

## Materijal od mješavine kenafa i poliestera za unutrašnje uređenje automobila sa svojstvom otpuštanja aniona

Prof.dr.sc. **Lai-Jiu Zheng**, dipl.ing.

**Bing Du**, dipl.ing.

**Tingting He**, doktorand

Prof.dr.sc. **Ju Wei**, dipl.ing.

**Shihui Gao**, dipl.ing.

Dalian Polytechnic University, Liaoning Province Key Lab of Clean Textile

Dalian, Kina

e-mail: fztrwx@dlpu.edu.cn

Prispjelo 26.6.2011.

UDK 677.017

Stručni rad

*Danas količina automobila u svijetu konstantno raste i ljudi provode više vremena u njima nego prije. Stoga su mnogi znanstvenici sve više zabrinuti za kvalitetu zraka u unutrašnjosti automobila. Onečišćenje zraka u automobilu uglavnom uzrokuju polimerni materijali koji se koriste za unutrašnje uređenje, odnosno materijali koji se koriste za izradu vrata, ukrasnih tkanina, podnih tepiha i navlaka za sjedala. Ovi su materijali uglavnom proizvedeni od kemijskih vlakana koja otpuštaju štetne plinove kao formaldehid, aceton, dimetilbenzen, i utječu na kvalitetu zraka u ograničenom prostoru automobila. U svrhu rješavanja tog problema i poboljšanja kvalitete zraka u vozilima razvijen je novi materijal za unutrašnje uređenje automobila sa svojstvom otpuštanja aniona od mješavine kenafovih i poliesterskih vlakana niskog tališta s dodatkom anionskog turmalinskog sredstva. Ortogonalna metoda primijenjena je za optimizaciju parametara aniona: materijal se uranja u turmalinsko sredstvo koncentracije 500 g/L dva puta po 20 min. Za analizu količine otpuštanja aniona pod utjecajem različitih faktora korišten je SPSS program te je dobivena sljedeća shema optimiziranog procesa: vruće prešanje na temperaturi od 168,9 °C i pritisak od 5,5 MPa u vremenu od 5,3 min. Ovako proizveden materijal može postići maksimalnu količinu oslobađanja aniona od 1480~1690 ion/cm<sup>3</sup>. Anioni mogu adsorbirati, vezivati i deponirati lebdeće čestice iz zraka, a zbog piezoelekticiteta i piroelekticiteta turmalinskog praha anioni se mogu reciklirati i kontinuirano otpuštati u svrhu poboljšanja kvalitete zraka u unutrašnjosti automobila.*

**Ključne riječi:** anion, turmalin, materijal za unutrašnje uređenje automobila, kenaf, ortogonalni model

### 1. Uvod

U današnje vrijeme znanstvenici su sve više zabrinuti zagađenim zrakom u unutrašnjosti automobila. Za izradu materijala od kojih su napravljene

obloge vrata, presvlake, tepisi, sjedala i drugi polimerni materijali, korištena su kemijska vlakna koja otpuštaju štetne plinove kao što su formaldehid, aceton, ksilen itd. Ovi štetni plinovi zagađuju zrak unutar

automobila i štete ljudskom zdravlju. U svrhu poboljšanja kvalitete zraka u automobilu, u ovom radu analiziran je materijal za unutrašnje uređenje automobila sa svojstvom otpuštanja aniona, načinjen od kenafa i PES

vlakna niskog tališta. Kao prirodno vlakno, kenaf se može razgrađivati i reciklirati, te se primjenjuje u mnogim područjima. Kenafova vlakna se, slično kao i druga likova vlakna, degumiraju kako bi se dobila vlakna svojstava pogodnih za primjenu u tekstu [1-3]. Međutim u ovom radu, za razvoj materijala za unutrašnje uređenje automobila, korištena su nedegumirana kenafova i poliesterska vlakna. Za analizu odnosa raznih faktora i količine otpuštanja aniona upotrijebljena je faktorska analiza orogonalnih (pravokutnih) rotacija. Postignuta su mnoga pogodna svojstva ovog novog materijala za unutrašnje uređenje automobila. Anioni, koje otpušta turmalinski prah, mogu adsorbirati i vezivati (deaktivirati) nepoželjne čestice u zraku te je postignuto poboljšanje kvalitete zraka unutar automobila [4].

## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Materijali

Materijal za unutrašnje uređenje automobila sastoji se od mješavine kenaf/PES niskog tališta u omjeru 60:40, površinske mase 800 g/m<sup>2</sup>.

Kenaf vlakna: finoća 3,23-1,66 tex, duljina 3,5 do 29 mm.

PES vlakna: finoće 1,5 tex, duljine 40 mm, gustoće 0,92 g/cm<sup>3</sup>; talište 167 °C, prekidne čvrstoće 489 cN/tex.

Turmalinski prah: prosječnog promjera čestica 6,5 μm.

### 2.2. Obrade i ispitivanja

#### 2.2.1. Obrada materijala za funkciju otpuštanja aniona

Kompozitni materijal od mješavine kenaf/PES (60:40) obrađen je uz disperzijom anionskog sredstva miješanjem pri optimalnim uvjetima, koji su dobiveni ispitivanjima. Slijedilo je sušenje na vrućim valjcima (termofiksiranje) te je tako dobiven kenaf/PES materijal za unutrašnje uređenje automobila kojem su ispitivana svojstva otpuštanja aniona.

#### 2.2.2. Mjerenje količine otpuštanja aniona

Uzorci dobivenog materijala dimenzija 5 x 5 cm postavljeni su na uređaj za ispitivanje aniona (COM-3010PRO, proizveden u Japanu) uz uvjete ispitivanja: temperatura od 20 ± 2 °C, i relativna vlažnost od 45 do 75 %.

#### 2.2.3. Karakterizacija turmalinskog praha

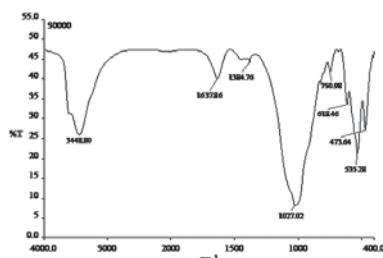
Turmalinski prah je analiziran primjenom FTIR - Furierove transformacijske infracrvene spektroskopije. Upotrijebljen je Spectrum One-B FTIR spektrometar uz sljedeće uvjete ispitivanja: raspon skeniranja od 4000 do 400 cm<sup>-1</sup>, frekvencija 50-60 Hz, napon od 220-240 V, snaga 250 W.

Za promatranje topografije površine turmalinskog praha i izradu snimki upotrijebljen je skenirajući elektronski mikroskop - SEM (JEOLJSM - 6460LV) pri sljedećim uvjetima: napon 20 kV, jakost struje 100 μA.

## 3. Rezultati i rasprava

### 3.1. Karakterizacija turmalinskog praha

Na sl.1 je prikazan infracrveni spektar ispitivanog turmalinskog praha. Iz spektra se jasno vidi da se apsorpcijska vrpca, koja pripada O-H vezi nalazi na 3448,80 cm<sup>-1</sup>, apsorpcijska vrpca Si-O veze na 1637,86 cm<sup>-1</sup>, vrpca B-O veze na 1384,76 cm<sup>-1</sup> te vrpca kompleksnih tročlano prstenastih spojeva na 1027,02 cm<sup>-1</sup>. SEM mikrografske snimke turmalina prikazane su na sl.2 te je vidljiv stupačast oblik kristala s radijalno-zrakastim i igličastim agregatima.

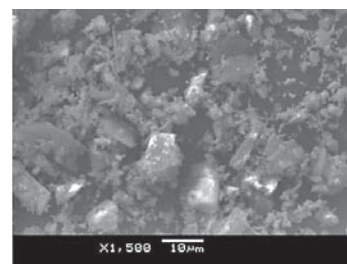


Sl.1 Infracrveni spektar turmalina

### 3.2. Parametri optimizacije anionskog sredstva za obradu

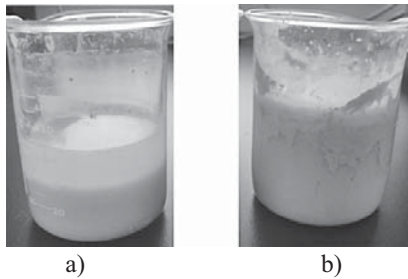
#### 3.2.1. Odabir sredstva za izradu disperzije turmalina

Na sl.3 prikazan je izgled dviju ispitivanih disperzija nakon odležavanja od 7 dana. Upotrebom natrijevog poliakrilata kao sredstva za dispergiranje, nije zamijećeno odvajanje slojeva u priređenoj disperziji s turmalinom za obradu [5]. Međutim, upotrebom natrijevog dodecil benzen sulfonata kao sredstva za dispergiranje primijećen je određeno odvajanje slojeva disperzije odnosno sedimentacija najfinijih čestica turmalinskog praha. Razlog tome je što natrijev poliakrilat sadrži makromolekulske strukture dugih lanaca, što je korisno za povezivanje makromolekula i čestica turmalina. Posljedica toga je oblikovanje nepravilnog umrežavanja u sredstvu za dispergiranje. Kada se turmalinski prah dispergira u deioniziranoj vodi i kad se pomiješa s natrijevim poliakrilatom, hidrofilne funkcionalne skupine (-COOH-, -COO-) molekule natrijevog poliakrilata privlače molekule vode. Nastaje hidrofilni vodeni film te se turmalinski prah može dobro dispergirati. Tijekom ovog procesa elektrostatske odbojne sile između čestica su se povećale, budući da su čestice okružene velikim brojem aniona. S druge strane makromolekularna struktura natrijevog poliakrilata može osigurati značajan prostor za odbojne sile čestica. Stoga, ako se koristi natrijev poliakrilat kao sredstvo za dispergiranje turmalinskog praha, disperzija



Sl.2 SEM mikrograf turmalina

ima bolju stabilnost i dulje vrijeme taloženja.



Sl.3 Izgled dviju ispitivanih disperzija nakon odležavanja od 7 dana s različitim sredstvom za disperziju: a) natrijevim dodecibenzen sulfonatom i b) natrijevim poliakrilatom

### 3.2.2. Utjecaj različitih faktora na količinu otpuštanja aniona

Faktori koji utječu na količinu otpuštanja aniona anionskog sredstva upotrijebljenog u obradi uglavnom uključuju količinu sredstva za dispergiranje te udio i finoću čestica turmalina. Djelovanje tih faktora na količinu otpuštanja aniona prikazani su na sl.4a), b) i c) za svaki faktor zasebno. Iz grafičkog prikaza na sl. 4a) može se vidjeti da količina otpuštanja aniona raste s porastom količine sredstva za dispergiranje i maksimalna vrijednost otpuštanja aniona dobivena je koncentraciji sredstva za dispergiranje od 0,8 g/100 ml, a daljnjim povećanjem koncentracije sredstva za dispergiranje smanjuje se vrijednost otpuštanja aniona. Kao što je već spomenuto, veća koncentracija disperznog sredstva pogodna je za bolju disperziju turmalinskog praha, što pozitivno utječe i na otpuštanje anio-

na. Međutim, kod prevelike količine površina čestica turmalinskog praha potpuno je prekrivena molekulama natrijevog poliakrilata, kapilarna sila između čestica se smanjuje. Pritom dolazi do povećanja prostora u kojem djeluju odbojne sile koje sprječavaju povezivanje čestica turmalinskog praha s molekulama vode. Posljedica toga je smanjenje količine otpuštanja aniona.

Iz rezultata prikazanih na sl.4b) vidljivo je da se vrijednosti otpuštanja aniona povećavaju povećanjem koncentracije turmalinskog praha u disperzijama za obradu ispitivanog materijala. Povećanjem koncentracije turmalinskog praha iznad 5 g/100 ml količina otpuštanja negativnih iona neznatno se povećava. Zbog toga se kao optimalna koncentracija turmalinskog praha uzela vrijednost od 5 g/100 ml.

Na sl.4c) prikazana je ovisnost vrijednosti, odnosno količine otpuštanja aniona s povećanjem finoće čestica turmalinskog praha. Međutim treba voditi računa da previsoka finoća čestica turmalinskog praha može uzrokovati povećanje sklonosti aglomeracije čestica.

### 3.3. Utjecaj procesa nanošenja na svojstvo otpuštanja aniona obrađenih materijala

Tri su su važna faktora (temperatura, pritisak, i vrijeme) za faktorsku analizu orogonalnih (pravokutnih) rotacija. Najprije je potrebno odrediti gornju i donju granicu ( $Z_{1j}$ ,  $Z_{2j}$ ) za svaki

faktor, zatim izračunati nultu razinu  $Z_{0j}$  i promjenu  $\Delta j$  za interval svakog faktora.

Prema izrazu (1) izrađena je tablica s oznakama razine pojedinih faktora.

$$Z_{0j} = (Z_{1j} + Z_{2j}) / 2 \quad \Delta j = (Z_{1j} - Z_{2j}) / \gamma \quad (1)$$

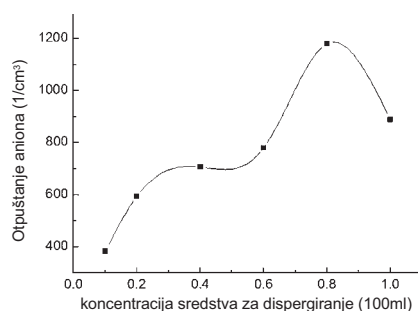
U tab.1 su prikazani dobiveni oblici optimizacija različitih faktora i promjena.

Prema zahtjevima metode analize faktora ortogonalnom (kvadratnom) rotacijom, postavljena je matrica rezultata na temelju sekundarne rotacije triju ispitivanih faktora, tab.2. Slijedi priprema za test. Svi indeksi testa su istraženi. Nakon pronalaženja i brisanja ekstremnih vrijednosti, dobivene vrijednosti indeksa trebale bi zadovoljiti normalnu distribuciju. Odstupanja od odgovarajućih indeksa trebaju također biti dosljedna [6].

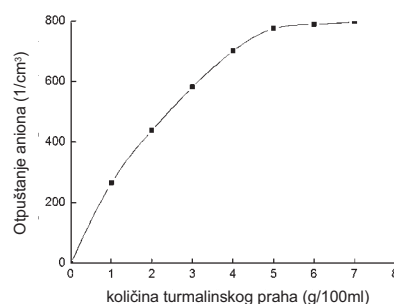
### 3.4. Određivanje modela i regresijska analiza

Ispitivanja su izvedena nasumice. Korištenjem SPSS programa [7] analizirani su rezultati i izvedena je matematička formula koja se odnosi na temperaturu ( $X_1$ ), vrijeme ( $X_2$ ), tlak ( $X_3$ ) i količinu otpuštanja negativnih iona ( $Y$ ). Nakon određivanja regresije, prema dobivenim rezultatima mjerenja dobivena je sljedeća regresijska jednačnja (2):

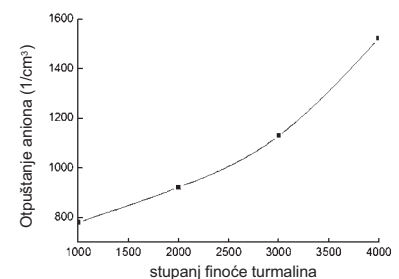
$$Y = 1.375 \cdot 972 + 58.120X_1 - 9.834X_2 + 3.585X_3 - 184.537X_1X_2 - 63.532X_2X_3 - 43.776X_1X_3 - 39.010X_1X_3 - 39.644X_2X_3 \quad (2)$$



a) koncentracija sredstva za dispergiranje



b) količina turmalinskog praha



c) stupanj finoće čestica

Sl.4 Utjecaj raznih faktora na količinu otpuštanja aniona

Tab.1 Vrijednosti optimizacije razina različitih faktora i njihovih promjena

Faktori	Oznaka	-r	-1	0	1	r
temperatura (°C)	X <sub>1</sub>	160	164,05	170	175,95	180
vrijeme (min)	X <sub>2</sub>	5	5,4	6	6,6	7
tlak (MPa)	X <sub>3</sub>	4	3,378	5	7,682	60

Tab.2 Ortogonalno-kvadratna rotacija faktora - matrica rezultata triju faktora

Br.	1	2	3	Y
1	1	1	1	1026
2	1	1	-1	1145
3	1	-1	1	1195
4	1	-1	-1	1190
5	-1	1	1	1028
6	-1	1	-1	943
7	-1	-1	1	1028
8	-1	-1	0	933
9	-1.6818	0	0	896
10	1.6818	0	0	922
11	0	-1.6818	0	1268
12	0	1.6818	-1.6818	1215
13	0	0	1.6818	1277
14	0	0	0	1417
15	0	0	0	1445
16	0	0	0	1453
17	0	0	0	1302
18	0	0	0	1490
19	0	0	0	1338
20	0	0	0	1346
21	0	0	0	1344
22	0	0	0	1350
23	0	0	0	1347

Tab.3 Test signifikantnosti regresijskog koeficijenta

Z	Vrijednost	Pogreška	T	Pr > t
Odsječak na ordinati	1375,972	26,007	52,917	0,000
X <sub>1</sub>	58,120	23,787	2,443	0,030
X <sub>2</sub>	-9,834	29,714	-0,331	0,746
X <sub>3</sub>	3,585	35,491	0,101	0,921
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-43,752	32,223	-1,358	0,198
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	-39,644	35,621	-1,113	0,286
X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-39,010	32,338	-1,206	0,249
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	-184,532	20,963	-8,803	0,000
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	-63,532	28,279	-2,247	0,043
X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	-43,776	34,500	-1,269	0,227
R <sup>2</sup>		podešeni R <sup>2</sup>		pogreška
0,9136		0,8841		0,0231

Primjenom jednadžbe (2) dobiveni su rezultati prikazani u tab.3, a grafički modeli površine i odgovarajuće konturne karata na sl.5. Sukladno indeksima efektivnih regresijskih jednadžbi, analizirani su utjecaji raznih faktora na ispitivano svojstvo otpuštanja aniona. Zatim su upotrebom regresijskih jednadžbi izrađene trodimenzionalne konturne karte koje se odnose na ispitivano svojstvo i razne faktore utjecaja.

Prema prikazu rezultata na sl.5 jasno se uočava da povećanjem temperature naslojavanja, tlaka i vremena, dolazi do povećanja količina otpuštanja negativnih iona do određene razine nakon koje dolazi do laganog opadanja. Povećanjem temperature i tlaka, povećava se potencijalna energija između turmalinskih čestica te se zrak oko turmalinskog praha ionizira.

Elektroni prijanjaju na okolne molekule vode i kisika te tada dolazi do transformiranja u anione, čime se povećava količina otpuštenih aniona u zraku [8].

Daljnijim povećanjem temperature i tlaka podloga se počinje razgrađivati i kompletno taliti te u potpunosti prekriva turmalinski prah i sprječava oslobađanje aniona. Za proučavanje najpovoljnije točke svakog faktora, riješena je jednadžba nelinearnog regresijskog modela za prvi parcijalni diferencijal koeficijenta. S obzirom na to da je rješenje jednako nuli, može se dobiti najniža točka površine.

Prema tome, jednadžbe se mogu izraziti na sljedeći način:

$$0 = 58.120 - 369.074X_1 - 43.752X_2 - 39.010X_3 \quad (3)$$

$$0 = -9.834 - 43.752X_1 - 127.064X_2 - 39.644X_3 \quad (4)$$

$$0 = 3.585 - 39.010X_1 - 39.644X_2 - 87.552X_3 \quad (5)$$

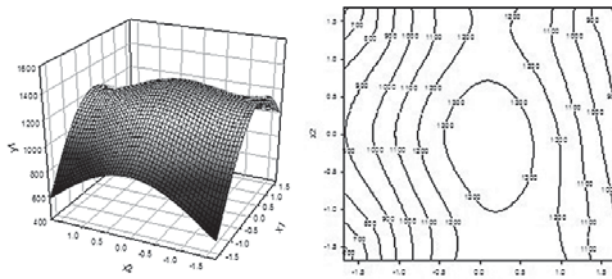
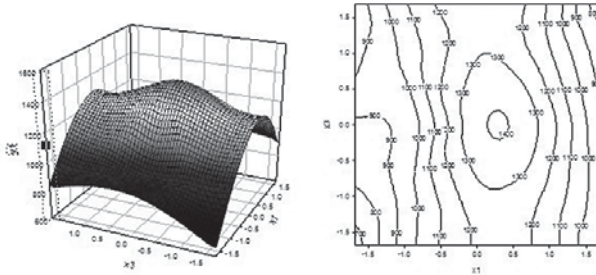
$$X_1 = 0.161534231406$$

$$X_2 = -0.14583902435$$

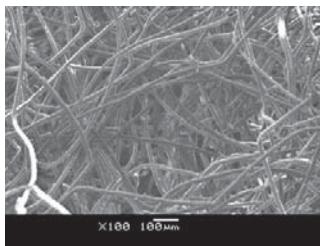
$$X_3 = 0.0305432088$$

Primjenom navedene jednadžbe regresije, dobivene su optimalne vrijednosti ispitivanih faktora, temperature naslojavanja 168,9 °C; vrijeme 5,3 min i pritisak 5,5 MPa.

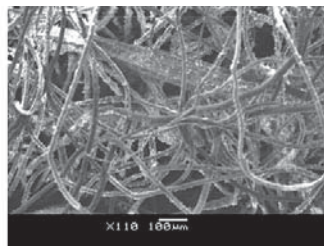


a) utjecaj interakcije  $X_1$  i  $X_2$  na količinu otpuštanja anionab) utjecaj interakcije  $X_3$  i  $X_1$  na količinu otpuštanja aniona

Sl.5 Grafički modeli površine i odgovarajuće konturne karte



a) neobrađen



b) obrađen

Sl.6 SEM slike uzorka materijala neobrađenog i obrađenog turmalinskim sredstvom

### 3.5. Dobivena svojstva proizvoda

Usporedbom SEM slika neobrađenih i obrađenih uzoraka ispitivanog materijala, na površini vlakana se nakon obrade primjećuju male granulaste nanose - turmalinskog sredstva, čime se potvrđuje prisutnost turmalinskih čestica na materijalu za unutrašnje uređenje automobila, koje imaju sposobnost otpuštanja aniona. S druge strane, nisu nastupile velike promjene u funkcionalnim i strukturnim svojstvima materijala. Svojstva materijala za unutrašnje uređenje automobila ispitana su u optimalnim uvjetima. Pomoću uređaja za ispitivanje aniona (COM - 3010PRO) određena je količina otpuštanja aniona koja je iznosila 1480 ~ 1690/cm<sup>3</sup>, što je ekvivalentno količini koju ljudsko tijelo može apsorbirati u ruralnim sredinama. Zbog piezoelektriciteta i piroe-

lektriciteta turmalinskog praha anioni se mogu reciklirati i kontinuirano otpuštati u svrhu poboljšanja kvalitete zraka unutar automobila uz prisutnost vodene pare.

### 4. Zaključci

U radu je ispitivan kompozitni materijal od mješavine kenafa i poliesteru u omjeru 60:40, koji je obrađen anionskim sredstvom radi postizanja svojstva otpuštanja aniona. Korištenjem jedinstvene eksperimentalne metode dobiveni su parametri optimizacije procesa: koncentracija anionskog sredstva za obradu 500 g/L, impregniranje na fularu u dva prolaza u vremenu od 40 min, nakon čega je slijedilo sušenjem preko vrućih valjaka. Na taj način je razvijen novi materijal za unutrašnje uređenje au-

tomobila sa svojstvom otpuštanja aniona. Svojstvo otpuštanja aniona dobivenog materijala ispitivana su u ovisnosti o tri glavna faktora: temperaturi, vremenu i pritisku.

Upotrebom programa za statičku analizu (SPSS) provedena je statistička analiza podataka primjenom metode ortogonalne rotacije. Određeni su optimalni parametri procesa: temperatura 168,9 °C, vrijeme 5,3 min, i tlak od 5,5 MPa. Količina aniona koju otpušta materijal proizveden prema navedenim uvjetima iznosi 1480-1690/cm<sup>3</sup>. Anioni se mogu obnavljati i kontinuirano otpuštati u svrhu poboljšanja kvalitete zraka unutar automobila uz prisutnost vodene pare.

(Prevela M. Pavunc)

*Rad je nastao suradnjom na projektu Provincial University Innovation Group Project (LT2010010) i Provincial Key Project (2009223005)*

### Literatura:

- [1] Laijiu Zheng et al.: Bio-degumming optimization parameters of kenaf based on neural network model, *Journal of Textile Institute* 101 (2010) 12, 1075-1079
- [2] Hongqin Yu, Chongwen Yu: Study on microbe retting of kenaf fiber, *Enzyme and microbial technology* 40 (2007) 1806-1809
- [3] Laijiu Zheng et al.: Research on Pectase secreted by *Aspergillus Niger* Degumming Kenaf Bast Fiber, *Journal of Donghua University* 24 (2007) 3, 404-407
- [4] Tongjian Yue et al.: Study for surface modification of ultra fine Tourmaline powders, *Glass& Enamel* 78 (2004) 3, 19-22
- [5] Pengyu Bi: Study on Negative-ion Generation of Textiles and The Measurement, *Proceedings of Autex World Conference USA* (2006) 313-316
- [6] Dongliang Yang, Huanxiang Wang: Present situation of application of anion technology to textiles, *Dyeing and finishing* (2004) 20, 46-49
- [7] Liangjian Hu et al.: Mathematics experiment. Shanghai: Science and technology press, (2001) p. 110-111
- [8] Qinrong Tong: Anion-fiber and its application on auto interior decorative material, *Technical textiles* 125 (2010) 9, 37-40

## SUMMARY

### **Anion-releasing automobile interior decoration material produced from kenaf /PES**

*Lai-Jiu Zheng, Bing Du, Tingting He, Ju Wei, Shihui Gao*

Nowadays, the quantities of automobile becomes more and more all over the world, and people spend more time inside the car than before, so the air quality inside the car is more concerned by many researchers today. The air pollution in car is mainly caused by the interior decoration which arises from polymer materials including door, decorative cloth, and ground mat and sit mat. These materials are generally produced using chemical fibers that release harmful gases such as formaldehyde, acetone, and dimethylbenzene and affect the air quality in the confined in-car space. In order to solve this problem and improve the air quality, a new automobile interior decoration material with the function of anion-releasing is developed by kenaf and low-melting-point polyester (PES) after adding a tourmaline anion agent. Orthogonal method is applied to optimize anion parameters as the following: tourmaline agent concentration 500 g/L, dipping twice and each for 20 min. Then the SPSS software is utilized to analyze the anion releasing amounts as influenced by different factors and the optimized processing scheme is the following: hot-pressing at 168.9 °C for 5.3 min under pressure 5.5 MPa. The automobile interior decoration material produced by the above optimized parameters can reach the maximum releasing amount of anion as high as 1480~1690 ion/cm<sup>3</sup>. Meanwhile, the anions can adsorb, gather and deposit the suspended particles in air. Because of the piezoelectricity and pyroelectricity of tourmaline powder, the anions could be recycled and released continuously to improve the air quality inside the car.

**Key words:** anion; tourmaline; automotive interior decoration material; kenaf; orthogonal design

*Dalian Polytechnic University*

*Liaoning Province Key Lab of clean Textile*

*Dalian, China*

e-mail: fztrwx@dlpu.edu.cn

*Received June 26, 2011*

### **Aus der Kenaf/PES Mischung hergestelltes, Anion-freisetzendes Automobilinnenausstattungsmaterial**

Heute wächst die Menge der Autos in der Welt ständig und die Menschen verbringen mehr Zeit im Auto als zuvor. Deshalb machen sich viele Forscher zunehmend Sorge um die Luftqualität im Autoinnenraum. Luftverschmutzung im Autoinnenraum wird hauptsächlich durch Polymermaterialien für die Innenausstattung und Materialien zur Herstellung von Türen, Dekostoffen, Fußmatten und Sitzbezügen verursacht. Diese Materialien sind in der Regel aus Chemiefasern, die schädliche Gase freisetzen wie Formaldehyd, Azeton, Dimethylbenzol hergestellt und beeinflussen die Qualität der Luft in einem beschränkten Autoinnenraum. Um dieses Problem zu lösen und die Luftqualität in Fahrzeugen zu verbessern, ist ein neues Material zur Automobilinnenausstattung mit Anionfreisetzung aus der Mischung Kenaf/Polyesterfasern und einem niedrigen Schmelzpunkt mit dem Zusatz eines Turmalinproduktes entwickelt worden. Die orthogonale Methode zur Optimierung der Anionparameter wurde verwendet: Das Material wurde in Turmalin mit einer Konzentration von 500 g / L zweimal je 20 min eingetaucht. Dann wurde die SPSS-Software verwendet, um die Menge der Anion-Freisetzung unter dem Einfluss von verschiedenen Faktoren zu analysieren, und das folgende Schema des optimierten Prozesses wurde erhalten: Heisspressen bei 168.9 °C und unter Druck 5.5 MPa in der Zeit von 5.3 Min. Das Automobilinnenausstattungsmaterial, das mittels der oben optimierten Parameter hergestellt wurde, kann die maximale Menge der Anionfreisetzung von 1480~1690 Ion/cm<sup>3</sup> erreichen. Anionen können in der Luft schwebende Partikel adsorbieren, binden und deponieren. Wegen der Piezoelektrizität und Piroelektrizität des Turmalinpulvers können Anionen rezykliert und kontinuierlich freigesetzt werden, um die Qualität der Luft im Inneren des Autos zu verbessern.