

FENOMENE FIZICO-CHIMICE CE APAR ÎN TIMPUL CURĂȚIRILOR CHIMICE ALE FIBRELOR DE LÂNĂ

Alina GĂRĂU, Irinela FIRAN

În practica de restaurare a textilelor – covoare, scoarțe, chilimuri – suntem frecvent obligați să obținem în laborator firele de lână necesare. Deoarece folosim lână „crudă” achiziționată de la ciobani, suntem nevoiți, pentru a aduce aceasta lână la parametri fizico-chimici ceruți de procesele de restaurare, să apelăm la metodele industriale de spălare.

În practica industrială, impuritățile de natura organică și anorganică se îndepărtează prin următoarele procedee de spălare mai importante:

- spălarea cu agenți neionogeni;
- spălarea în mediu slab acid;
- spălarea cu solvenți volatili;
- spălarea alcalina în soluții apoase;

Conducerea rațională a procesului de spălare alcalină a lânii reclama un control și o reglare corespunzătoare a principalilor parametri fizico-chimici, care intervin în acest proces și în special a temperaturii și a pH-ului.

În ceea ce privește obiectivul procesului de spălare ca atare (efect optim de curățire a fibrei crude de lână de impurități), valorile temperaturii și pH-ului ar trebui să fie relativ ridicate. Aceasta întrucât temperatura trebuie să depășească punctul de topire al grăsimilor și cerurilor de lână (respectiv peste 43°C), iar alcalinitatea să fie suficient de ridicată, pentru a permite formarea detergenților.

Determinarea conținutului de săpun se bazează pe stabilirea conținutului de materii grase totale rezultate prin scindarea săpunului cu acid sulfuric și extracția acizilor grași obținuți cu eter etilic.

Ridicarea temperaturii și pH-ului duce la o umflare mai accentuată a fibrelor de lână.

Umflarea fibrelor înlesnește acțiunea detergenților, deoarece provoacă răirirea densității impurităților pe suprafața fibrei, lărgirea canalelor care străbat fibra, slăbirea adeziunii impurităților pe fibră etc.

Acest fenomen se explică prin aceea că fibra de lână poate fi asemănată cu o celulă osmotică în care pereții joacă rolul unei membrane semipermeabile elastice, prin care pot trece cu ușurință moleculele de apă și ionii electroliților. Pereții însă nu pot fi traversați de microionii coloidalii de proteină, care determină în fiecare moment presiunea osmotică rezultată asupra pereților fibrei.

Același efect pozitiv asupra procesului de spălare îl mai are creșterea alcalinității și datorită potențialului electric cinetic (negativ) al fibrei de lână, odată cu pH-ul ceea ce condiționează desprinderea și îndepărtarea impurităților atât de pe suprafața fibrelor cât și din pori (respectiv capilarele ei), datorită forțelor electrice (coulombiene).

Ridicarea temperaturii și a pH-ului sunt limitate de faptul că procesul de spălare alcalină a lânii trebuie dublat cu grija de a conserva la maximum calitățile naturale ale fibrei și în special proprietățile ei fizico-mecanice, iar creșterea parametrilor menționați amenință la un moment dat însăși integritatea fibrei, deci implicit rezistența și elasticitatea ei.

Problemele se reduc deci la stabilirea limitelor superioare ale acestor parametri, care să asigure eficacitatea maximă a procesului de spălare, fără a compromite calitatea fibrei de lână.

Abordarea teoretică a spălărilor nu poate fi separată de concepțiile noi despre microstructura fibrei de lână. Se știe că lâna este un produs eterogen din punct de vedere morfologic și cristalografic. Din punct de vedere chimic însă, ea se compune aproape exclusiv dintr-un ansamblu de proteine insolubile (scleroproteine) respectiv cheratina.

Structura macromoleculară a proteinelor fibroase ce intră în structura cheratinei se caracterizează prin existența unui lanț polipeptidic, în care resturile de amino-acizi sunt unite prin legături amidice (sau peptinice: OC-NH).

Printre amino-acizii din care provin resturile menționate se găsesc diamin-acizii (arginina, lisina), amino-acizii dicarboxilici (acid glutamic, acid aspartic), hidroxizi amino-acizi (serina, treonina, tirozina) și tio-amino-acizi

(metionina, cistina, cisteina). Prezența acestora face să se presupună că între catenele laterale ale macromoleculor învecinate din fibra de lână, iau naștere legături electrovalențe de tipul sărurilor (între grupele aminice și carboxilice libere), legături de hidrogen (între grupele oxidrilice) și chiar legături covalente (prin oxidarea resturilor cistinice cu formarea de punți disulfurice sau cistinice) care, împreună cu legăturile peptinice ale lanțurilor principale și legăturile de hidrogen care se stabilesc în modul cel mai variat între lanțurile principale și cele secundare (prin intermediul grupelor CO, NH, OH etc.), asigură integritate întregului edificiu al fibrei de lână.

Prezența simultană a grupelor aminice și carboxilice pe corpul fibrei conferă acesteia proprietățile unui polielectrolit hibrid (amfolit), care conține atât grupări capabile să fixeze ionii de hidrogen (grupări bazice), cât și grupări capabile să cedeze ionii de hidrogen (grupări acide).

Reacția mediului influențează disociația acestui amfolit conform legii maselor: în mediu alcalin este blocată funcția bazică și favorizată cea acidă (lâna se comportă ca un polianion). În mediu acid, dimpotrivă, este blocată funcția acidă și favorizată cea bazică (lâna se comportă ca un polication). Echilibrul de disociere a legăturilor ionice este deci comandat de concentrația de ioni de hidrogen, respectiv pH-ul mediului.

Din cele de mai sus rezultă că trebuie să existe o valoare a concentrației ionilor de H, pentru care funcțiile acide și bazice de pe corpul fibrei își fac echilibrul (lâna ionică). Pentru aceasta valoare reactivitatea lânii va fi minimă, iar rezistența ei față de diferite solicitări va fi maximă; pH-ul corespunzător acestei valori poartă denumirea de punct izoelectric (pHi).

Determinările făcute chiar pe baza definiției sale arată că punctul izoelectric al lânii se află în domeniul slab acid ($pHi=4,9$), ceea ce se explică atât prin excesul grupelor acide asupra celor bazice, cât și prin reactivitatea mai accentuată a grupelor acide. Pe măsura îndepărtării de punctul izoelectric (de exemplu, prin trecerea și avansarea în domeniul alcalin), reactivitatea va trebui să crească, iar rezistența ei să scadă. Această scădere a rezistenței va deveni însă sensibilă numai atunci când creșterea pH-ului și temperaturii afectează și legăturile covalente, provocând reducerea punților disulfidice sau chiar scindarea hidrolitică a legăturilor peptidice.

Pe baza analizei rezultatelor experimentale, se ajunge la concluzia că pentru temperaturi ridicate, mai mari de 50 grade C, pH-ul băilor de spălare devine periculos pentru fibra de lână, numai la valori mult mai mari decât cele presupuse până în prezent. Explicația constă probabil în faptul că cheratina dispune de un sistem tampon foarte eficient.

Trebuie făcută o deosebire între pH-ul băilor de spălare și pH-ul fibrelor din bazin. Protejată de substanțele semicolidale din băile de spălare (Radix Saponaria, romopal), a căror activitate superficială crește în general cu pH-ul (atingând maximum în intervalul pH10-11), fibra se comportă, în privința fenomenului de tamponare, ca un sistem autonom, a cărui componentă acidă se consumă în general lent.

Atâta timp cât aceste cauze acționează, pH-ul din interiorul fibrei se va menține la un nivel care nu periclitează integritatea legăturilor principale (covalența), deși pH-ul mediului este în continuă creștere.

Curățirea la spălarea cu Radix Saponaria sau romopal se obține prin dizolvarea impurităților solubile și saponificarea ori emulsionarea grăsimilor.

Deoarece mediul în care au loc aceste schimbări este apa, este necesar ca de la început să se facă o umezire a fibrei.

Prezența uleiurilor vegetale sau minerale pe fibra de lână face ca aceasta să fie hidrofobă, adică să fie udată cu greu de către apă.

Aceasta comportare se datorează faptului că apa are tensiunea superficială mare, iar afinitatea apei pentru grăsimi este nulă.

O picătură de apă are în aer o formă perfect sferică. Acest fenomen se explică astfel: între moleculele apei există forțe de coeziune, datorită legăturilor de hidrogen.

Pentru o moleculă din interiorul lichidului, valoarea acestor forțe de coeziune este aceeași în toate direcțiile, iar rezultanta lor este nulă, astfel că molecula se poate mișca liber în lichid, conform teoriei cinetico-moleculare.

Pentru o moleculă de la exteriorul lichidului, situația se schimbă, deoarece forțele de coeziune sunt îndreptate numai spre lichid, iar rezultanta lor este o forță care atrage molecula respectivă spre interior. Această forță, care acționează asupra fiecărei molecule de la suprafața unui lichid trăgându-o spre interior, se numește tensiune superficială.

La suprafața unui lichid apare deci un strat de molecule, care se comportă ca o membrană ce strânge toate celelalte molecule, trăgându-le spre interior.

Tensiunea superficială este cauza care face ca picăturile lichidelor să capete în aer forma sferică.

O picătură de lichid, așezată pe o suprafață plană, își păstrează forma sferică, adică nu udă suprafața, sau se întinde și atunci udă suprafața.

În primul caz, între moleculele lichidului și suprafață nu apar forțe de coeziune, iar forma picăturii se datorează tensiunii superficiale a lichidului.

În cazul al doilea, între lichid și suprafață respectivă apar forțe de adeziune, care înving forțele de coeziune și fac ca moleculele lichidului să se întindă și să ude suprafața.

Pentru a favoriza udarea unei suprafețe se poate acționa deci în două moduri:

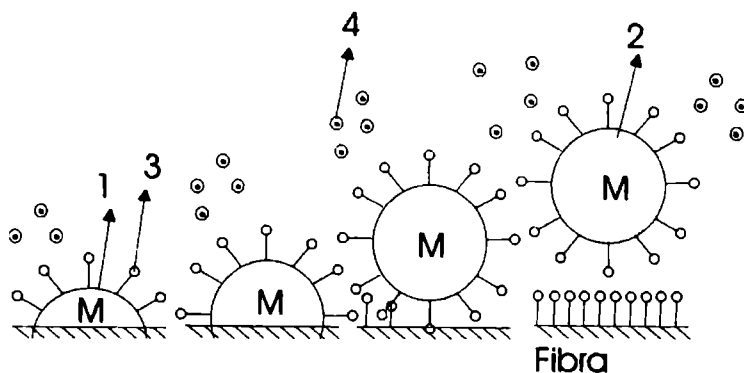
– prin mărirea forțelor de adeziune lichid-suprafață, mărime ce se realizează prin modificarea naturii suprafeței.

– prin micșorarea tensiunii superficiale a lichidului.

În cazul spălării, udarea fibrelor se realizează prin micșorarea tensiunii superficiale a apei, care apare ca rezultat al orientării moleculelor de romopal sau radix saponaria la suprafața de separare a celor două medii.

Orientarea se face cu gruparea hidrofobă spre aer, uleiuri, murdărie, și cu cea hidrofilă spre apă. Astfel, prin adăugarea de 5g/l romopal, tensiunea superficială a apei scade de la 72,8 erg/cm² la 26,1 erg/cm².

Substanțele grase sunt absorbite puternic de fibrele de lână. O fibră introdusă într-o emulsie de ulei se murdărește puternic. Cantitatea de substanță absorbită crește cu suprafața absorbantă, care este foarte mare în cazul lânii (1g de lână uscată, la pH neutru reprezintă pentru romopal 50 m² suprafața absorbantă).



- 1- murdărie aderentă
- 2- murdărie desprinsă
- 3- strat monomolecular de agent tensioactiv incarcat electric negativ
- 4- ioni de sodiu incarcati electric pozitiv

Pentru îndepărtarea substanțelor astfel absorbite sunt necesare forțe foarte mari, care nu pot fi realizate decât de către detergenți, prin fenomenul de absorbție orientată, așa cum s-a arătat mai sus. În acest caz, moleculele de romopal sau Radix Saponaria acționează ca o pană, introducându-se între murdărie și fibră. Prin îmbrăcarea celor două suprafețe într-un strat mono sau plurimolecular de detergent, între murdărie și fibra apar forțe de respingere electrostatice ce favorizează îndepărtarea murdăriei.

Desprinderea murdăriei este favorizată de acțiuni mecanice (agitare, frecare), ca și de umflarea fibrei, care contribuie la schimbarea poziției inițiale a murdăriei și la desprinderea ei.

În apă, fibra se umflă cu 20% și se lungeste numai cu 1%. Odată cu aceasta crește diametrul firului, iar fibrele care sunt înfășurate în spirală în jurul axei firului ar trebui să se întindă. Acest lucru nu este posibil, iar forțele care apar fac ca unghiul de înfășurare a firelor să se scurteze rezultând o scurtare a firelor.

Umflarea firelor duce la scurtarea țesăturii prin faptul că firele de bătătură, fiind mai groase și cu o torsiune redusă, se umflă mult, iar cele de urzeală, care sunt mai subțiri și mai răsucite se umflă mai puțin și sunt obligate să parcurgă un drum mai sinuos în jurul firelor de băteală. Tensiunile care apar în acest proces fac ca țesătura să se scurteze.

Prin spălare și eliminarea tensiunilor din fire țesătura devine mai moale și mai călduroasă. Îndepărtându-se murdăria ea capătă aspect frumos, vioiciune a culorilor, luciu, devine mai aptă pentru efectuarea operațiilor ulterioare.

PHISICAL-CHEMICAL PHENOMENA THAT APPEAR DURING THE CHEMICAL CLEANING OF WOOL FIBRES

The optimal effect in wool fibres cleaning is produced at high temperatures and pressures.

The rising of these values leads to an increased swelling of fibre, facilitating detergent action and weaking the sticky impurities on fibres.

In the laboratory practice washing is realised with ROMOPAL and RADIX SAPONARIA, dissolving impurities and emulsifying fats.

Fibres wetting is made by diminish the superficial tension of water through detergent's adding.

By washing and eliminating tensions on fibres the texture becomes more softly and warmly.

By cleaning the dirty, texture gains a nice aspect, vivid colours and shining and becomes able for next operations.

BIBLIOGRAFIE

1. Bucurenci E., Bucurenci I. – Utilajul și tehnologia finisării produselor textile. Editura didactică și pedagogică, București, 1974;
2. Hardwig M., Bucurenci I. – Spălarea produselor textile și detașarea petelor. Editura tehnică. București, 1978.