizator.

b. **Vopsirea mătăsii cu coloranți complecși 1 : 1** (Neolane, Palatine). Se execută, de asemenea, cu folosirea săpunului de degomare rupt.

c. **Vopsirea mătăsii cu coloranți direcți.** Se poate executa fie în băi neutre cu adăugare de sare sau sulfat de sodiu pentru mărirea epuizării, fie în băi ușor acidulate cu acid acetic.

d. **Vopsirea mătăsii cu coloranți cationici.** Se poate face cu folosirea băilor reziduale de degomare, care au aceeași acțiune de uniformizare ca și la vopsirea cu coloranți acizi. Uniformizarea poate fi favorizată și prin vopsirea în băi ce conțin 2—4 g/l săpun.

În anumite cazuri se folosește o baie acidulată cu acid acetic. Temperatura inițială a băii este de 40°C, încălzindu-se lent pînă la 90°C.

e. **Vopsirea mătăsii cu coloranți de cadă.** Se face uneori pentru vopsirea firelor destinate, de exemplu, broderiilor, fiind necesară în aceste cazuri o stabilitate foarte mare la spălare. Firele sînt vopsite în sculuri.

Deși mătasea este mai puțin sensibilă la acțiunea alcaliilor decît lîna, este indicat totuși să se folosească coloranți de cadă ce pot fi vopsiți în băi cu alcalinitate redusă. În baie se adaugă substanțe cu acțiune protectoare pentru fibre, ca leșie bisulfitică reziduală, clei. Temperatura băii de vopsire nu trebuie să depășească 50°C.

f. **Coloranții cuvosoli** sînt folosiți la vopsirea țesăturilor de mătase destinate lenjeriei, asigurîndu-se astfel rezistențe bune la spălare.

Coloranții cuvosoli, datorită caracterului lor anionic, au o afinitate mare pentru mătasea naturală. Vopsirea poate avea loc în băi neutre sau slab acidulate. Developarea vopsirii se execută într-o baie de acid sulfuric cu adaos de bicromat.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care este mecanismul vopsirii lînii cu coloranți acizi ?
2. Ce fel de legături se stabilesc între colorantul acid și fibra de lînă : *a)* ionice ; *b)* covalente ; *c)* secundare ?
3. Ce afinitate au coloranții acizi de bună egalizare pentru fibrele de lînă ?
4. Care este tehnologia aplicării coloranților acizi cu egalizare mijlocie, dar a celor de proastă egalizare ?
5. Ce știți despre rezistențele vopsirilor cu coloranți acizi ?
6. Ce structură au coloranții complecsabili și care este mecanismul de vopsire a lînii cu acești coloranți ?
7. Ce procedee tehnologice de aplicare a coloranților complecsabili cunoașteți ?
8. Între coloranții complecși 1 : 1 și fibre ce legături chimice se stabilesc ? Dar în cazul coloranților complecși 2 : 1 ?
9. De cine este favorizată egalizarea vopsirii cu coloranți complecși 1 : 1 : *a)* de mediul puternic acid ; *b)* de mediul slab acid ; *c)* de agentul de egalizare cu afinitate pentru colorant ?
10. Care este tehnologia vopsirii lînii cu coloranți complecși 1 : 1 și complecși 2 : 1 ?
11. Ce alte clase de coloranți se mai folosesc la vopsirea lînii ?
12. Cu ce clasă de coloranți se vopsește mătasea naturală ? Care este tehnologia vopsirii mătăsii naturale ?

Capitolul 8

VOPSIREA MATERIALELOR DIN ACETAȚI DE CELULOZĂ ȘI A CELOR DIN FIBRE SINTETICE

8.1.1. COMPORTAREA FIBRELOR DIN ACETAȚI DE CELULOZĂ ÎN PROCESUL DE VOPSIRE. CARACTERIZAREA TINCTORIALĂ

Însușirile tinctoriale ale acetaților de celuloză sînt diferite de cele ale celulozei. Practic, fibrele din acetatul de celuloză nu se vopsesc cu coloranți direcți, deoarece grupele hidroxilice sînt blocate prin acetilare.

Dintre alte clase de coloranți, cei bazici vopsesc în unele cazuri acetatul de celuloză, dar vopsirea este superficială.

— Coloranții de dispersie sînt o clasă de coloranți sintetizați special pentru vopsirea acetatului de celuloză, utilizarea lor fiind apoi extinsă și la fibrele sintetice. Principala caracteristică a acestor coloranți este lipsa din structura lor a unor grupe solubilizante. Coloranții de dispersie sînt insolubili, dar, așa cum arată și denumirea lor, pot fi aduși în stare de dispersie foarte fină în apă. Această însușire se datorește prezenței în structura lor a unor grupe hidrofile ca $-NH_2$, $-NO_2$, $-CH_2$, $-CH_2CH_2OH$.

În general, coloranții de dispersie folosiți la vopsirea acetatului secundar sînt compuși cu moleculă mică, pentru a putea pătrunde în porii fibrei.

Coloranții cu molecula mai mare pătrund mai greu, vopsirea cu aceștia este mai anevoioasă, dar rezistențele vopsirii sînt mai bune. Asemenea coloranți sînt mai cu seamă pentru vopsirea triacetatului.

8.1.2. VOPSIREA MATERIALELOR DIN ACETAȚI DE CELULOZĂ CU COLORANȚI DE DISPERSIE. MECANISMUL ȘI TEHNOLOGIA VOPSIRII

a. **Mecanismul tinctorial.** Coloranții de dispersie insolubili în apă se dizolvă însă în alți solvenți, de exemplu acetatul de etil. Acetații de celuloză, deși sînt substanțe solide, au însușirea de a dizolva acești coloranți și pe această însușire se bazează afinitatea colorant de dispersie-acetat de celuloză. Vopsirea constă deci în : *dizolvarea unei substanțe solide în altă substanță solidă, fibra.*

Pentru înțelegerea mecanismului de trecere a colorantului din dispersia apoasă în fibră trebuie să se țină seama de următoarele : colorantul are o anumită solubilitate în apă, și anume el este solubil pînă la limita de saturație ce variază între 0,2 și 100 mg/l. Soluția saturată este în echilibru cu colorantul dispersat. La trecerea colorantului din soluția saturată în fibre, soluția nu mai este saturată, ea poate dizolva alte particule de colorant din dispersie pînă la un nou echilibru de saturație și așa mai departe.

Deci : *trecerea colorantului de dispersie în fibră se face prin mijlocirea soluției apoase.* Colorantul trece din soluția apoasă în fibră tocmai pentru că aceasta este pentru el un solvent mai bun decît apa. Afinitatea colorant-fibră se datorește, pe de o parte, însușirilor de solvent organic cu caracter hidrofob al fibrelor de acetat și însușirilor cu precădere hidrofobe ale colorantului lipsit de grupe solubilizante.

Un rol important revine grupelor —O—CO— din macromolecula acetatului care reprezintă centre de atracție pentru coloranții în structura cărora se găsesc, de asemenea, grupe polare. Odată ce molecula de colorant a pătruns în fibră și s-a apropiat destul de macromoleculele acesteia, între colorant și fibră se stabilesc legături neploare Van der Waals.

Repartiția colorantului în soluția saturată și fibre se face ca și repartiția unei substanțe solvite între doi solvenți nemiscibili.

Însușirea coloranților de dispersie de a se solvi atît în esteri lichizi, ca acetatul de etil, cît și în esteri solizi, ca acetații de celuloză, se numește *esterofilie*, coloranții de dispersie fiind *esterofili*.

b. **Tehnologia vopsirii acetatului de celuloză secundar.** O deosebită atenție trebuie acordată obținerii unei dispersii fine și stabile. În acest scop, colorantul este presărat sub agitare în apă călduță de 40°C într-o cantitate de 15—20 ori mai mare decît cantitatea de colorant luată în lucru, apoi se diluează cu apă de 60—80°C și dispersia obținută se toarnă în baia de vopsire, care conține 1—2 g/l agent de dispersare. Vopsirea începe la temperatura de 40—50°C, încălzindu-se treptat pînă la 70—75°C. Nu trebuie să se depășească temperatura de 80°C, din cauza pericolului de saponificare a acetatului secundar. Baia trebuie să aibă o reacție ușor acidă, *p*H 6—6,5, obținut prin adăugare de acid acetic.

c. **Tehnologia vopsirii triacetatului de celuloză** prezintă unele particularități în raport cu aceea a acetatului secundar. În timp ce acetatul secundar are o structură amorfă, triacetatul este în parte cristalin și, avînd toți hidroxilii blocați prin esterificare, mai hidrofob. De aceea triacetatul este mai greu penetrabil pentru coloranți.

Practic, vopsirea triacetatului se efectuează prin folosirea de temperaturi mai mari, și anume 100°C, fără pericol de saponificare pentru fibre. Se pot adăuga în baia de vopsire unele substanțe care accelerează desfășurarea procesului. Asemenea acceleratori pot fi, de exemplu, trietilftalatul, tripropilfosfatul, salicilatul de metil.

Pentru coloranții cu viteză mică de epuizare se poate folosi și procedeul de vopsire la temperaturi mai mari de 100°C. După acest procedeu, baia pregătită cu coloranți, agent de dispersare, acid acetic (*p*H 5—6) este încălzită la temperatura de 50—60°C la care se introduce materialul. Se ridică temperatura în 45 min la 105—120°C și se continuă 1—2 h.

d. **Vopsirea cu coloranți de dispersie diazotabili.** Acești coloranți conțin în structura lor grupe aminice primare diazotabile. Ei se aplică pe materialul textil după procedeele uzuale pentru coloranții de dispersie. După vopsire și spălare se tratează materialul la temperatura obișnuită cu o soluție de azotat de sodiu și acid clorhidric, se clătește și se tratează la temperatura de 70°C cu componenta de cuplare care, în mod obișnuit, este acidul 2,3 hidroxinaftoic (Entwickler ON). Vopsirile astfel obținute sînt mult mai rezistente. Procedeul este folosit în special pentru obținerea culorii negru.

Un exemplu de colorant fabricat în Republica Socialistă România este negru relitazol STN.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care sînt însușirile tinctoriale ale acetatului de celuloză ?
2. Ce clase de coloranți se folosesc la vopsirea acetatului de celuloză ?
3. Care este mecanismul vopsirii acetatului de celuloză cu coloranți de dispersie ?
4. Cunoașteți toată tehnologia aplicării coloranților de dispersie pe materialele din acetat de celuloză ?

8.1.3. COMPORTAREA FIBRELOR SINTETICE ÎN PROCESUL DE VOPSIRE

a. **Caracteristici tinctoriale comune.** Deși diferitele tipuri de fibre sintetice au o structură diferită, totuși unele caracteristici sînt comune din punct de vedere tinctorial.

Față de fibrele tradiționale, celulozice și proteice (naturale și regenerate), cele sintetice sînt mult mai puțin hidrofile și prezintă o umflare redusă în contact cu apa. Dacă fibrele poliamidice pot fi caracterizate ca hidrofil-hidrofobe, cele poliacrilonitrilice și poliesterice sînt aproape total hidrofobe. Acetații de celuloză ocupă o poziție intermediară între fibrele tradiționale, hidrofile și cele sintetice. Triacetatul poate fi considerat ca o fibră sintetică.

Hidrofilia redusă a fibrelor sintetice corespunde cu caracterul lor de substanțe organice hidrofobe cu afinitate pentru alte substanțe organice avînd însușiri asemănătoare față de apă. De aceea fibrele sintetice se vopsesc în măsură mai mică sau mai mare cu coloranți de dispersie.

Fibrele sintetice sînt solvenți în stare solidă pentru coloranții de dispersie. Această însușire de solvent este foarte bună la fibrele poliesterice și triacetatul de celuloză, mai mică la cele poliamidice și reduse la fibrele poliacrilonitrilice.

b. **Centrele de vopsire în structura macromoleculară a fibrelor sintetice.** Posibilitatea fibrelor textile de a se vopsi este condiționată de prezența în structura lor a unor grupe funcționale, capabile să mijlocească legăturile colorant-fibră. Aceste grupe funcționale au rolul de centre de vopsire.

Astfel, fibrele poliamidice datorită grupelor aminice terminale pot stabili legături electrovalente cu anioni coloranți, iar fibrele poliacrilonitrilice care au în structura macromoleculelor grupe anionice se pot combina cu cationi coloranți.

În ceea ce privește vopsirea fibrelor sintetice cu coloranți de dispersie, între colorant și fibră intervin forțele de dispersie caracteristice moleculelor nepolare. Aceste forțe intermoleculare nu se declanșează decît la distanțe foarte mici, deci se impune apropierea strînsă a colorantului de macromoleculă și acest lucru este realizat de grupele polare din macromoleculă. Între acestea și grupele polare din structura colorantului intervin forțe dipolice care contribuie la atragerea colorantului în fibră. Asemenea grupe polare sînt, de exemplu, —O—CO— din macromolecula fibrelor polietilentereftalice și din macromolecula acetaților, grupele $-NH_2$ din structura poliamidelor.

De altfel, cu coloranții ce au în structura lor grupe —OH sau $-NH_2$, grupele menționate din fibrele sintetice pot stabili și legături de hidrogen.

Deci, și în cazul vopsirii fibrelor sintetice cu coloranți de dispersie intervin centrele de vopsire. O dovadă de necesitatea prezenței unor asemenea centre, pentru ca fibrele să poată fi vopsite, o constituie faptul că fibrele polipropilenice nemodificate, deci cu o structură de hidrocarbură, formate numai din grupe nepolare și lipsite de grupe funcționale, au o afinitate practic nulă pentru coloranți.

Saturația tinctorială a fibrelor sintetice, faptul că în multe cazuri capacitatea de a fi vopsite a acestora este limitată, neputîndu-se obține culori închise, se datorește numărul limitat de centre de vopsire, care sînt mult mai puțin numeroase decît la fibrele celulozice sau proteinice. Pentru fibrele sintetice cu grupe funcționale ionice, de exemplu fibrele poliacrilonitrilice, saturația tinctorială pentru coloranții cationici este determinată de conținutul de grupe anionice. Valoarea de saturație este un indice al fibrei care trebuie considerat în practica tinctorială.

c. **Permeabilitatea fibrelor sintetice.** În cele mai multe cazuri, fibrele sintetice se caracterizează printr-o cristalinitate pronunțată și, în general structura lor este compactă, macromoleculele ce formează fibra sînt strîns împachetate și cu un grad avansat de orientare în raport cu axa fibrei.

Prezența centrelor de vopsire este o condiție necesară, dar nu suficientă pentru desfășurarea normală a procesului tinctorial. Mai trebuie ca moleculele sau ionii coloranților să poată pătrunde în fibră.

Datorită structurii compacte și umflării reduse a fibrelor sintetice, coloranții difuzează greu în interiorul lor. Fibrele sintetice au deci o permeabilitate redusă pentru coloranți.

Permeabilitatea fibrelor sintetice variază însă cu natura acestora. Astfel, fibrele poliamidice, sub aspectul permeabilității, nu ridică probleme deosebite la vopsire. Alte fibre, ca cele tereftalice, reprezintă tipul de fibre greu permeabile pentru coloranți și, din această cauză, a fost necesară elaborarea unor procedee speciale pentru vopsirea lor.

Ilustrarea influenței conjugate a centrelor de vopsire și a permeabilității rezultă din comportarea fibrelor poliamidice cu fibrele poliesterice ; valoarea de saturație a fibrelor poliamidice este pentru mulți coloranți de dispersie mult mai mică decît a fibrelor poliesterice. Totuși, viteza de vopsire, la 100°C, determinată de viteza de difuzie a colorantului în fibră, este mai mare decît la fibrele poliamidice.

d. **Mărirea posibilităților de difuziune a coloranților în fibrele sintetice.** Permeabilitatea insuficientă a fibrelor sintetice pentru coloranți poate fi corectată pe mai multe căi, și anume :

— *folosirea de coloranți cu moleculă mică*, deoarece moleculele mai mici pot difuza ușor în fibrele sintetice cu structură compactă și orientată. Uneori însă folosirea coloranților cu masă moleculară mică (moleculă mică) dă vopsiri cu rezistențe nesatisfăcătoare, încît acest procedeu este astfel limitat ;

— *folosirea de temperaturi mai mari de 100°C*, care favorizează difuziunea colorantului în fibre. Această cale dă în cele mai multe cazuri rezultate bune ;

— *prelungirea duratei de vopsire* este, de asemenea, o cale care permite pătrunderea colorantului în material ;

— *folosirea de produse chimice auxiliare*, numite „acceleratori", mărește în unele cazuri (vopsirea fibrelor poliesterice) viteza de difuziune a colorantului în fibră, grăbind astfel vopsirea.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care sînt caracteristicile tinctoriale comune fibrelor sintetice ?
2. Ce sînt „centrele de vopsire" și în ce măsură intervin ele în procesele de vopsire ?
3. Prin saturație tinctorială ce se înțelege ?
4. Ce altă condiție este necesară pentru vopsirea fibrelor sintetice în afară de existența centrelor de vopsire ?
5. Prin ce mijloace se poate mări difuziunea coloranților din fibrele sintetice ?

8.1.4. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE POLIAMIDICE

a. **Noțiuni de bază.** *Caracterizarea tinctorială.* Produsele textile din fibre poliamidice pot fi vopsite, în principiu, cu un număr mare de clase de coloranți, de exemplu coloranți de dispersie, acizi, cromatabili complecși 1 : 1, 2 : 1, direcți, de cadă cuvoșoli, naftoli și reactivi. Sortimentele principale folosite în practica tinctorială sînt coloranții de dispersie acizi și complecșii 2 : 1.

Capacitatea tinctorială a fibrelor poliamidice se datorește, în primul rînd, caracteristicilor hidrofil-hidrofobe, care se reflectă într-o umflare satisfăcătoare în contact cu apa și o permeabilitate bună pentru coloranți. Fibrele obținute din poliamide 6,6 (nailon) sînt mai puțin permeabile pentru coloranți decît cele din poliamide 6 din care fac parte și fibrele relon fabricate la Uzinele de fibre sintetice-Săvinești. Această diferență de permeabilitate se răsfrînge însă și asupra rezistențelor vopsirii la tratamente ude care sînt ceva mai bune la poliamidele 6,6.

În fibrele poliamidice ca centre de vopsire acționează grupele carboxilice și aminice de la capătul macromoleculelor și grupele —CONH— din structura macromoleculelor, un anumit rol în legarea coloranților de fibră revenind și grupelor $-CH_2$ din macromoleculă.

b. **Mecanismul și tehnologia vopsirii cu coloranți acizi.** Coloranții acizi sînt coloranți anionici, mecanismul după care vopsesc este asemănător cu cel întîlnit la vopsirea lînii cu această clasă de coloranți.

În baia de vopsire se găsesc ionii RSO_3^- și Na^+ rezultați din disocierea electrolitică a colorantului notat cu RSO_3Na și, de exemplu, ionii CH_3COO^- și H^+ în cazul în care vopsirea se face cu adăugare de acid acetic.

Fibra poliamidică, în stare izoelectrică, se poate nota :

$$-OOC—PA—NH_3^+$$

În soluția ce conține colorant și acid acetic, ionii de hidrogen determină trecerea grupei carboxilice din macromolecula fibrei

$$-OOC—PA—NH_3^+ \xrightarrow{H+} HOOC—PA—NH_3^+$$

Macrocationul rezultat $HOOC—PA—NH_3^+$ formează o electrovalență cu anionul colorant :

$$HOOC—PA—NH_3^+ + RSO_3^- \rightarrow \underset{\text{sare rezultată}}{HOOC—PA—NH_3^+ \cdots O_3S—R}$$

Combinația tip care rezultă din reacțiile de mai sus reprezintă fibra vopsită.

Grupele $-NH_3^+$, cationice, din formulele de mai sus, reprezintă grupe aminice, $-NH_2$, *terminale* ionizate în mediu acid la *p*H-uri nu mai mici de 3. Grupe cationice se pot forma însă la *p*H-uri mai mici din grupele —CO—NH— (se formează cationii $-CONH_2^+-$) din catena macromoleculei poliamidice. Și acești cationi se pot combina cu anionii RSO_3^-.

În practica tinctorială însă *nu trebuie să se folosească mediul puternic acid, p*H*-uri mai mici de 3, care duc la degradarea fibrelor poliamidice.*

Legăturile colorant-fibră. În funcție de structura colorantului, pe lîngă electrovalențele rezultate din combinarea grupelor aminice terminale și anionii coloranți se pot forma și legături secundare ca punți de hidrogen, legături nepolare Van der Waals.

În cazul în care combinarea colorantului cu fibre se reduce numai la electrovalențe, coloranții reactivi sînt *coloranți acizi cu limită de saturație*, vopsirea putîndu-se deci desfășura numai pînă la intensități corespunzătoare saturării tuturor grupelor aminice. Ținînd seama de faptul că în fibrele poliamidice numărul de grupe aminice este limitat, cu acești coloranți nu se pot obține decît vopsiri deschise și mijlocii.

În cazul în care intervin și legăturile secundare, coloranții pot vopsi fibrele poliamidice și după depășirea limitei de saturație, *fiind coloranți acizi fără limită de saturație.*

Blocarea este un fenomen specific coloranților acizi cu limită de saturație. În esență, blocarea înseamnă ocuparea tuturor centrelor de vopsire reprezentate prin grupele aminice, de către un colorant, ceea ce face imposibilă completarea vopsirii cu un alt colorant ce vopsește fibra poliamidică după același mecanism.

Coloranții monosulfonici au o afinitate mai mare pentru fibrele poliamidice decît cei cu mai multe grupe sulfonice, ceea ce explică afinitatea mai mare pentru apă a acestora din urmă.

Afinitatea mai mare a coloranților monosulfonici se concretizează în practica tinctorială astfel : dacă se vopsește un material poliamidic cu un amestec de doi coloranți, unul monosulfonic și altul disulfonic, este posibil ca la intensități ce depășesc valoarea de saturație, fibrele să se combine numai cu colorantul monosulfonic care împiedică, prin blocarea grupelor aminice, sorbția celui disulfonic.

Rezistențele vopsirii la tratamente ude și la lumină sînt bune și foarte bune, superioare celor obținute cu coloranți de dispersie. Țesăturile și tricoturile din fire filamentare poliamidice, dacă au neuniformități în repartiția grupelor aminice terminale și neuniformități în structura supramoleculară, pot prezenta după vopsire în măsură mai mică sau mai mare defecte cunoscute sub numele de *striații*. Faptul că defectele din structura fibrelor sînt evidențiate prin apariția striațiilor se explică prin mecanismul fixării anionilor coloranți la anumite locuri din fibre, la centrele de vopsire care sînt grupele aminice.

Coloranții acizi folosiți la vopsirea fibrelor poliamidice sînt aleși dintre cei folosiți pentru lînă, unii dintre ei fiind sintetizați special pentru aceste fibre primind numele de coloranți acizi selecționați. Se folosește o clasificare în două grupe : coloranți acizi de egalizare și coloranți acizi de mare afinitate.

— Coloranții acizi de egalizare se caracterizează printr-o capacitate mare de migrare, uniformitatea vopsirii fiind ușor de realizat. Viteza de vopsire a fibrelor de relon este suficient de mare chiar la temperatura de 40°C și crește la temperaturi mai mari. Temperaturile apropiate de cea de fierbere favorizează migrarea, deci uniformizarea. Pentru o bună epuizare a băii, *p*H-ul trebuie să fie ceva mai mare ca la vopsirea lînii ; în general este suficient *p*H-ul 4—5. Acidularea se face cu acid acetic.

În mod obișnuit, sortimentele de coloranți acizi de egalizare pentru poliamide sînt folosite numai pentru culori deschise și mijlocii, deoarece cuprind coloranți cu limită de saturație. Pentru evitarea blocării, coloranții incluși într-un sortiment trebuie să aibă aceeași mărime a afinității.

Coloranții acizi de mare afinitate se caracterizează, în primul rînd, prin faptul că epuizează foarte bine și din băi neutre sau slab acide, iar viteza de epuizare crește numai la ridicarea temperaturii. Ținînd seama de capacitatea redusă de migrare a acestor coloranți, ridicarea temperaturii trebuie făcută lent, aproximativ 1°C pe minut, iar temperatura de fierbere necesită să fie menținută timp de 75 min.

Pentru uniformizarea vopsirii pot fi folosite substanțe auxiliare cationice sau neionice care încetinesc vopsirea prin formare de complexe ce difuzează mai încet, în soluție spre fibră.

Auxiliarii anionici, ai căror anioni se combină cu grupele anionice ale fibrei ca și anionii coloranți încetinesc și ei vopsirea în cazul în care materialul textil este tratat cu soluție acidulată de auxiliari înainte de adăugarea colorantului. Anionii colorantului găsesc grupele aminice ocupate și, datorită afinității mai mari, înlocuiesc anionii auxiliarilor, dar în acest fel vopsirea este încetinită.

Coloranții din această categorie sînt coloranți acizi fără limită de saturare, deci pot fi folosiți și pentru culori închise. Rezistențele la tratamente ude sînt superioare celor obținute cu coloranți de egalizare.

Îmbunătățirea rezistențelor vopsirilor la tratamente ude poate fi făcută pentru ambele grupe de coloranți, prin retratări cu tanin și emetic sau cu substanțe tanante sintetice. Tananții sintetici sînt compuși arilici cu grupe hidroxilice și acide, condensați cu aldehida formică. Printr-un mecanism de tăbăcire, tananții micșorează accesibilitatea apei și a soluțiilor de detergenți în fibre, în felul acesta desorbția colorantului în timpul tratamentelor ude este micșorată.

— *Mecanismul și tehnologia vopsirii cu coloranți de dispersie. Mecanismul vopsirii fibrelor poliamidice* cu coloranți de dispersie este asemănător cu cel al vopsirii acetaților de celuloză cu acești coloranți, deci solvirea colorantului în fibră. Fibrele poliamidice reprezintă solvenți mai slabi pentru acești coloranți, rezistențele vopsirii sînt mediocre, iar la culori închise rezistențele la tratamentele ude sînt chiar slabe.

Coloranții de dispersie prezintă însă avantajul că acoperă neuniformitățile structurale ale fibrelor ; vopsirile nu prezintă striații.

Vopsirea cu coloranți de dispersie este o operație relativ simplă. Baia de vopsire conține colorantul și un agent de dispersie. Dacă țesăturile și tricoturile din relon nu sînt fixate înaintea vopsirii (prefixate), temperatura nu trebuie să depășească 80°C, care de altfel este suficientă pentru poliamida 6.

— *Mecanismul și tehnologia vopsirii cu coloranți complecși* 2 : 1. Se folosesc coloranții fără grupe solubilizante, vopsesc după două mecanisme : pînă la saturația fibrei complexul anionic formează electrovalențe cu grupele aminice din fibră, iar la cantități mai mari de colorant intervine un al doilea mecanism, acel al solvirii colorantului în fibră.

Vopsirile cu acești coloranți prezintă rezistențe foarte bune la lumină și bune la tratamente ude. Au o bună valoare tinctorială, putîndu-se obține cu ei culori închise. Acoperă bine striațiile, mai cu seamă la culori închise.

Paleta de culori este însă restrînsă, lipsesc, de exemplu, coloranții albaștri. Nu se pot obține culori vii, acest lucru fiind caracteristic, în general, coloranților complexați.

Vopsirea cu coloranți complecși 2 : 1 se efectuează ca și vopsirea cu coloranți acizi de mare afinitate. Epuizarea este puțin influențată de *p*H.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Care sînt clasele de coloranți folosite practic pentru vopsirea fibrelor poli amidice ?
2. Cunoașteți mecanismul vopsirii relonului cu coloranți acizi ?
3. Ce se înțelege prin limita de saturație a coloranților acizi folosiți la vopsirea relonului ?
4. Ce rtiți despre fenomenul de blocare ?
5. Care este avantajul folosirii coloranților acizi la vopsirea relonului ? Dar dezavantajul ?
6. Pentru vopsirea unui material într-o culoare închisă, cu o bună rezistență la tratamente umede, ce colorant se alege :
   a) un colorant de egalizare ; *b)* un colorant de mare afinitate ?
7. În ce condiții se vopsește relonul cu coloranți de dispersie ?

8.1.5. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE POLIACRILONITRILICE

a. **Caracterizarea tinctorială.** La fibrele poliacrilonitrilice macromoleculele conțin cel puțin 85% nitriliacrilic, restul de cel mult 15% revenind altor comonomeri. Fibre avînd la bază numai nitrilul acrilic se fabrică în prezent rar, deoarece sînt greu permeabile pentru coloranți. Introducerea în structura macromoleculei a altor monomeri permite modificarea permeabilității fibrei ; fibra devenind mai afînată, procesele tinctoriale se pot desfășura la temperaturi pînă la 100°C.

Comonomerii pot fi, de exemplu, acetatul de vinil, α-metilstirenul, acrilatul de metil etc. Comonomerii menționați modifică permeabilitatea fibrelor numai pentru coloranți. Fibrele în compoziția cărora intră numai comonomeri, ca cei exemplificați mai sus, au ca centre de vopsire grupe anionice provenite de la substanțele ce sînt folosite ca inițiatori în procesul de polimerizare. Aceste grupe rămîn la capetele macromoleculelor ce formează fibra. Centre suplimentare de vopsire pot fi obținute în fibrele poliacrilonitrilice prin polimerizarea nitrilului acrilic cu monomeri bazici, de exemplu, amine. Asemenea fibre, de exemplu fibra acrilan, au și permeabilitate mai mare pentru coloranți și pot fi vopsite și cu coloranți anionici.

Toate tipurile de fibre poliacrilonitrilice, ca de altfel toate fibrele sintetice, au însușirea de a dizolva în masa lor substanțe organice și de aceea pot fi vopsite cu coloranți de dispersie.

b. **Mecanismul și tehnologia vopsirii fibrelor poliacrilonitrilice cu coloranți cationici.** Grupele acide de la capetele macromoleculelor, de exemplu, $-OSO_3H$ sau $-COOH$, se pot combina cu formare de legături electrovalente, perechi de ioni, cu orice cation, deci și cu cationii coloranți ce rezultă din disocierea electrolitică în soluție a coloranților bazici. Colorantul este absorbit la suprafața fibrei, de unde difuzează în fibră și se combină cu grupele acide pînă ce se produce saturația acestora.

După ce această saturație a fost atinsă, colorantul mai difuzează din soluție în fibră și se dizolvă în masa acesteia, dar rezistențele vopsirilor obținute în acest fel devin mult mai mici, practic nule.

Rezultă că : *vopsirea corectă a fibrelor poliacrilonitrilice cu coloranți cationici trebuie făcută pînă la saturația grupelor acide.*

Valoarea de saturație. Pentru fiecare tip de fibră s-a stabilit o valoare de saturație notată cu S_F. Ea indică cantitatea maximă, în procente din masa fibrei de colorant cationic ce se poate combina cu fibra prin legături electrovalente. Valoarea indicelui S_F este, de exemplu, pentru fibra dralon nou egală cu 2,1, pentru dralon 1,4 iar pentru fibra românească melana 1,6. Indicele S_F reprezintă o importanță constantă a fibrei și se referă la un colorant convențional. Servește la stabilirea rețetelor de vopsire cu mai mulți coloranți. Pentru fiecare colorant real, folosit în practică, se stabilește un factor care să permită transformarea procentului folosit din acest colorant în procente de colorant convențional. Asemenea factori sînt notați cu f în cartelele de coloranți, valoarea lor variind între 0,15 și 1,2. Pentru un singur colorant, vopsirea este corectă dacă :

$$p_f < S_F$$

p fiind procentul de colorant cu care se face vopsirea.

Pentru o vopsire cu trei coloranți, de exemplu, din care se folosesc respectiv procentele p_1, p_2, p_3, pentru a nu se depăși limita de saturație, trebuie ca :

$$p_1f_1 + p_2f_2 + p_3f_3 \leqslant S_F,$$

f_1, f_2, f_3 reprezentînd factorii celor trei coloranți.

Viteza de vopsire. Pînă la temperatura de 75—80°C viteza de vopsire este foarte mică, dar crește repede în zona de temperatură 85—98°C.

Rezistențele vopsirii cu colorant cationic la tratamente ude și la lumină sînt bune și, în unele cazuri, foarte bune, spre deosebire de bumbac chiar mordansat. Pentru fibrele poliacrilonitrilice coloranții cationici reprezintă un sortiment prețios, cu o paletă variată, culorile obținute fiind vii și rezistente.

Rezistențele vopsirii cu coloranți de dispersie sînt bune, mai cu seamă la culori deschise. De altfel, acești coloranți au o valoare tinctorială redusă pentru fibrele poliacrilonitrilice care sînt un solvent slab pentru ei și nu pot fi folosiți pentru culori închise.

Acești coloranți au o capacitate de migrare foarte mică și de aceea uniformizarea poate fi asigurată numai prin reglarea vitezei de vopsire. Viteza de vopsire și, în consecință, uniformizarea depind de : concentrația colorantului, temperatura, pH, adaos de electrolit neutru și agenți de egalizare.

Concentrația de colorant. La cantități mici de colorant, deci la culori deschise, viteza de vopsire este mai mare, iar uniformizarea mai anevoioasă.

Temperatura este factorul cel mai important pentru obținerea de vopsiri uniforme. Temperatura băii de vopsire poate fi ridicată rapid pînă la 75—80°C, o încălzire lentă pînă la 75°C fiind o cheltuială inutilă de timp, dar în zona 85—99°C temperatura trebuie să se ridice foarte încet, de exemplu 1°C în 3 min.

pH-ul flotei. La fibrele poliacrilonitrilice, cu grupe SO_3H sau $-OSO_3H$ ca centre de vopsire, cum este melana românească, influența pH-ului asupra vitezei de epuizare este mai mică, în timp ce la fibrele cu grupe $-COOH$, vopsirea este mult întîrziată în mediu acid. În funcție de coloranții folosiți pH-ul băii variază între 4 și 5,5.

Influența electrolitului neutru. Sistemul tinctorial fibre poliacrilonitrilice-coloranți cationici este un sistem ionic, cu ioni de sens contrar.

Între grupele anionice din fibră și cationii coloranți din soluție se stabilesc forțe electrostatice de atracție. Adaosul în baia de electrolit neutru micșorează sarcina negativă a fibrei și deci forțele de atracție, vopsirea se face mai încet și astfel favorizează uniformizarea.

Agenții de egalizare. Pentru uniformizarea vopsirilor pot fi folosiți atît agenți de egalizare anionici, cu afinitate pentru cationul colorant, cît și agenți de egalizare cationici, cu afinitate pentru fibra cu caracter anionic.

Agenții anionici exercită o acțiune de întîrziere a vopsirii prin combinarea lor cu cationi coloranți, fiind micșorată viteza de adsorbție la suprafața fibrei. Pentru evitarea precipitării colorantului, pe lîngă agentul anionic se mai adaugă și un agent de dispersare neionic.

Agenții de egalizare cationici acționează după alt mecanism. Ei se comportă față de fibra poliacrilonitrilică ca și un colorant cationic, se combină cu grupele acide din fibră, le blochează, întîrziind astfel vopsirea.

La folosirea unui egalizator cationic trebuie să se țină seama de faptul că acesta interacționează cu fibra ca și coloranții cationici. În acest sens, la vopsirea cu amestec cu trei coloranți în prezență de egalizatori cationici, relația pentru indicele S_F devine :

$$p_1 \cdot f_1 + p_2 \cdot f_2 + p_3 \cdot f_3 + p_a \cdot f_a' \leqslant S_F,$$

în care :

p_a și f_a reprezintă procentul de egalizator și respectiv factorul egalizatorului calculat pe aceeași bază ca și factorii coloranților.

Această relație permite calcularea cantităților de egalizator cationic astfel :

$$p_a = \frac{S_a - (p_1 \cdot f_1 + p_2 \cdot f_2 + p_3 \cdot f_3)}{f_a}$$

Exemple de rețete :

1) *Cu egalizatori cationici* :
x% colorant ;
2—1% egalizator cationic (în funcție de concentrația de colorant) ;
10% sulfat de sodiu calcinat ;
4—3% acid acetic 80%.

2) *Cu egalizatori anionici* :
x% colorant ;
4% egalizator anionic ;
2% agent de dispersare neionic ;
1% acid acetic 80%.

3) *Fără egalizator* :
x% colorant ;
10% sulfat de sodiu calcinat ;
1% acid acetic 80%.

Spălarea finală se execută cu apă caldă și rece, după o prealabilă răcire lentă a băii de vopsire. Se recomandă și o săpunire la temperatura de 60—80°C pentru îndepărtarea completă a resturilor de produse auxiliare folosite la vopsire care poate influența negativ rezistențele vopsirii.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Cu ce clase de coloranți se pot vopsi fibrele poliacrilonitrilice ?
2. Care este mecanismul vopsirii melanei cu coloranți cationici ?
3. Care sînt parametrii indicați la vopsirea melanei cu coloranți cationici ?

8.1.6. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE POLIESTERICE

a. **Noțiuni de bază.** *Caracterizarea tinctorială.* Pentru fibrele poliesterice cea mai importantă clasă de coloranți este aceea a coloranților de dispersie. Fibrele poliesterice constituie cel mai bun solvent, din toată seria de fibre sintetice folosite în prezent în industria textilă pentru acești coloranți cu însușiri esterofile. De aceea, între colorant și fibră intervin forțe de dispersie caracteristice moleculelor nepolare, un rol important revenind resturilor hidrocarburice, nucleului benzenic și grupelor metilenice din structura macromoleculei de polietilentereftalat.

Grupelor —OCO— le revine funcția de centre de vopsire cu acțiune de atracție a coloranților în fibre pînă la apropierea lor de macromoleculă, la distanță suficient de mică pentru a se putea declanșa forțele de dispersie.

Valoarea de saturație a fibrelor poliesterice este relativ mare, ceea ce înseamnă că centrele de vopsire există în cantitate suficientă și, în general, se pot obține și culori intense cu coloranți de dispersie.

Permeabilitatea pentru coloranți este însă redusă, din cauza structurii cristaline a fibrelor și a gradului de orientare avansat al zonelor amorfe.

Sorbția de colorant în procesul tinctorial nu este limitată deci de centrele de vopsire, ci de permeabilitatea fibrei.

Tratamentele termice (premergătoare vopsirii) — tratamente de prefixare — modifică structura supramoleculară, raportul cristalin-amorf, modificările fiind dependente, pe lîngă temperatură, și de tensionarea materialului. Efectul tinctorial este dependent, la rîndul său, de modificările structurale ale fibrei, dar și de colorant și de procedeul folosit.

În general, țesăturile și tricoturile prefixate la temperaturi între 150 și 180°C sorb mai puțin colorant decît cele nefixate sau prefixate la 190—210°C.

b. **Tehnologia vopsirii.** Coloranții de dispersie folosiți la vopsirea fibrelor poliesterice pot fi clasificați în două grupe mai importante, și anume :

— Coloranți de dispersie, de egalizare care sînt, în general, coloranți cu moleculă mică, și se pretează, în special, la vopsirea cu acceleratori, materialul textil fiind prefixat. Slabele rezistențe la sublimare nu permit folosirea lor în cadrul unui flux tehnologic cu postfixare.

Coloranți de dispersie cu foarte bune stabilități termice fac parte din grupa coloranților sintetizați special pentru fibrele poliesterice. Rezistențele obținute cu acești coloranți satisfac toate cerințele tehnologice și de exploatare a produselor. Ei se aplică după procedeul de epuizare la temperaturi mai mari de 100°C, în procese continue, prin procedeul Thermosol. Sînt utilizabili în fluxuri tehnologice care includ și postfixarea. Pot fi aplicați și la procedeele cu acceleratori.

1) *Procedee de vopsire discontinue.* Pentru vopsirea materialelor poliesterice se pot folosi mai multe categorii de procedee discontinue.

Vopsirea fără acceleratori la temperatura de 100°C poate fi folosită pentru culori deschise numai cu unii coloranți de egalizare.

Vopsirea cu acceleratori la temperatura de 100°C. Acceleratorii sînt substanțe cu structură chimică diferită, de exemplu, difenilo-fenil-fenol, acid benzoic, salicilat de metil etc. Acceleratorii modifică structura supramoleculară a fibrelor prin procese de umflare sau de afînare. În acest fel permeabilitatea fibrei este îmbunătățită și vopsirea se poate desfășura într-o durată acceptabilă la temperatura de fierbere a apei.

Folosirea acceleratorilor este însă legată de unele inconveniente, unii dintre ei fiind toxici. Dacă nu sînt riguros îndepărtați la spălarea finală pot influența nuanța vopsirii, micșora rezistența, contribuind la poluarea apelor reziduale.

Un exemplu de rețetă de vopsire :
x% colorant ;
0,5—1 g/l agent de dispersare ;
2—6 g/l accelerator ;
0,5—1 ml/l acid acetic (*p*H 5—6).

Acidularea băii este necesară pentru evitarea descompunerii colorantului.

Vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C. Prin vopsirea la temperaturi de 115—130°C, pe utilaje corespunzătoare se poate evita folosirea acceleratorilor cu inconvenientele respective. Vopsirea poate fi executată într-un timp mai scurt, nu se produc inegalități și pete care apar uneori la vopsirea cu acceleratori.

Regim de lucru. Baia este acidulată cu acid acetic (*p*H 5—6), coloranții sînt adăugați la temperatura de 50—60°C. Se încălzește timp de 45 min, pînă la 130°C și se continuă vopsirea la această temperatură încă 60 și 90 min.

Vopsirea la temperaturi mai mari de 100°C cu adaos de acceleratori este folosită uneori pentru materiale sensibile la temperaturi prea ridicate. Se vopsește pînă la 120°C cu un adaos de accelerator redus la jumătate sau chiar mai puțin față de cantitatea folosită la procedeul propriu-zis cu acceleratori.

2) *Procedee de vopsire continue.* Aceste procedee se pot aplica la fibrele poliesterice, deoarece acestea pot fi supuse la temperaturi de 200—220°C, fără ca să se înregistreze degradări, dacă durata de încălzire la aceste temperaturi este scurtă (30—60 s).

Procedeele Termosol, spre deosebire de cele precedente, se realizează în două faze. În prima fază, țesătura este impregnată cu suspensia de colorant, prin fulardare, iar apoi, după uscare, urmează faza a doua, în care țesătura este supusă, în utilaje corespunzătoare, unei temperaturi de 190—230°C, timp de 30—60 s.

În faza întîi, colorantul este depus pe materialul textil, vopsirea efectivă fiind realizată în timpul procesului de încălzire, numit și termosolare. Durata de 30—60 s foarte scurtă este totuși suficientă pentru efectuarea vopsirii, deoarece la temperatura de 200°C mulți coloranți de dispersie se topesc, fibrele poliesterice sînt și ele înmuiate și efectiv colorantul lichid se topește în fibre.

c. **Tratamente finale.** Vopsirile obținute prin oricare din procedeele indicate anterior, cu acceleratori la temperaturi mai mari de 100°C (Termosol) trebuie supuse unui tratament final cu reducători în mediu alcalin. În acest fel se îndepărtează particulele de colorant nepătrunse în fibre reținute la suprafața materialului și se realizează îmbunătățirea rezistențelor vopsirii la frecare și la sublimare. Pentru mediul alcalin se folosește hidroxid de sodiu 3—5 ml/l, iar ca reducător hidrosulfit de sodiu 1—2 g/l.

8.1.7. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE POLIPROPILENICE

a. **Caracterizarea tinctorială.** Fibrele propilenice nemodificate a căror moleculă este formată numai din propilenă sînt lipsite de grupe polare cu funcția de centre de vopsire. Pe de altă parte, aceste fibre au o structură supramoleculară foarte compactă, un grad mare de cristalinitate și prezintă astfel o permeabilitate redusă pentru colorant. Practic, fibrele polipropilenice nemodificate nu pot fi vopsite.

b. **Vopsirea fibrelor polipropilenice modificate.** Modificarea fibrelor polipropilenice se realizează prin introducerea în structura lor a centrelor de vopsire, precum și a îmbunătățirii permeabilității.

Modificarea fibrelor polipropilenice poate fi făcută prin copolimerizarea cu monomeri cu conținut de grupe bazice, prin grefarea pe macromolecula

polipropilenică de monomeri ce conțin asemenea grupe, dar, mai cu seamă, prin amestecarea polimerului polipropilenic filabil cu polimeri cu grupe bazice.

Fibrele polipropilenice modificate în acest fel, deci care conțin grupe bazice, pot fi vopsite cu *coloranți acizi.*

Prin amestecarea polimerului propilenic filabil cu polimeri cu caracter acid se obțin fibre polipropilenice modificate care pot fi vopsite cu coloranți cationici.

Prin adăugarea la polimerul filabil a unor compuși organometalici ai nichelului sau aluminiului, fibrele obținute pot fi vopsite cu coloranți de dispersie. Aceștia din urmă trebuie să fie complexabili, metalele menționate reținînd coloranți în fibre prin complexare. Se pot obține, pe această cale de modificare, fibre propilenice care se vopsesc uniform și cu bune rezistențe la spălare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Prin ce se caracterizează din punct de vedere tinctorial fibrele poliesterice? Cu ce clase de coloranți se vopsesc?
2. Care sînt procedeele de vopsire discontinuă cu coloranți de dispersie a materialelor din fibre poliesterice?
3. Cum se vopsesc fibrele poliesterice după procedeul termosol?
4. Cum se vopsesc fibrele polipropilenice?

8.1.8. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIRE TEXTURATE

a. **Vopsirea materialelor din fire texturate poliamidice.** *Caracterizarea firelor texturate.* Pentru firele filamentare sintetice există diferite posibilități de modificare a structurii lor în vederea obținerii de noi însușiri superioare. Metoda cea mai utilizată de obținere a firelor texturate este cea denumită metoda torsiunii false. Texturarea reprezintă în esență o modificare a structurii firului prin care aceasta capătă o anumită ondulare, voluminozitate și elasticitate mărite, aspect și tușeu îmbunătățit.

Tehnologia vopsirii materialelor din fire texturate. Nu se deosebește esențial de cea a materialelor din fire filamentare netexturate. Ca în toate tratamentele ude, și la vopsire trebuie să se asigure atît desăvîrșirea uniformă a voluminozității, cît și evitarea deformării efectelor texturate.

Țesăturile și tricoturile trebuie vopsite fără tensionare, iar la folosirea procedeelor cu temperaturi peste 100°C nu se trece de 110—115°C pentru materialele poliamidice.

Tendința de vopsire cu striații este mai accentuată la fibrele texturate, cauza fiind însuși procesul de texturare în care variațiile de temperatură și de tensionare se pot reflecta în structura supramoleculară a filamentelor.

Trebuie reținut că apariția striațiilor se poate atribui unor cauze multiple, începînd cu greșeli în producerea polimerului de bază în filarea acestuia, în procesul de etirare, în texturare, în prepararația țesăturii etc. De aceea și procesul tehnologic de vopsire trebuie adaptat uneori de la caz la caz.

Pentru evitarea apariției de striații cu coloranți acizi a materialelor textile poliamidice se recomandă următoarele:

— alegerea unor coloranți cu însușiri mai bune de acoperire a striațiilor;

— folosirea de substanțe auxiliare anionice, tratarea materialelor cu soluția acestora în mediu acid fiind făcută înainte de adăugarea colorantului;

se realizează o blocare a grupelor aminice de către anionul auxiliarului, ceea ce determină o anumită uniformizare a capacității tinctoriale a firelor. La introducerea colorantului în baie, anionii coloranți se vor lega mai încet la fibrele cu grupele aminice blocate mai mult și mai repede la cele blocate mai puțin ;

— ridicarea lentă a temperaturii, de la cea inițială de 40—50°C pînă la fierbere, și continuarea fierberii o durată mai mare.

Practic, pentru vopsirea țesăturilor și a tricoturilor se folosesc amestecuri de auxiliari anionici și neionici, uneori și cationici. În acest fel se asigură o mai bună acoperire a striațiilor, precum și îmbunătățirea uniformității vopsirii pe întreaga suprafață a materialului.

b. **Vopsirea materialelor din fire texturate poliesterice.** Și la materialele obținute de fire texturate poliesterice problema cea mai acută la vopsiri este aceea a striațiilor. Ameliorarea acestui defect depinde de aceiași factori descriși la materialele poliamidice.

Vopsirea firelor texturate se face sub formă de bobine în aparate cu țevi perforate. Materialul texturat este voluminos, ocupă un volum aparent mare, interstițiile fiind umplute cu aer. Există deci riscul ca în timpul vopsirii să se formeze canale care să determine o circulație neregulată a băii de vopsire. De aceea, bobinele la încărcarea pe corpul purtător trebuie puternic presate și debarasate de aer. Aceeași recomandare și la vopsirea prin împachetare a sculurilor.

În general, fibrele texturate se vopsesc după procedeul temperaturilor mai mari de 100°C. Pînă la 130°C elasticitatea fibrelor nu este influențată sensibil. Se pot folosi și temperaturi pînă la 135°C, dar cu durată scurtă.

Baia de vopsire acidulată cu acid acetic sau sistemul tampon, sulfat de amoniu-acid formic (*p*H 5—6), mai conține, pe lîngă colorant, și un agent de dispersare de tipul Dispersil WS. Regimul de temperatură este cel indicat în diagrama din figura 94.

În unele cazuri este utilă adăugarea către sfîrșitul vopsirii a unei cantități mici de acceleratori ce ajută la ameliorarea striațiilor.

Vopsirea tricoturilor se face pe aparate cu înfășurare pe suluri perforate în autoclave la temperaturi mai mari de 100°C sau pe cada cu vîrtelniță.

Materialele vopsite pe suluri perforate în autoclavă prezintă un tușeu puțin mai aspru și mai plat decît cele tratate la cada cu vîrtelniță. În special pentru tricoturile cu suprafața structurată se recomandă vopsirea pe cada cu vîrtelniță. Vopsirea pe suluri perforate mai implică și o uscare intermediară după spălare, înfășurarea tricotului pe sul trebuind să fie efectuată în stare uscată.

Îndepărtarea oligomerilor. Oligomerii (molecule cu grad de polimerizare redus) se pot precipita atît în baia de vopsire, cît și pe material, astfel încît uneori la vopsirea țesăturilor depunerile sub formă de praf aderent la material nu se pot îndepărta decît prin curățire cu solvenți.

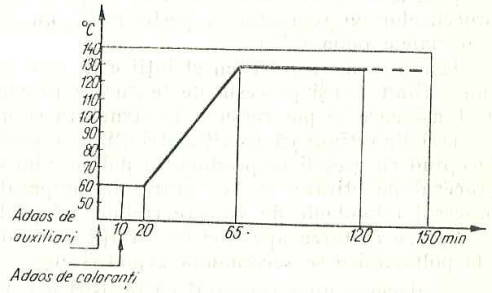


Fig. 94. Grafic pentru desfășurarea vopsirii fibrelor poliesterice.

La folosirea de acceleratori de tipul triclorbenzenului în concentrații mari, depunerea poate fi, în mare măsură, evitată. La vopsirea după procedeul temperaturilor mai mari de 100°C, folosit în cele mai multe cazuri, se recomandă următoarele :

— adăugarea în flotă a unor agenți de dispersare de tipul Dispersil W.S. în concentrație de circa 2 g/l ;

— evitarea depășirii temperaturii de 125°C, deoarece oligomerii ies din fibre în proporție mai mare la temperaturi mai mari ;

— evacuarea flotei la terminarea vopsirii la temperatură pe cît posibil mai mare, aceasta pentru evitarea redepunerii oligomerilor pe material ;

— efectuarea tratamentului final reducător, în condiții cît mai severe posibile, în sensul unei cantități mai mari de hidroxid de sodiu și temperaturi mai ridicate, ținîndu-se seama însă de sensibilitatea materialului.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Prin ce sînt caracterizate fibrele texturate ?
2. Ce dificultăți intervin la vopsirea materialelor texturate și cum se evită ?
3. Asupra căror parametri se acționează pentru îndepărtarea oligomerilor ?

Capitolul 9

VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE MIXTE

9.1. VOPSIREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ ÎN AMESTEC CU ALTE FIBRE

9.1.1. VOPSIREA MATERIALELOR TIP SEMILÎNĂ

Prin semilînă se înțeleg toate materialele textile (fire, țesături, tricoturi) în compoziția cărora intră lîna și fibre celulozice naturale sau chimice.

Țesăturile de semilînă pot fi fabricate :

— cu urzeală din bumbac sau celofibră și bătătură din lînă ;

— cu ambele sisteme de fire, urzeala și bătătura, filate din lînă și celofibră (sau bumbac).

a. **Vopsirea cu una din componente rezervată.** Se pot ivi două cazuri și anume :

— *Lînă vopsită și fibre celulozice rezervate.* Lîna poate fi vopsită cu coloranți acizi sau cromatabili astfel aleși încît să nu vopsească practic de loc bumbacul sau celofibra care rămîn deci rezervate. Țesăturile apar cu efect de fir sau de „spic".

— *Bumbacul sau celofibra vopsite și lîna rezervată.* Fibrele celulozice pot fi vopsite cu coloranți direcți cu afinitate mai mare pentru bumbac și care la temperatura de 40—50°C nu vopsesc deloc lîna. Efectul de rezervare a lînii

poate fi îmbunătățit prin adăugarea în baia de vopsire a unor substanțe de blocare a lînii, de exemplu tanin, tiofenoli sulfonați sau sulfitați (produse de tip Katanol W) ce permit și ridicarea temperaturi de vopsire la 60—70°C.

b. **Vopsirea semilînii în două culori.** În multe cazuri, țesăturile de semilînă, ca : stofe pentru paltoane sau plușuri, se fabrică cu urzeala de bumbac vopsită, înainte de țesere, cu coloranți de sulf. Țesătura este apoi vopsită numai pentru lînă cu coloranți acizi sau cromatabili.

În cazul țesăturilor cu ambele componente nevopsite se poate vopsi lîna cu coloranți acizi într-o baie, iar în a doua baie se vopsesc firele celulozice cu coloranți direcți, eventual cu adaos de substanțe de blocare a lînii.

c. **Vopsirea semilînii într-o singură culoare.** *Coloranți pentru vopsirea semilînii.* În acest caz pot fi luați în considerație coloranții direcți care vopsesc ambele categorii de fibre, coloranți acizi complecși 2 : 1 și coloranți metacrom care vopsesc numai lîna.

— Coloranții direcți pot fi clasificați în trei categorii, și anume :
  — coloranți direcți care vopsesc la fel și lîna, și fibrele celulozice ;
  — coloranți ce vopsesc mai intens fibrele celulozice ;
  — coloranți care vopsesc mai intens lîna.

În ultima categorie sînt cuprinși puțini coloranți direcți, încît din punct de vedere practic trebuie considerate primele două categorii.

— Coloranții pentru lînă ce pot fi folosiți la vopsirea lînii trebuie să tragă în mediu neutru sau slab acid. Pot fi deci folosiți coloranții acizi de mare afinitate pentru lînă, coloranții de crom ce pot fi aplicați după procedeul vopsirii concomitente cu cromatarea, coloranții complecși 2 : 1.

— Coloranții semilînă sînt destinați vopsirii amestecurilor de lînă și fibre celulozice. În unele cazuri aceștia sînt coloranți direcți ce vopsesc la fel lîna și fibrele celulozice, dar în cele mai multe cazuri sînt amestecuri de coloranți direcți și coloranți pentru lînă.

Parametrii vopsirii. Vopsirea semilînii este influențată de următorii parametri : *p*H-ul, temperatura, adaosul de electrolit neutru.

— Influența *p*H-ului. Coloranții direcți, anionici prin natura lor, vopsesc lîna mai intens în mediu acid, în timp ce vopsirea fibrelor celulozice cu acești coloranți este puțin influențată de reacția mediului.

— Influența temperaturii. La temperaturi mai ridicate, aproape de fierbere și la fierbere, este favorizată vopsirea lînii, în timp ce mulți coloranți direcți vopsesc mai intens fibrele celulozice la temperaturi mai mici.

— Adaosul de electrolit neutru. În mediu neutru, adaosul de sulfat sau clorură de sodiu favorizează vopsirea fibrelor celulozice. În mediu acid, vopsirea fibrelor celulozice este și mai accentuată, deoarece, în acest sens, electrolitul neutru încetinește vopsirea lînii.

Procedee de vopsire a semilînii într-o singură baie. Aceste procedee sînt folosite în prezent aproape în toate cazurile, deoarece ele permit un consum redus de apă, abur și o mărire a productivității muncii. După *p*H-ul la care se lucrează, există procedee de vopsire în mediu neutru și procedee de vopsire în mediu slab acid.

— Vopsirea în mediu neutru. Pentru obținerea unei vopsiri uniforme pe ambele tipuri de fibre, la vopsirea în mediu neutru se controlează procesul de vopsire prin temperatură și adaos de sare. Astfel, vopsirea începe la temperatura de 50—60°C, se încălzește treptat pînă la 90—95°C, se menține

baia la această temperatură pînă la obținerea intensității dorite pe lînă. După aceea se oprește încălzirea, iar în baia ce se răcește se vor vopsi fibrele celulozice. Se mai adaugă sare și eventual și colorant.

Deoarece, în multe cazuri, din cauză că țesăturile sînt spălate, înainte de vopsire în băi ce conțin carbonat de sodiu, baia de vopsire poate căpăta o reacție alcalină care, la temperatura de fierbere, poate provoca degradarea lînii și, în unele cazuri, și a colorantului. De aceea, la vopsire se mai adaugă și un agent de protecție, de exemplu ureea. Produsele comerciale (de exemplu sare Vegan) sînt, de regulă, amestecuri de sulfat de amoniu și uree. Produsul românesc Prolacol conține și un agent tensioactiv ce contribuie la udarea uniformă a materialului și la uniformizarea vopsirii.

— Vopsirea în mediu acid. Folosirea unui mediu acid elimină inconvenientele vopsirii neutre, dar, în schimb, fibrele celulozice sînt dezavantajate, deoarece în mediu acid colorantul direct va trece în cea mai mare parte în lînă. Pentru evitarea acestui inconvenient se folosesc agenți de blocare a lînii, care sînt substanțe anionice cu afinitate pentru lînă, dar necolorate (de exemplu, produsele numite Albatex HW, Mezitol WR etc.).

Vopsirea în două băi. Aceste procedee se aplică pentru unele categorii de țesături cu urzeală din fibre celulozice și bătătura din lînă. Sînt folosite, de asemenea, și la vopsirea plușurilor (cu părul) de lînă și dosul de bumbac. Pentru lînă se folosesc coloranți acizi sau cromatabili, iar pentru fibrele celulozice, coloranți direcți sau direcți diazotabili.

9.1.2. VOPSIREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ ȘI FIBRE POLIAMIDICE

a. **Principii de bază.** Atît lîna cît și fibrele poliamidice se vopsesc cu coloranți anionici : coloranți direcți, acizi complecși 1 : 1, complecși 2 : 1. Dintre aceștia, cei mai importanți sînt coloranții acizi pentru că oferă un sortiment variat de culori, iar rezistențele vopsirilor sînt în cele mai multe cazuri satisfăcătoare și chiar bune.

b. **Alegerea coloranților.** În cazul vopsirii amestecurilor de lînă și fibre poliamidice se ivesc însă greutăți, deoarece afinitatea coloranților acizi pentru fibrele poliamidice este mai mare decît pentru lînă. Din această cauză, componenta poliamidică a materialului se vopsește mai intens decît lîna, dar acest lucru se întîmplă numai la valoarea de saturație a fibrelor poliamidice, deci în cazul culorilor deschise și mijlocii. Dincolo de valoarea de saturație, ceea ce corespunde culorilor închise, se vopsește mai intens lîna. De reținut că această inversare apare, într-o anumită măsură, și la coloranții acizi fără valoare de saturație.

La selecționarea coloranților pentru vopsirea produselor din lînă și fibre poliamidice trebuie să se țină seama și de efectul de blocare care se poate produce în cazul folosirii a doi coloranți cu afinități diferite.

Pentru obținerea de vopsiri egale pe ambele fibre, în cazul culorilor deschise și mijlocii se folosesc agenți de frînare anionici care, datorită grupelor sulfonice, se pot combina cu formarea de legături electrovalente, cu grupele aminice din fibrele poliamidice și cu cele din lînă. Afinitatea lor pentru fibrele poliamidice este însă, ca și a coloranților, mai mare decît pentru lînă. De aceea, dacă materialul este tratat în mediu acid înainte de vopsire cu un agent de frînare, la adăugarea în baie a colorantului fibrele poliamidice se vor vopsi mai încet, deoarece grupele aminice au fost blocate în măsură mai mare de anionii agentului de frînare. În acest fel, lîna și fibrele poliamidice se vor vopsi cu aceeași viteză, deci în mod egal.

c. **Exemple de vopsire.** Cu coloranți acizi de egalizare se tratează materialul timp de 10—15 min în baia ce conține 2—3% agent de frînare, 5—10% sulfat de sodiu și 3—5% acid acetic 60%; se adaugă coloranții și se încălzește pînă la temperatura de fierbere timp de 30 min; se continuă fierberea încă 30—45 min, după care se răcește lent prin adăugare de apă rece.

— Cu coloranți acizi de mare afinitate: regimul de lucru este asemănător cu cel descris pentru coloranții acizi de egalizare, numai cantitatea de acid acetic este redusă, 1—2%; în unele cazuri se folosește 1—2% sulfat de amoniu.

9.1.3. VOPSIREA MATERIALELOR DIN LÎNĂ ȘI FIBRE POLIESTERICE

a. **Principii de bază. Alegerea coloranților** este limitată la coloranții de dispersie pentru fibrele poliesterice, lîna însă poate fi vopsită cu coloranți acizi, cromatabili, premetalați.

Greutățile ce se ivesc la vopsirea acestor materiale se datoresc caracteristicilor tinctoriale ale fibrelor ce trebuie vopsite fie în prezență de accelératori, fie la temperaturi mai mari de 100°C.

Acceleratorii pot influența atît vopsirea fibrelor poliesterice, în general, cît și pe cea a lînii. Folosirea de temperaturi ridicate este limitată la 106°C, din cauza efectului dăunător asupra lînii. Această temperatură este însă insuficientă pentru vopsirea fibrelor poliesterice și de aceea se adaugă și în acest caz acceleratori, dar în cantități mai mici.

La folosirea temperaturilor mai mari, pînă la 110—115°C, se adaugă formaldehidă pentru protecția lînii.

Pe de altă parte, condițiile vopsirii trebuie astfel alese încît lîna să fie murdărită cît mai puțin sau deloc de coloranții de dispersie. Rămînerea acestora pe lînă micșorează rezistența vopsirilor pe aceste fibre.

Murdărirea lînii de către coloranții de dispersie poate fi evitată prin:

— folosirea de coloranți de dispersie selecționați, care au însușirea de a nu murdări deloc sau foarte puțin lîna;

— alegerea de acceleratori care să nu mărească gradul de murdărire a lînii;

— adăugarea în baie (la vopsirea într-o singură baie) a unui agent de dispersare, care prin mărirea gradului de dispersie al colorantului împiedică depunerea particulelor foarte fine pe lînă;

— folosirea procedeelor în două băi pentru vopsirea culorilor închise, ținînd seama de faptul că murdărirea crește cu concentrația colorantului; procedeele în două băi permit o curățire intermediară a materialului.

b. **Procedee tehnologice de vopsire.** *Procedee de vopsire la temperatura de 100°C.* La aceste procedee este necesară folosirea de acceleratori pentru fibrele poliesterice; se pot aplica fie în două băi, fie într-o singură baie.

— Vopsirea în două băi se folosește pentru culori închise, la care pericolul de murdărire a lînii cu coloranți de dispersie este mai mare. În prima baie se vopsesc fibrele poliesterice în prezența unui accelerator, după care urmează o baie intermediară pentru curățirea lînii. Baia intermediară conține 1 g/l agent reducător (decrolină) și 1 ml/l acid formic 30%. Materialul este tratat la temperatura de 50—60°C.

În baia a doua se vopsește lîna cu coloranții pentru lînă.

— Vopsirea într-o singură baie este folosită pentru culori deschise și mijlocii. Baia este acidulată la *p*H 5—6,5 cu 2—3% acid acetic 30%, mediul acid fiind, pe de o parte, necesar pentru evitarea degradării lînii și, pe de altă parte, pentru evitarea descompunerii colorantului de dispersie. Se mai

adaugă 2—5 g/l accelerator, 1—2% agent de egalizare și 10—20% sulfat de sodiu cristalinizat. Materialul este tratat timp de 15 min, la temperatura de 50—60°C, după care se adaugă în baie și coloranții de dispersie plus coloranții acizi sau complecși 2 : 1. Se ridică temperatura pînă la cea de fierbere, timp de 30—45 min, după care se continuă vopsirea încă 90—120 min.

Procedee de vopsire la temperaturi peste 100°C. Și aceste procedee se pot aplica fie în două băi, fie într-o baie. Cantitatea de accelerator este redusă la jumătate din cea folosită în procedeele de vopsire la 100°C, temperatura finală de vopsire fiind de 103—106°C.

În procedeele de vopsire la temperaturi de 110—115°C se adaugă și 3—5% formaldehidă 30%. La aceste temperaturi, pentru culori deschise și mijlocii nu este necesar adaosul de acceleratori. Aceste procedee se aplică într-o singură baie, iar coloranții trebuie să fie stabili la acțiunea formaldehidei.

Vopsirea prin procedeul Termosol poate fi folosită pentru componenta poliesterică a amestecului, lîna nefiind afectată la temperatură mare (în jur de 200°C), deoarece durata de acțiune a acesteia este scurtă. După vopsirea fibrelor poliesterice în flux continuu se vopsește lîna pe cada cu vîrtelnița, cu coloranți acizi sau complecși 2 : 1.

9.1.4. VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE DIN LÎNĂ ȘI FIBRE POLIACRILONITRILICE

La vopsirea amestecurilor din lînă și fibre poliacrilonitrilice se poate folosi pentru fiecare tip de fibră altă grupă de coloranți, ceea ce constituie o ușurință pentru vopsirea în aceeași culoare a ambelor componente. Se pot folosi, de exemplu, coloranți acizi pentru lînă și coloranți bazici pentru fibrele poliacrilonitrilice. Deși coloranții bazici au afinitate și pentru lînă, dacă sînt prezente ambele tipuri de fibre vor fi vopsite fibrele poliacrilonitrilice pentru care afinitatea acestor coloranți este mai mare. Pentru componenta poliacrilonitrilică se mai pot folosi și coloranții de dispersie, iar pentru lînă coloranți complecși 1 : 1 și 2 : 1.

Vopsirea cu coloranți acizi și bazici este procedeul cel mai folosit, ținînd seama de rezistențele bune ce se pot obține cu coloranții acizi pe lînă și cu cei bazici pentru fibrele poliacrilonitrilice.

Folosirea în aceeași baie a coloranților acizi și bazici poate duce la precipitări și de aceea vopsirea trebuie făcută în două băi sau, dacă se folosește o singură baie, procesul trebuie condus în două trepte.

— *Vopsirea în două băi.* În prima baie se vopsesc fibrele poliacrilonitrilice cu coloranți bazici. La începutul vopsirii, colorantul bazic vopsește și lîna, dar în timpul fierberii trece de pe lînă pe fibrele poliacrilonitrilice pentru care are afinitate mare. În unele cazuri, dacă este nevoie, colorantul bazic este îndepărtat de pe lînă prin intercalarea, între cele două băi de vopsire, a unui tratament cu un agent reducător (decrolină în mediu acid acetic). Reducătorul distruge numai cantitatea mică de colorant bazic de pe lîna care ar putea influența negativ rezistența la lumină a vopsirilor obținute cu coloranții acizi sau premetalați. În baia a doua se vopsește lîna cu coloranți acizi sau premetalați în condițiile obișnuite.

— *Vopsirea într-o singură baie* se execută în două trepte, dar ordinea adăugării coloranților poate fi inversată față de vopsirea în două băi.

În prima treaptă a procedeului se vopsește lîna cu coloranți acizi, după regimul obișnuit, cu acidularea suplimentară a băii și prelungirea fierberii

pînă la epuizarea completă a băii. După ce baia a fost epuizată se adaugă apă rece pînă la 80°C și colorantul bazic și se vopsesc fibrele poliacrilonitrilice după regimul corespunzător.

9.2. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE CELULOZICE ÎN AMESTEC CU ALTE FIBRE

9.2.1. VOPSIREA MATERIALELOR DIN FIBRE CELULOZICE ȘI FIBRE POLIESTERICE

a. **Principii de bază. Alegerea coloranților.** Pentru fibrele poliesterice se folosesc, în cele mai multe cazuri, coloranții de dispersie selecționați în funcție de destinația produselor și de procedeul de aplicare. Pentru componenta celulozică se pot folosi :

— coloranți direcți, în măsură mai mică din cauza rezistențelor mediocre ;

— coloranți reactivi, care datorită strălucirii culorilor și rezistențelor bune sînt folosiți pe scară largă ;

— coloranții de cadă pentru produse la care se cer rezistențe superioare ale vopsirilor ;

— coloranții de sulf și apoi cei insolubili formați pe fibre.

Unii coloranți de cadă (denumirea comercială Polyestren) vopsesc și fibrele poliesterice, mecanismul tinctorial fiind același ca și la vopsirea cu coloranți de dispersie, deci solvirea colorantului în fibre. Și coloranții cuvosoli pot fi folosiți pentru vopsirea ambelor componente, poliesterică și celulozică. Pentru culori deschise la țesături destinate cămășilor și bluzelor pentru femei se pot folosi și coloranți pigmenți.

b. **Procedee tehnologice.** Se pot folosi procedee discontinue și continue.

Procedee discontinue. Aceste procedee se pot realiza fie într-o singură baie, fie în două băi.

— Vopsirea într-o singură baie cu coloranți direcți și de dispersie. O primă variantă a unui asemenea procedeu este aceea cu folosirea de acceleratori pentru vopsirea fibrelor poliesterice.

Pentru a doua variantă a vopsirii într-o singură baie se folosesc temperaturi mai mari de 100°C. În figura 95 este redată schema regimului de lucru pentru vopsirea tricoturilor fabricate din fibre poliesterice texturate și fire de bumbac. La această temperatură se poate vopsi și fără accelerator sau cu cantități reduse de accelerator.

— Vopsirea în două băi cu coloranți de dispersie și reactivi. În prima baie se vopsesc fibrele poliesterice cu coloranți de dispersie fie la 100°C cu acceleratori, fie la 125—130°C, fără sau cu adaos redus de acceleratori. Urmează o baie intermediară ce conține hidrosulfit de sodiu 2 g/l și hidroxid de

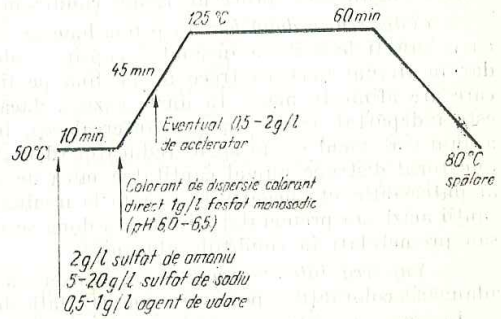


Fig. 95. Regimul de lucru pentru vopsirea tricoturilor din fibre poliesterice și bumbac.

sodiu 32,2% 6 g/l pentru îndepărtarea micilor cantități de colorant de dispersie care au murdărit bumbacul. În baia a doua se vopsesc fibrele celulozice cu coloranți reactivi după metodele uzuale.

Procedee continue. Aceste procedee sînt în prezent mult răspîndite, ținînd seama de extinderea pe care o înregistrează fabricarea materialelor din fibre poliesterice și bumbac. Amestecul cel mai folosit este 65% fibre poliesterice și 35% bumbac.

Vopsirea continuă cu coloranți de dispersie și reactivi poate fi realizată într-o singură fază sau în două faze.

— Procedeul într-o singură fază, cu o singură fulardare, se desfășoară după schema : fulardare în baia ce conține, de exemplu, colorant de dispersie și colorant reactiv : 50—100 g/l uree, 20 g/l carbonat de sodiu, 20—100 g/l aglutinant (care împiedică migrarea colorantului în timpul uscării) ; uscare ; termofixare (termosolare) ; spălare.

La procedeul cu o singură fulardare pot apărea greutăți din cauza unor eventuale interacțiuni între colorantul reactiv și cel de dispersie în condițiile unei băi alcaline. De aceea este necesară o deosebită atenție la alegerea coloranților.

— Procedeul în două faze elimină inconvenientele menționate, dar este mai greoi, necesitînd și o linie tehnologică mai lungă.

În procedeul cu două faze se pot separa total cele două cicluri de vopsire : unul pentru fibrele poliesterice, cu coloranți de dispersie, realizat prin fulardare, uscare și termosolare, și al doilea pentru fibrele celulozice realizat prin fulardare cu soluția de colorant reactiv plus agentul alcalin, fixarea printr-un procedeu uzual la acești coloranți, de exemplu aburire sau depozitare.

O variantă a procedeului în două faze, cu coloranți de dispersie și reactivi, se desfășoară după următoarea schemă : fulardarea cu o flotă ce conține coloranții, cel de dispersie și cel reactiv, dar nu și un agent alcalin ; uscarea intermediară și termosolarea pentru fixarea colorantului de dispersie pe fibrele poliesterice ; fulardarea cu soluție de agenți alcalini necesară reacției cu celuloză a colorantului reactiv ; aburirea ce declanșează procesul de fixare a colorantului reactiv ; tratamentele finale.

Vopsirea continuă cu coloranți de dispersie și de cadă se desfășoară după procedeul în două faze în felul următor : fulardare cu dispersia ambilor coloranți ; uscare intermediară ; termosolare pentru fixarea colorantului de dispersie pe fibrele poliesterice ; fulardare cu o soluție de hidroxid de sodiu și hidrosulfit de sodiu ; aburire la temperatura de 102°C, timp de 30—40 s ; oxidare ; tratament final. Deseori se preferă un flux semicontinuu ; se vopsesc continuu numai fibrele poliesterice și după termosolare urmează vopsirea fibrelor celulozice cu coloranți de cadă pe jigher.

9.2.2. VOPSIREA MATERIALELOR TEXTILE DIN FIBRE CELULOZICE ȘI POLIACRILONITRILICE

Natura diferită a celor două componente, celulozică și poliacrilonitrilică, permite vopsirea fiecărei fibre cu coloranți adecvați. În cele mai multe cazuri, vopsirea se execută în două băi, astfel :

— fibrele celulozice sînt vopsite cu coloranți : direcți, reactivi de cadă, cuvosoli ;

— fibrele poliacrilonitrilice sînt vopsite cu coloranți de dispersie sau bazici.

Vopsirea cu coloranți direcți și bazici. Aceste procedee sînt folosite pentru obținerea unor culori mijlocii și închise.

În prima baie se vopsesc fibrele poliacrilonitrilice cu coloranți bazici, după metoda cunoscută.

Într-o baie intermediară se tratează materialul cu o soluție de reducător (decrolină) și acid formic pentru curățirea fibrelor celulozice și eventualele murdăriri cu coloranți bazici. În acest fel se asigură rezistențele la lumină ale coloranților direcți, care pot fi influențate negativ de o mică cantitate de colorant bazic.

În baia a doua se vopsesc fibrele celulozice cu coloranți direcți.

Vopsirea cu coloranți direcți și de dispersie. Pentru culori deschise se pot folosi coloranți direcți pentru fibrele celulozice și coloranți de dispersie pentru fibrele poliacrilonitrilice.

Alte metode de vopsire. Prin procedeele de vopsire în două băi se pot vopsi fibrele celulozice în prima baie cu coloranți de cadă, cuvosoli, reactivi, iar în baia a doua, fibrele poliacrilonitrilice cu coloranți de dispersie sau coloranți bazici.

9.2.3. VOPSIREA MATERIALELOR DIN ALTE AMESTECURI DE FIBRE

a. **Vopsirea materialelor textile din fibre poliamidice și celulozice.** Dacă se ține seama de caracterul bazic al fibrelor poliamidice, asemănător deci cu cel al lînii, se pot considera, pentru vopsirea amestecurilor de fibre celulozice — fibre poliamidice, aceleași principii ca la vopsirea semilînii.

Coloranții utilizați pentru aceste amestecuri sînt, în primul rînd, coloranții direcți care vopsesc ambele tipuri de fibre. Se preferă coloranții direcți cu afinitate mai mare pentru fibrele celulozice. Vopsirea fibrelor poliamidice poate fi completată cu coloranți acizi complecși 2 : 1 sau coloranți de dispersie. Pentru fibrele celulozice se pot folosi uneori și coloranți de sulf.

La vopsirea cu coloranți direcți și acizi vopsirea poate fi reglată prin :

— *p*H-ul băii : un mediu slab alcalin favorizează vopsirea fibrelor celulozice cu coloranți direcți ; mediul acid favorizează vopsirea fibrelor poliamidice ;

— temperatura mai ridicată grăbește vopsirea fibrelor poliamidice, în timp ce temperatura mai mică favorizează vopsirea fibrelor celulozice ;

— agenții de frînare favorizează vopsirea fibrelor celulozice prin încetinirea vopsirii fibrelor poliamidice.

Regim de lucru pentru vopsirea cu coloranți direcți și acizi : baia se pregătește, de exemplu, cu 10—15% sulfat de sodiu, 1—2% auxiliar de frînare și 1—4% acetat de amoniu. Se tratează materialul la temperatura de 40—50°C timp de 10 min, după care se adaugă coloranții. Se ridică treptat temperatura pînă la fierbere și se continuă fierberea încă 40—60 min.

b. **Vopsirea produselor textile din fibre poliesterice și poliacrilonitrilice.** *Alegerea coloranților.* Pentru componenta poliesterică, ca și în celelalte cazuri, se folosesc coloranți de dispersie, care, așa cum se știe, vopsesc și fibrele poliacrilonitrilice. Totuși, fibrele poliesterice sînt pentru acești coloranți un solvent mult mai bun decît fibrele poliacrilonitrilice.

Se pot selecționa coloranți de dispersie care, în condiții adecvate, să nu vopsească fibrele poliacrilonitrilice decît în limite acceptabile, adică nuanța să nu difere substanțial de cea rezultată de fibrele poliesterice și intensitatea să fie cît mai mică.

Pentru fibrele poliacrilonitrilice sînt indicați coloranții bazici care nu pun probleme deosebite la vopsirea amestecului poliesterice/poliacrilonitrilice. Din soluția apoasă, acești coloranți trec aproape total pe fibrele poliacrilonitrilice și nu colorează deloc sau foarte puțin fibrele poliesterice.

Procedee de vopsire. Pentru vopsirea amestecurilor din fibre poliesterice și fibre poliacrilonitrilice se pot folosi procedee într-o baie unică sau în două băi.

— Procedeele de vopsire dintr-o baie unică pot fi conduse cu o singură etapă, adică fără separarea în timp a vopsirilor pentru fiecare componentă în parte, sau cu două etape, la care se vopsesc întîi fibrele poliesterice cu coloranți de dispersie în prezență de acceleratori la temperatura de fierbere. După aceea se răcește baia lent pînă la 80°C și se adaugă coloranți bazici pentru vopsirea fibrelor poliacrilonitrilice după metoda uzuală.

La varianta cu două etape se pot folosi pentru fibrele poliesterice în prima etapă temperaturi pînă la 120—125°C, iar în etapa a doua, 100—105°C pentru fibrele poliacrilonitrilice.

— Procedee de vopsire în două băi. Se practică aceeași succesiune a operațiilor de vopsire, adică în prima baie se vopsesc fibrele poliesterice cu coloranți de dispersie și acceleratori la fierbere (sau la temperaturi de 120—125°C), iar în baia a doua se vopsesc fibrele poliacrilonitrilice cu coloranți bazici la temperaturi de 100—105°C.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Cum se pot vopsi materialele de semilînă în două culori ? Dar cu una din componente rezervată ?
2. Care sînt coloranții folosiți pentru vopsirea semilînii într-o singură culoare ?
3. Ce parametri influențează vopsirea semilînii într-o singură culoare ?
4. Cum influențează agenții de frînare anionici vopsirea produselor din lînă și fibre poliamidice în culori deschise și mijlocii ?
5. Ce coloranți sînt folosiți la vopsirea produselor din lînă și fibre poliamidice în culori închise ?
6. Ce procedee tehnologice cunoașteți pentru vopsirea produselor din lînă și fibre poliesterice ?
7. Care sînt grupele de coloranți folosiți la vopsirea produselor din fibre celulozice și poliesterice ?
8. Ce procedee discontinue sînt folosite la vopsirea produselor din fibre celulozice și poliesterice ?
9. Ce procedee continue cunoașteți pentru vopsirea produselor din fibre celulozice și poliesterice ?
10. Prin ce procedee se vopsesc produsele din lînă și fibre poliacrilonitrilice ?

Capitolul 10

CONTROLUL TEHNIC ȘI ORGANIZAREA MUNCII ÎN VOPSITORII. MĂSURI DE PROTECȚIE A MUNCII

10.1.1. CONTROLUL CALITĂȚII COLORANȚILOR

Pentru controlul calității coloranților sînt indicate anumite analize.

Analiza unitarității. În multe cazuri, un colorant iese din fabricație cu unele abateri de la nuanța sa normală. De aceea, pentru corectarea acestor abateri se adaugă și alți coloranți. Verificarea unitarității coloranților poate fi făcută prin următoarele încercări :

— prin proba de suflare, care constă în suflarea unei cantități mici de coloranți peste o hîrtie de filtru umezită ; dacă sînt prezenți mai mulți coloranți apar pe hîrtie pete diferit colorate ;

— prin cromatografie pe hîrtie, care se poate executa într-un exicator cu ajutorul unui amestec de solvent și apă.

Determinarea concentrației coloranților, care poate fi executată prin două metode, și anume :

— metoda vopsirilor comparative pentru care se folosesc indicațiile standardelor în vigoare ;

— metoda colorimetrică ce se bazează pe compararea intensității culorii unei soluții de analizat cu intensitatea unei soluții de o concentrație cunoscută, soluție-etalon. Aparatele folosite sînt numite colorimetre sau fotocolorimetre.

10.1.2. ORGANIZAREA MUNCII ÎN SECȚIA DE VOPSITORIE

Planificarea muncii pe zi și schimb. Din planul de producție al secției de vopsitorie trebuie să se defalce cantitatea ce urmează a fi executată într-o zi. Loturile de vopsire trebuie repartizate, cu fișe însoțitoare, pentru fiecare mașină, ținînd seama de capacitatea acesteia. Se recomandă ca nuanțele deschise, mai sensibile, să fie programate pentru schimbul întîi.

La alcătuirea unui lot de materiale pentru vopsire este recomandabil să se aleagă bucăți din aceeași urzeală și pe cît posibil din aceeași materie primă. Pentru culori deschise se vor alege bucățile cele mai curate.

Pentru fiecare lot afectat unei mașini, maistrul trebuie să întocmească rețeta corespunzătoare și să fixeze regimul de lucru. O deosebită atenție trebuie acordată vopsirilor care se fac pentru prima oară cu o grupă anumită de coloranți sau pe fibre introduse în fabricație.

Pregătirea și controlul soluțiilor de uz curent. Soluțiile de uz curent necesită pregătirea din timp, de asemenea trebuie controlată concentrația lor.

10.1.3. MĂSURAREA ȘI REGLAREA UNOR PARAMETRI

În desfășurarea proceselor de vopsire pot fi controlați și reglați automat următorii parametri :

— temperatura flotei de vopsire ;
— concentrația unor substanțe chimice ;
— viteza de trecere a materialului în linii tehnologice continue ;
— nivelul flotei în fulardele de impregnare cu soluțiile sau dispersiile de coloranți ;
— întoarcerea sensului de circulație a flotei la aparatele de circulație ;
— întoarcerea sensului de circulație a materialului la jigher.

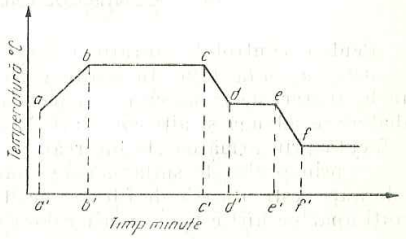


Fig. 96. Diagrama de variație a temperaturii în timp.

Reglarea automată a temperaturii. Într-un sistem de reglare automată, diagrama regimului de temperatură poate fi primită de la distanță, de la un pupitru central. Cu ajutorul regulatoarelor de temperatură automate se poate fixa regimul de temperatură „cu program". Regulatoarele cu program sînt prevăzute cu discuri de programare cu profil, cu care se stabilește regimul de temperatură în funcție de timp.

La vopsirea cu jighere sau cu cadă cu vîrtelniță, de exemplu a materialelor din fibre celulozice, temperatura poate varia conform diagramei din figura 96. După cum se vede, flota trebuie încălzită de la o temperatură inițială la o temperatură, de exemplu, cea de fierbere. Această încălzire (porțiunea *a*, *b*) se face în timpul corespunzător cu *a'*, *b'*. Temperatura de fierbere (porțiunea *b*, *c*) trebuie menținută un timp corespunzător cu *b'c'*. După fierbere se răcește conform porțiunii *c*, *d* și în timp corespunzător cu *c'*, *d'*. Se menține la temperatură mai mică porțiunea *d*, *e* un timp corespunzător cu *d'*, *e'*, după care urmează spălarea cu apă, temperatura fiind iarăși micșorată conform porțiunii *e*, *f*.

Pentru un al doilea lot, regimul de temperatură fiind același, diagrama de programare va realiza automat același regim de temperatură.

10.1.4. MĂSURI PENTRU PROTECȚIE A MUNCII ÎN VOPSITORII

Toți muncitorii dintr-un atelier de vopsire trebuie să țină seama de pericolul pe care îl prezintă substanțele chimice folosite, utilajele care lucrează la temperaturi ridicate și sub presiune, precum și umiditatea care face pardoseala lunecoasă și uneori încarcă atmosfera cu vapori.

Despre măsurile de protecție a muncii în manipularea substanțelor chimice s-a tratat la cap. 1.

— Toate aparatele de vopsit care funcționează sub presiune vor fi prevăzute cu aparate de măsură și control, conform dispozițiilor în vigoare.

— Ventilele de abur sau cele pentru schimbarea sensului de circulație a flotei vor fi manevrate cu multă atenție, pentru a se evita stropirea personalului din jur și dereglarea funcționării autoclavei.

— Capacul aparatelor de vopsit sub presiune se va deschide numai după verificarea scăderii presiunii la zero ; se va verifica, de asemenea, înainte de începerea lucrului, etanșeitatea tuturor garniturilor capacului.

La aparatele deschise care folosesc abur se va avea grijă ca acesta să nu se împrăștie în afara flotei.

Îmbrăcămintea de protecție, începînd cu încălțămintea și terminînd cu acoperirea capului, este obligatorie conform normelor în vigoare.

VERIFICAȚI-VĂ CUNOȘTINȚELE

1. Ce analize indicate pentru controlul calității coloranților cunoașteți ?
2. Cum este planificată munca în secția de vopsitorie, pe zi și schimb ?
3. Care sînt parametrii ce pot fi controlați și reglați automat în procesele de vopsire ?
4. Ce măsuri se impun pentru protecția muncii ?

10.1.5. MĂSURI DE PREVENIRE ŞI STINGERE A INCENDIILOR ÎN SECŢIILE DE PREGĂTIRE ŞI VOPSITORIE

a. **Noţiuni generale.** Întreprinderile textile, prin specificul lor (materii prime uşor inflamabile şi utilaje care lucrează la temperaturi ridicate), sînt în permanent pericol de incendiu. De aceea este obligatorie aplicarea măsurilor privind prevenirea şi stingerea incendiilor, în acest sector.

Măsurile de protecţie împotriva incendiilor se pot împărţi în două grupe :

— măsuri cu caracter preventiv (prevenirea şi localizarea incendiilor) ;

— măsuri de combatere şi stingere a incendiilor izbucnite.

Problema principală este aceea a prevenirii incendiilor. În acest scop se iau măsuri cu caracter tehnic şi măsuri cu caracter organizatoric.

Măsurile cu caracter tehnic constau în alegerea şi amplasarea corespunzătoare a utilajelor, montarea corectă a instalaţiilor electrice, amplasarea corectă a depozitelor şi magaziilor etc.

Măsurile cu caracter organizatoric care trebuie luate în toate secţiile sînt :

— interzicerea fumatului (acesta fiind admis numai în locuri special amenajate) ;

— interzicerea folosirii de surse de foc (chibrituri, brichete etc.) şi dotarea cu panouri avertizante în acest sens ;

— dotarea cu stingătoare cu bioxid de carbon (pentru motoare electrice), stingătoare cu spumă pentru materialele textile, în permanentă stare de funcţionare, amplasate vizibil şi la îndemînă ;

— afişarea la loc vizibil a planului de evacuare a secţiei în caz de incendiu ;

— instruirea permanentă a pompierilor voluntari din secţie.

Toţi muncitorii din secţie trebuie să cunoască şi să aplice prevederile de prevenire şi stingere a incendiilor în secţia respectivă ; să respecte măsurile luate în acest sens de conducerea secţiei ; să anunţe îndată şefului de secţie orice început de incendiu sau orice împrejurare de natură să provoace incendii ; să participe la stingerea incendiilor şi la înlăturarea consecinţelor acestora, precum şi la evacuarea persoanelor şi a bunurilor materiale.

La fiecare loc de muncă sînt obligatorii următoarele măsuri :

— adaptarea şi concretizarea la condiţiile specifice locului de muncă a normelor de prevenire şi stingere a incendiilor şi a celor de dotare cu mijloace tehnice de prevenire şi stingere a incendiilor, precum şi aducerea la cunoştinţa personalului şi afişarea acestora ;

— organizarea nominală a echipelor de stingere a incendiilor pe schimburi şi instruirea acestora cu sarcini privind : ordinea evacuării şi mijloacele utilizate ; traseele fluxurilor ; zona de protecţie în care se face evacuarea ; măsurile de securitate ;

— utilizarea mijloacelor tehnice de stingere a incendiilor (hidranţi, stingătoare şi alte mijloace) ;

— întreruperea alimentării cu energie electrică, materie primă sau finită, golirea rapidă a unor rezervoare, maşini etc. ;

— punerea în condiţiile cerute a unor aparate şi dispozitive (trape de evacuare a fumului, a gazelor fierbinţi, uşi antifoc sau de evacuare etc.) ; protejarea unor instalaţii, utilaje, aparaturi, produse, împotriva efectelor incendiilor.

b. **Măsuri specifice secţiilor de pregătire şi vopsire.** În secţiile de pregătire şi vopsitorii prezintă pericol de incendiu maşinile de pîrlit, maşinile de tuns, agregatele termosol, ramele de uscat şi termofixat etc.

Maşinile de pîrlit vor fi instalate într-un spaţiu corespunzător, pe cît posibil izolat de restul secţiei, fiind prevăzute cu instalaţii de ventilaţie pentru absorbire, necesară îndepărtării gazelor şi a fumului rezultat din procesul de pîrlire.

Combustibilul folosit (butelii de aragaz, rezervoare de benzină etc.) va fi depozitat în încăperi separate, bine aerisite, prevăzute cu instalaţii electrice corespunzătoare.

Înainte de începerea lucrului se va verifica funcţionarea normală a arzătoarelor, a ventilatoarelor de admisie, formarea şi evacuarea amestecului carburant.

Canalele de evacuare a gazelor arse se vor curăţa lunar.

Stingătoarele de scîntei vor fi permanent supravegheate şi asigurate cu apă.

Ventilatorul maşinii va fi pus în funcţiune cu 15 min, înainte de începerea operaţiei de pîrlit şi numai după aceea se aprind dispozitivele de ardere.

Aprinderea se va face în felul următor : muncitorul plasat lateral, cît mai departe, va folosi o feştilă aprinsă montată la capătul unei vergele, lungă de minimum 80 cm.

În cazul întreruperii accidentale a alimentării cu combustibil, se vor închide imediat robinetele şi ventilele şi se va anunţa maistrul sau ajutorul de maistru.

Maşinile de tuns vor fi prevăzute cu instalaţiile de exhaustare ; muncitorul care deserveşte maşina va sesiza orice defecţiune electrică sau mecanică ce ar putea provoca un incendiu.

Este interzisă depozitarea materialelor combustibile lîngă maşina de tuns.

Înainte de a intra în maşina de tuns, ţesătura va fi controlată pentru a nu conţine corpuri străine car ar putea forma scîntei.

Maşinile termosol vor fi pornite numai după ce se va verifica funcţionarea ventilatorului de evacuare a gazelor din mansarda de radiaţii infraroşii şi starea robinetelor de gaze.

Punerea în funcţiune se va face numai după ce se verifică ventilele automate de la contactele de gaze ; ventilele trebuie să se deschidă numai după ce rezistenţa electrică din mansarda de radiaţii s-a înroşit încît să poată face aprinderea gazelor, apoi se deschid robinetele conductelor de gaze.Dacă rezistenţa nu s-a înroşit, maşina se opreşte şi se remediază defecţiunea.

Este interzisă deschiderea şi închiderea gazelor în camera de radiaţii în timp ce maşina nu funcţionează.

În cazul ruperii ţesăturii în timpul lucrului se opresc maşina şi sursa de încălzire, pornindu-se ventilatorul de evacuare a aerului pentru răcirea maşinii.

La terminarea lucrului, muncitorul va închide toate robinetele conductelor de gaze.

Materialul introdus în maşină trebuie să fie bine spălat ; săptămînal sau de cîte ori este nevoie se face curăţenia tubulaturii de evacuare pentru a se înlătura uleiul eliminat din material textil în timpul termofixării.

Cînd încălzirea vanei se face în ulei, temperatura în fierbătoarele de ulei se va menţine la maximum 290—300°C, pentru a se evita explozia care se poate produce în timpul fierberii. Nu se va părăsi locul de muncă în timpul fierberii uleiului.

Se interzice depozitarea sub maşină a marginilor tăiate ; acestea se vor îndepărta de pe fiecare sul.

Solvenţii folosiţi pentru detaşarea petelor vor fi izolaţi de surse de foc, fiind ţinuţi în bidoane închise cu o capacitate de maximum 0,25 l.

— Remedierea defecţiunilor instalaţiilor electrice se va face numai de către electricieni calificaţi.

— Respectarea normelor de depozitare şi manipulare a substanţelor explozive (cloritul de sodiu, azotatul de amoniu, sodiu, potasiu, solvenţi organici, acid cromic şi sărurile sale etc.) este obligatorie.

VERIFICAŢI-VĂ CUNOŞTINŢELE

1. Care sînt principalele grupe de măsuri care se impun pentru protecţia contra incendiilor?
2. Care sînt obligaţiile lucrătorilor din secţia de finisaj în ceea ce priveşte paza contra incendiilor?
3. Ce măsuri generale se impun în secţia de pregătire şi în vopsitorii?
4. Ce maşini prezintă pericol de incendiu şi ce măsuri se impun?

CUPRINS

PARTEA I

Pregătirea materialelor textile

Cap. 1. Noţiuni introductive 3

Cap. 2. Tehnologia şi utilajul pentru pregătirea materialelor textile . 5
2.1. Pregătirea şi albirea materialelor textile din bumbac . . . 5
2.2. Pregătirea materialelor din fibre liberiene 37
2.3. Mercerizarea materialelor textile 39
2.4. Pregătirea materialelor din fibre celulozice artificiale. . . . 50
2.5. Pregătirea materialelor din lînă 57
2.6. Pregătirea materialelor din mătase naturală. 76
2.7. Pregătirea materialelor din fibre sintetice 80
2.8. Pregătirea materialelor din fibre chimice în amestec cu alte fibre 91
2.9. Pregătirea tricoturilor 92

Cap. 3. Controlul tehnic şi organizarea muncii în secţiile de pregătire. Măsuri de protecţie a muncii 96

PARTEA A II-A

Vopsirea materialelor textile

Cap. 4. Noţiuni introductive privind vopsirea materialelor textile . . . 100
4.1. Noţiuni despre culoare şi coloranţi 100
4.2. Noţiuni despre vopsire 105

Cap. 5. Utilaje folosite pentru vopsirea materialelor textile 112
5.1. Maşini şi aparate pentru vopsirea fibrelor 112
5.2. Maşini şi aparate pentru vopsirea firelor 115
5.3. Maşini şi aparate pentru vopsirea ţesăturilor şi tricoturilor 120
5.4. Aparate şi maşini pentru vopsit la temperaturi mai mari de 100°C 130

Cap. 6. Vopsirea materialelor textile din fibre celulozice 140
6.1. Vopsirea cu coloranţi direcţi 140
6.2. Vopsirea cu coloranţi de cadă şi cuvosoli 144
6.3. Vopsirea cu coloranţi de sulf 149
6.4. Vopsirea cu coloranţi azotici formaţi pe fibre 152
6.5. Vopsirea cu coloranţi reactivi 154

Cap. 7. Vopsirea materialelor textile din fibre proteinice 159
7.1. Vopsirea materialelor din lînă 159
7.2. Vopsirea materialelor din mătase naturală 165

Cap. 8. Vopsirea materialelor din acetaţi de celuloză şi a celor din fibre sintetice 167

Cap. 9. Vopsirea materialelor textile mixte 181
9.1. Vopsirea materialelor din lînă în amestec cu alte fibre . . . 181
9.2. Vopsirea materialelor din fibre celulozice în amestec cu alte fibre 186

Cap. 10. Controlul tehnic şi organizarea muncii în vopsitorii. Măsuri de protecţie a muncii 189

BIBLIOTECA PERSONALĂ
SILAGHI MARIUS CĂLIN
Nr. .....
Baia Mare

Coli de tipar 12,25. B.T. 20.VI.1989.
Format 16/70×100. Apărut 1989

I. P. „Oltenia" Craiova
Str. M. Viteazul, nr. 4
Republica Socialistă România
Plan 19653/79/1989