

INFLUENCE OF RETANNING MATERIALS WITH DIFFERENT PROPERTIES ON THE FLAMMABILITY OF LEATHER

INFLUENȚA MATERIALELOR DE RETĂBĂCIRE CU DIFERITE PROPRIETĂȚI ASUPRA INFLAMABILITĂȚII PIELII

Fan CHENG¹, Lingyun JIANG¹, Wuyong CHEN^{1*}, Carmen Cornelia GAIDAU², Lucretia MIU²

¹National Engineering Laboratory for Clean Technology of Leather Manufacture, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China, email: ffffcheng2008@163.com, wuyong.chen@163.com

²INCDTP - Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu St., sector 3, 031215 Bucharest, Romania, email: carmen_gaidau@hotmail.com

INFLUENCE OF RETANNING MATERIALS WITH DIFFERENT PROPERTIES ON THE FLAMMABILITY OF LEATHER

ABSTRACT. During leather making, plenty of materials are added to the hide fiber in some treatments including tanning, retanning and fatliquoring. Most of these processes and materials impact the flammability of leather. In this paper, effects of properties of retanning agents on leather flammability were emphatically discussed. First, six retanning agents were selected, including Chromitan, vegetable tannin, glutaraldehyde, syntans and organophosphorus agent, to treat cattle wet blue with routine processes. Then the flammability of the retanned and the control leather was evaluated by vertical flame test, oxygen index test and smoke density test. The surface area of the retanned leather was also measured by nitrogen adsorption method. The results show that the effect of different properties of retanning agents on leather flammability varies greatly. This is mainly due to three aspects: the combining ways between retanning agents and leather fibres, the filling ability of retanning materials to leather and the flame resistant element contained in retanning agents. These results may offer some guidance for the choices of retanning agent for fire-resistant leather.

KEY WORDS: retanning materials, leather, flammability

INFLUENȚA MATERIALELOR DE RETĂBĂCIRE CU DIFERITE PROPRIETĂȚI ASUPRA INFLAMABILITĂȚII PIELII

REZUMAT. În timpul fabricării pielii, fibrele acesteia se tratează cu o serie de materiale în cadrul unor operațiuni precum tăbăcirea, retăbăcirea și ungerea. Majoritatea acestor procese și materiale au impact asupra inflamabilității pielii. În această lucrare s-a discutat influența proprietăților agentilor de retăbăcire asupra inflamabilității pielii. Mai întâi s-au selectat șase agenți de retăbăcire, printre care Chromitan, tanin vegetal, glutaraldehidă, sintan și agent organofosforic, pentru tratarea pieilor bovine cromate utilizând procese convenționale. Apoi s-a evaluat inflamabilitatea pielii retăbăcite și a celei martor prin încercarea verticală la flacără, determinarea indicelui de oxigen și determinarea densității fumului. S-a măsurat și aria suprafeței pielii retăbăcite prin metoda adsorbției azotului. Rezultatele arată că efectul diferitelor proprietăți ale agentilor de retăbăcire asupra inflamabilității pielii variază foarte mult. Acest lucru se datorează, în principal, următoarelor trei aspecte: modalitățile de combinare între agenții de retăbăcire și fibrele pielii, capacitatea materialelor de retăbăcire de umplere a pielii și elementele rezistente la foc conținute în agenții de retăbăcire. Aceste rezultate pot oferi câteva sfaturi privind alegerea agentului de retăbăcire pentru pielea rezistentă la foc.

CUVINTE CHEIE: materiale de retăbăcire, piele, inflamabilitate

L'INFLUENCE DES MATÉRIAUX DE RETANNAGE AVEC DES PROPRIÉTÉS DIFFÉRENTES SUR L'INFLAMMABILITÉ DU CUIR

RÉSUMÉ. Lors de la fabrication de la peau, les fibres sont traitées avec une variété de matériaux en appliquant des opérations telles que le tannage, le retannage et la lubrification. La plupart de ces procédés et matériaux ont un impact sur l'inflammabilité du cuir. Dans cet article on a discuté les effets des propriétés des agents de retannage sur l'inflammabilité du cuir. Tout d'abord, on a sélectionné six agents de retannage y compris Chromitan, un tanin végétal, la glutaraldéhyde, des syntans et un agent organophosphoré, pour traiter les cuirs bovins chromés en employant les processus de routine. Puis on a évalué l'inflammabilité du cuir retanné et de contrôle par le test de flamme verticale, le test de l'indice d'oxygène et le test de densité de fumée. La surface du cuir retanné a été également mesurée par la méthode d'adsorption d'azote. Les résultats montrent que l'effet de différentes propriétés des agents de retannage sur l'inflammabilité du cuir varie considérablement. Ceci est principalement dû aux trois aspects suivants: les moyens de combinaison entre les agents de retannage et les fibres de cuir, la capacité de remplissage du cuir des matériaux à retanner et l'élément résistant à la flamme contenue dans les agents de retannage. Ces résultats peuvent donner une orientation pour le choix d'un agent de retannage pour le cuir résistant au feu.

MOTS CLÉS: matériaux de retannage, cuir, inflammabilité

INTRODUCTION

To make animal skins into finished and utility leathers, skins have to be treated with many processes including soaking, degreasing, unhairing, liming, picking, tanning, retanning, fatliquoring and finishing. During these processes, many sorts of materials were added in the leather system and therefore would

INTRODUCERE

Pentru a transforma piele de animale în piei finite și utile, acestea sunt tratate prin intermediul mai multor procese, printre care înmuierea, degrasarea, îndepărtarea părului, cenușărirea, piclarea, tăbăcirea, retăbăcirea, ungerea și finisarea. În timpul acestor procese, pielea este tratată cu mai multe tipuri de

* Correspondence to: Wuyong CHEN, National Engineering Laboratory for Clean Technology of Leather Manufacture, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China, email: wuyong.chen@163.com

influence the flammability of leather. Among those treatments, retanning is one of the most important factors that affect fire retardance of leather [1]. At present the effects of tanning [2], retanning [3], fatliquoring [4] and finishing [5] on the flammability of leather were studied in domestic. But the effect of retanning was only studied with different retanning agent dosages and the results obtained were exhibited without analyzing the relation between the properties of retanning material and the fire-resistance of leather. In this experiment, six common kinds of retanning agents with different properties were selected to treat the cattle wet blue. Then the flammability of the retanned leathers and the control samples was measured by vertical flame (ALCA Method E 50) test, oxygen index (OI) test (ASTM D 2863-77) and smoke density (GB/T 8627) test. During the test, we used precise sampling and extra mechanical treatment to eliminate the influence of region difference of wet blue and mechanical action on the result and to obtain a more accurate consequence.

EXPERIMENTAL

Materials

Cattle Wet-blue, tanned with routine method, was shaved to a thickness of 1.2 mm. The six retanning agents were commercial products and their properties are shown in Table 1 and Table 2.

Table 1: Six retanning agents selected in the experiment
Tabelul 1: Descrierea celor șase agenți de retăbăcire selectați pentru experiment

Name <i>Denumire</i>	Category <i>Categorie</i>	Basic parameter <i>Parametru de bază</i>		Manufacturers <i>Producător</i>
		Active ingredients <i>Ingrediente active</i>	Content <i>Conținut</i>	
Chromitan	Mineral tanning agent <i>Agent tanant mineral</i>	Cr ₂ O ₃	23%	Chemical industry, Minfeng, Chongqing
Mimosa tannin <i>Mimosa</i>	Vegetable tannin <i>Tanin vegetal</i>	Tannin extract <i>Extract de tanin</i>	68%	Fine chemical industry, Shifang, Sichuan
Modified glutaraldehyde <i>Glutaraldehidă modificată</i>	Glutaraldehyde <i>Glutaraldehidă</i>	Glutaraldehyde <i>Glutaraldehidă</i>	45%	Organic Limited Corporation, Wuhan
Relugan RE	Acrylic resin <i>Răsină acrilică</i>	Acrylic copolymer <i>Copolimer acrilic</i>	40%	BASF
Basytan AN	Aromatic syntan <i>Sintan aromatic</i>	Aromatic sulfonic condensate <i>Condensat sulfonic aromatic</i>	96%	BASF
Granofin F-60	Organophosphorous <i>Organofosforic</i>	Tetrakis(hydroxymethyl) phosphonium salt <i>Tetrakis fosforiu sulfat hidroximetil</i>	75%	Clariant

materiale, iar acestea pot influența inflamabilitatea pielii. Dintre aceste tratamente, retăbăcirea reprezintă unul dintre cei mai importanți factori care afectează rezistența la foc a pielii [1]. În prezent, influența tăbăcării [2], retăbăcării [3], ungerii [4] și finisării [5] asupra inflamabilității pielii a fost studiată la nivel local. Însă influența retăbăcării a fost studiată doar utilizând diferite oferte de agent de retăbăcire, iar rezultatele obținute au fost prezентate fără a analiza relația dintre proprietățile materialului de retăbăcire și rezistența la foc a pielii. În acest experiment, s-au selectat șase tipuri de agenți de retăbăcire comuni cu proprietăți diferite pentru tratarea pieilor bovine cromate. Apoi s-a determinat inflamabilitatea probelor de piele retăbăcite și a probei martor prin încercarea verticală la flacără (metoda ALCA E 50), determinarea indicelui de oxigen (OI) (ASTM D 2863-77) și determinarea densității fumului (GB/T 8627). În timpul testelor, probele s-au prelevat cu precizie și s-a aplicat un tratament mecanic suplimentar pentru a elimina influența diferenței de regiune a pieilor cromate și o acțiune mecanică asupra rezultatului și pentru a obține un rezultat mai exact.

PARTEA EXPERIMENTALĂ

Materiale

Piele bovine cromate, tăbăcăte cu metoda convențională, au fost făltuite la o grosime de 1,2 mm. Cei șase agenți de retăbăcire au fost produse comerciale, iar proprietățile lor sunt prezентate în Tabelele 1 și 2.

Table 2: Properties of retanning agents
 Tabelul 2: Proprietățile agenților de retăbăcire

Name Denumire	Effective retanning group Grupă de retăbăcire	Combining ways with leather fibres Modalități de combinare cu fibrele pielii	Filling ability Capacitate de umplere	Fire-resistant element Element ignifugant
Chromitan	Chrome complex ion Complex al ionului de crom	Coordinate bonds Legături coordinative	+	None Niciunul
Mimosa tannin <i>Mimosa</i>	Phenol hydroxyl group Grupă hidroxil fenolică	Hydrogen bonds Legături de hidrogen	+++	None Niciunul
Modified glutaraldehyde <i>Glutaraldehidă</i> <i>modificată</i>	Aldehyde group Grupă aldehidică	Covalent bonds Legături covalente	+	None Niciunul
Relugan RE	Carboxyl and hydroxyl group Grupă carboxil și hidroxil	Hydrogen and electrovalent bonds Legături electrovalente și de hidrogen	++	None Niciunul
Basytan AN	Sulfonic and hydroxyl group Grupă sulfonică și hidroxil	Hydrogen and electrovalent bonds Legături electrovalente și de hidrogen	++	None Niciunul
Granofin F-60	Hydroxyl group Grupă hidroxil	Hydrogen and covalent bonds Legături covalente și de hidrogen	+	Phosphorus Fosfor

The number of "+" represents the filling ability and the filling ability ranks as: "+++" > "++" > "+"
 Numărul de „+” reprezintă capacitatea de umplere, în ordinea următoare: „+++" > „++” > „+”

Preparation of Retanned Leather Samples

Twelve sample pieces (35cm x 40cm) were symmetrically cut from the part next to the back bone of the cattle wet blue. The six samples from the right part were weighed and then prepared with 4% different retanning agents based on the weight of the single sample. The final retanned leathers were marked as A1, B1, C1, D1, E1, F1, respectively. Matched pieces from the left part were taken for the control samples and marked with A0, B0, C0, D0, E0, F0, respectively. The control samples were treated with the same operation but without adding retanning agent.

After retanning, all the samples were separately thrown into a drum and treated in a 300% float for 3h at 30°C to eliminate the effect of mechanical action on the flammability test results. After that they were dried and then stretched flat.

Prepararea probelor de piele retăbăcită

S-au prelevat simetric 12 probe (35cm x 40cm) de piele bovină cromată din regiunea de lângă şira spinării. Cele şase probe din partea dreaptă au fost cântărite şi apoi tratate cu o ofertă de 4% agenți de retăbăcire diferenți, pe baza greutății unei singure probe. Pielele retăbăcite au fost notate cu A1, B1, C1, D1, E1 şi F1. Probele identice din partea stângă au fost considerate probe martor şi notate cu A0, B0, C0, D0, E0 şi F0. Probele martor au fost supuse aceleiaşi operații, dar fără a se adăuga agent de retăbăcire.

După retăbăcire, toate probele au fost puse separat într-un butoi şi tratate într-o flotă de 300%, timp de 3h, la 30°C, pentru a elimina influenţa acţiunii mecanice asupra rezultatelor testelor de inflamabilitate. După aceea probele au fost lăsate să se usuce şi au fost întinse.

Sampling for Flammability Test

A set of samples, including 5 pieces for the vertical flame test, 5 pieces for oxygen index test and 3 pieces for smoke density test were taken from each retanned and control leather piece. The samples for the vertical flame test were 51mm by 317.5mm, and their long axis was perpendicular to backbone. Oxygen index test samples were 52mm by 140mm and samples for smoke density test were 50mm by 52mm. The prepared samples were stored in a chamber at $20\pm1^\circ\text{C}$ and $65\pm2\%$ relative humidity for 48h, and then the thickness of each sample was measured.

Flammability Test

The vertical flame, the oxygen index and the smoke density of all the samples were tested according to ALCA Method E50, ASTM D 2863-77 and GB/T 8627-1999 respectively.

Determination of Surface Area of Leather

The samples were cut into small particles and $0.3\sim0.5\text{g}$ were taken respectively for the measurement according to GB/T19587-2004.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Vertical Flame and Oxygen Index Analyses

The lower the vertical flame test indexes, including after-flame, after-glow, char length and weight loss, the better the flame resistance of leather. The oxygen index (OI) indicates the minimum concentration of oxygen needed to keep the sample burning. The greater the oxygen index, the more difficult the burning.

The vertical flame test and OI test results are shown in Table 3 and Table 4. According to an early study [3], the flame resistance of leather was usually weakened after retanning. From the results in this experiment, the flammability of leather retanned with chromitan and modified glutaraldehyde was almost unchanged. This is possibly because the combining ways between retanning materials and leather fibres

Prelevarea probelor pentru testarea inflamabilității

Din fiecare eșantion de piele retăbăcită și martor s-a prelevat un set de probe cuprinzând 5 probe pentru încercarea verticală la flacără, 5 probe pentru determinarea indicelui de oxigen și 3 probe pentru determinarea densității fumului. Probele pentru încercarea verticală la flacără au avut dimensiunile $51\text{ mm} \times 317.5\text{ mm}$, iar lungimea acestora a fost perpendiculară pe şira spinării. Probele pentru determinarea indicelui de oxigen au avut dimensiunile $52\text{ mm} \times 140\text{ mm}$, iar probele pentru determinarea densității fumului au avut dimensiunile $50\text{ mm} \times 52\text{ mm}$. Probele pregătite au fost depozitate într-o cameră, la $20\pm1^\circ\text{C}$ și $65\pm2\%$ umiditate relativă, timp de 48 h și apoi s-a măsurat grosimea fiecărei probe.

Testul de inflamabilitate

Încercarea verticală la flacără, determinarea indicelui de oxigen și determinarea densității fumului pentru toate probele s-au efectuat conform metodelor ALCA E50, ASTM D 2863-77 și GB/T 8627-1999.

Determinarea ariei suprafeței pielii

Probele s-au tăiat în particule mici și s-au luat $0.3\sim0.5\text{ g}$ pentru măsurători conform GB/T19587-2004.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Încercarea verticală la flacără și determinarea indicelui de oxigen

Cu cât sunt mai mici valorile încercării verticale la flacără, inclusiv timpul de persistență a flăcării, luminozitatea remanentă, dimensiunea zonei carbonizate și pierderea în greutate, cu atât este mai bună rezistența la foc a pielii. Indicele de oxigen (OI) indică concentrația minimă de oxigen necesară pentru a menține arderea probei. Cu cât este mai mare indicele de oxigen, cu atât mai dificilă este arderea.

Rezultatele încercării verticale la flacără și ale determinării OI sunt prezentate în Tabelul 3, respectiv Tabelul 4. Potrivit unui studiu anterior [3], rezistența la foc a pielii a scăzut după retăbăcire. Conform rezultatelor obținute în cadrul acestui experiment, inflamabilitatea pielii retăbăcite cu Chromitan și glutaraldehidă modificată a rămas aproape neschimbată. Acest lucru

are Coordinate bonds and Covalent bonds respectively, which are very stable. The weight loss and char length of mimosa tannin retanned leather increased by 14.6% and 22.6% respectively, because of the weak hydrogen bonds between tannin extract and leather fibre. However, the OI value increased by 7% too, mainly because the filling ability of tannin to leather was very good, which prevented the circulation of air in leather. For Relugan RE and Basytan AN retanned leather, the OI values decreased and the after flame and after glow times increased, indicating that both the acrylic resin and the aromatic systan weakened the fire-resistance of leather. However, the after flame and after glow of leather retanned with Granofin F-60 which containing tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium salt (THP) decreased to zero, and the OI value increased to 30.3%, which reflected the good flame retardance of organic phosphorus retanned leather. The explanation for this phenomenon is that the Granofin F-60 contains THP salt, which is always used as a flame retardant in textile industry.

se datorează probabil faptului că modalitățile de combinare între materialele de retăbăcire și fibrele de piele sunt reprezentate de legături coordinative, respectiv covalente, care sunt foarte stabile. Pierdere în greutate și dimensiunea zonei carbonizate la pielea retăbăcătă cu mimosa au crescut cu 14,6%, respectiv 22,6%, datorită legăturilor de hidrogen slabe între extractul de tanin și fibrele de piele. Cu toate acestea, valoarea OI a crescut, de asemenea, cu 7%, în principal datorită capacității foarte bune de umplere a taninului, care a împiedicat circulația aerului în piele. Pentru pielea retăbăcătă cu Relugan RE și Basytan AN, valorile OI au scăzut, iar timpul de persistență a flăcării și luminozitatea remanentă au crescut, indicând faptul că rășina acrilică și sintanul aromatic au slăbit rezistența la foc a pielii. Cu toate acestea, timpul de persistență a flăcării și luminozitatea remanentă pentru pielea retăbăcătă cu Granofin F-60, care conține tetrakis fosforiu sulfat hidroximetil (THPS), au scăzut la zero. Valoarea OI a crescut la 30,3%, ceea ce reflectă rezistența bună la foc a pielii retăbăcute cu substanțe organofosforice. Explicația acestui fenomen este că Granofin F-60 conține sare THP, care este întotdeauna folosită ca agent de ignifugare în industria textilă.

Table 3: Vertical flame test results
Tabelul 3: Rezultatele încercării verticale la flacără

Retanning agent Agent de retăbăcire		Thickness (mm) Grosime (mm)	After flame(s) <i>Timp de persistență a flăcării (s)</i>	After glow (s) <i>Luminozitate remanentă (s)</i>	Weight loss(%) <i>Pierdere în greutate (%)</i>	Char length (cm) <i>Dimensiunea zonei carbonizate (cm)</i>
Chromitan	0% 4%	0.879 0.900	0.91 0.50	13.48 145.45	4.26 4.72	0.81 1.23
Mimosa tannin <i>Mimosa</i>	0% 4%	1.062 1.235	1.02 1.09	12.49 58.22	3.02 3.46	0.53 0.65
Modified Glutaraldehyde <i>Glutaraldehidă modificată</i>	0% 4%	1.129 1.134	0.80 0.44	11.73 9.20	3.37 3.51	0.57 0.54
Relugan RE	0% 4%	1.167 1.300	0.82 2.09	32.66 19.56	3.14 2.99	0.60 0.55
Basytan AN	0% 4%	0.995 1.064	0.64 0.80	15.19 29.47	4.07 3.70	0.70 0.72
Granofin F-60	0% 4%	1.198 1.238	0.33 0	9.56 0	3.14 2.81	0.42 0.33

Table 4: Oxygen index test results

Tabelul 4: Rezultatele determinării indicelui de oxigen

Retanning agent Agent de retăbăcire		Chromitan	Mimosa tannin Mimosa	Glutaraldehyde Glutaraldehidă	Relugan RE	Basytan AN	Granofin F-60
Thickness (mm) Grosime (mm)	0% 4%	1.086 1.112	1.125 1.280	1.060 1.085	1.120 1.285	1.020 1.040	1.150 1.220
O I (%) Indice oxigen (%)	0% 4%	27.3 28.3	27.0 27.5	27.1 27.3	26.8 26.4	27.0 26.3	27.9 30.3

Surface Area

According to the test, there is a relation between surface area and flammability of leather. The smaller the surface area, the tighter the leather fibre and the more disadvantageous to leather interior air flow. As can be seen in Figure 1, surface area of mimosa extract retanned leather is the smallest, $1.9756\text{m}^2/\text{g}$, which indicates the best filling ability of vegetable tannin. Based on this characteristic, permeability of oxygen in this leather sample is prevented and high OI is obtained, which is consistent with the oxygen index test results. Following after tannin retanned leather are leathers retanned by acrylic resin and systan, whose surface areas are $2.0815\text{m}^2/\text{g}$ and $2.1572\text{m}^2/\text{g}$, respectively. On the contrary, glutaraldehyde and Granofin F-60 retanned leathers have larger surface areas, indicating that the filling abilities of organic phosphorus and glutaraldehyde are not good when they are solely used in retanning process. Besides, the increase of leather thickness after retanning, as detailed in Table 3 and Table 4, reflects the filling ability of retanning agents too.

Aria suprafetei

Conform testului, există o relație între aria suprafetei și inflamabilitatea pielii. Cu cât e mai mică aria suprafetei, cu atât mai strâns sunt fibrele de piele și cu atât este mai deficitar fluxul de aer în interiorul pielii. După cum se poate vedea în Figura 1, aria suprafetei pielii retăbăcite cu extract de mimosa este cea mai mică, $1,9756\text{ m}^2/\text{g}$, ceea ce indică o capacitate mai bună de umplere a taninului vegetal. Pe baza acestei caracteristici, permeabilitatea oxigenului în această probă de piele este împiedicată și se obține o valoare mare a OI, care este în concordanță cu rezultatele determinării indicelui de oxigen. După pielea retăbăcită cu tanin urmează pieile retăbăcite cu rășină acrilică și sintan, cu ariile suprafetelor de $2,0815\text{ m}^2/\text{g}$, respectiv $2,1572\text{ m}^2/\text{g}$. Dimpotrivă, pielea retăbăcită cu glutaraldehidă și Granofin F-60 retanned au ariile suprafetelor mai mari, indicând capacitatele slabe de umplere ale substanțelor organofosforice și glutaraldehidei atunci când sunt folosite doar în procesul de retăbăcire. În plus, creșterea grosimii pielii după retăbăcire, prezentată în detaliu în Tabelele 3 și 4, reflectă și capacitatea de umplere a agenților de retăbăcire.

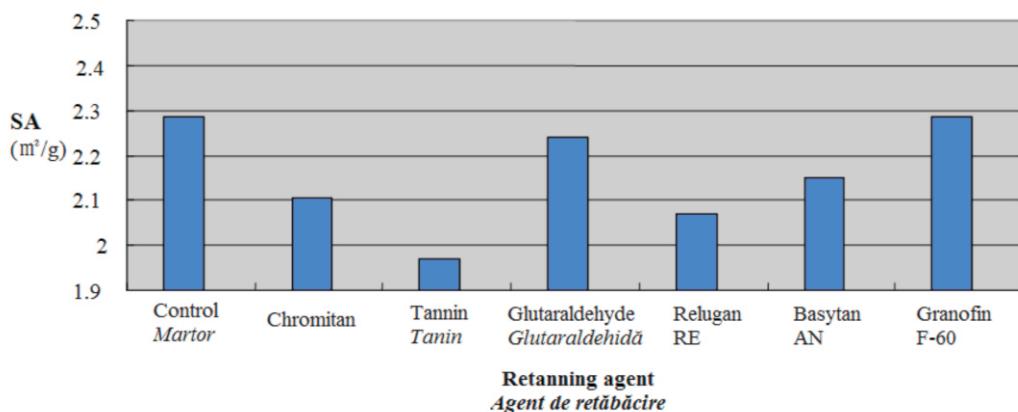


Figure 1. Surface area of retanned samples and the control

Figura 1. Aria suprafetei probelor martor și a celor retăbăcite

Smoke Density

Smoke is one of the most serious risk factors in fire disasters. "Flame retardancy" and "smoke suppression" are equally important requirements for flame retardant materials. But they often contradict each other. Generally, materials generate less smoke when they can burn easily and completely. Smoke is dangerous in fire disasters which keeps people from evacuating and results in suffocating. The larger the smoke density, the shorter the fire fighting time left. So the smoke density is another important factor to investigate the fire-safety of leather.

The smoke density results are shown in Table 5. The smoke density of chrome and glutaraldehyde retanned leather reduced by 12.2% and 9.8%, respectively. Glutaraldehyde is a hydrocarbon polymer, and many oxygen elements exist on its main chain. Because of that, it can completely burn out in fire with little smoke released. After retanning with mimosa extract or acrylic resin or aromatic syntan, the smoke density of leather increased, especially with acrylic resin which increased by 30%. This is because materials containing many olefins and side chains usually produce much smoke as they can form carbon grains through cyclization and polycondensation in fire [6]. It is worth mentioning that leather retanned with Granofin F-60 obtained good flame retardant results, as can be seen from the vertical flame test and OI test. However the smoke density of this retanned leather was also small, which showed that organic phosphorus retanning was beneficial for leather in fire disaster prevention.

Densitatea fumului

Fumul este unul dintre factorii de risc cei mai gravi în dezastrele cauzate de incendiu. „Ignifugarea” și „suprimarea fumului” sunt cerințe importante în egală măsură pentru materialele ignifuge. Însă acestea sunt adesea contradictorii. În general, materialele generează mai puțin fum atunci când ard cu ușurință și complet. Fumul este periculos în caz de incendii care împiedică evacuarea persoanelor și au ca rezultat sufocarea. Cu cât mai mare este densitatea fumului, cu atât mai scurt este timpul rămas pentru stingerea incendiilor. Prin urmare, densitatea fumului este un alt factor important în investigarea rezistenței la foc a pielii.

Rezultatele determinării densității fumului sunt prezentate în Tabelul 5. Densitatea fumului pentru pieile retăbăcite cu crom și glutaraldehidă a scăzut cu 12,2%, respectiv 9,8%. Glutaraldehida este un polimer de hidrocarburi, iar pe catena principală se regăsesc multe elemente de oxigen. Din această cauză, poate arde complet eliberând puțin fum. După retăbăcire cu extract de mimosa, răsină acrilică sau sintan aromatic, densitatea fumului a crescut, în special la pielea retăbăcită cu răsină acrilică, care a crescut cu 30%. Acest lucru se datorează faptului că materialele care conțin multe olefine și catene laterale degajă, de obicei, mult fum, întrucât acestea pot forma granule de carbon prin ciclizarea și policondensarea în foc [6]. Este de remarcat faptul că pielea retăbăcită cu Granofin F-60 a obținut rezultate bune de rezistență la foc, după cum demonstrează încercarea verticală la flacără și determinarea OI. Cu toate acestea, densitatea fumului pentru pielea retăbăcită astfel a fost mică, ceea ce a indicat că retăbăcirea cu substanțe organofosforice a fost benefică pentru piele în prevenirea incendiilor.

Table 5: Smoke density results

Tabelul 5: Rezultatele determinării densității fumului

Retanning agent Agent de retăbăcire		Chromitan	Mimosa Tannin Mimosa	Glutaraldehyde Glutaraldehidă	Relugan RE	Basytan AN	Granofin F-60
Thickness (mm) <i>Grosime (mm)</i>	0% 4%	0.956 1.036	1.083 1.214	1.082 1.095	1.118 1.253	0.996 1.141	1.176 1.202
Smoke density (%) <i>Densitatea fumului (%)</i>	0% 4%	49 43	48 53	51 46	50 65	49 53	51 49

CONCLUSIONS

The flammability of leather retanned with different retanning agents is variable, because of the different properties of the retanning materials. The performance of the three properties of retanning agents on the flame resistance of leather can be ranked as: the flame resistant element > the filling ability > the combining ways. Despite of the smoke density, the fire resistance of various retanned leather can be ranked as: Organophosphorous > tannin extract > chromitan > glutaraldehyde > acrylic resin > aromatic syntan. When take smoke density into consideration, it may be ranked as: Organophosphorous > chromitan > glutaraldehyde > tannin extract > aromatic syntan > acrylic resin. So, in order to make leathers with good fire retardancy, it is significant to use retanning agent which contains flame resistant element, has good filling ability as well as stable combining ways with leather fibre.

Acknowledgements

The authors wish to thank Ministry of Science and Technology of China for the project of Co-operation in Science and Technology between Romania and China (item No. 2009DFA42850, 2006DFA41010, 40-3).

REFERENCES

1. Donmez, K., Kallenberger, W.E., Flame Resistance of Leather, *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, **1992**, 87, 1-19.
2. Chen, W. et al., Influence of tanning on the flammability of leather, *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, **2007**, 91, 159-161.
3. Huang, Z., Li, L., Chen, W., Influence of retanning on the flammability of leather, *China Leather*, **2005**, 34, 3, 1-4.
4. Huang, Z., Li, L., Chen, W., Influence of fatliquoring on the flammability of leather, *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, **2006**, 90, 155-158.
5. Gong, Y. et al., Influence of finishing on the flammability of leather, *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, **2007**, 91, 208-211.
6. Ou, Y., Practical flame retardant technology, Chemical Industry Publishing House, Beijing, **2002**.

CONCLUZII

Inflamabilitatea pielii retăbăcite cu diferiți agenți este variabilă, datorită proprietăților diferite ale materialelor de retăbăcire. Performanțele celor trei proprietăți ale agenților de retăbăcire privind rezistența la foc a pielii pot fi clasificate după cum urmează: elementul rezistent la foc > capacitatea de umplere > modalitățile de combinare. În ciuda densității fumului, rezistența la foc a diverselor piei retăbăcute poate fi clasificată după cum urmează: substanțe organofosforice > extract de tanin > Chromitan > glutaraldehidă > răsină acrilică > sintan aromatic. Când luăm în considerare densitatea fumului, clasificarea este: substanțe organofosforice > Chromitan > glutaraldehidă > extract de tanin > sintan aromatic > răsină acrilică. Deci, pentru a confieri pieilor rezistență bună la foc, este important să se utilizeze un agent de retăbăcire care să conțină elemente rezistente la foc, cu o capacitate bună de umplere, precum și cu modalități stabile de combinare cu fibrele de piele.

Mulțumiri

Autorii doresc să mulțumească Ministerului Științei și Tehnologiei din China pentru proiectul de cooperare în domeniul științei și tehnologiei, dintre România și China (nr. 2009DFA42850, 2006DFA41010, 40-3).