

Utjecaj makrostrukture na gorivost tkanina baziranih na oksidiranim akrilnim vlaknima

Dr.sc. **Zsuzsanna Kerekes**, dipl.ing.

Dr.sc. **László Beda**, dipl.ing.

Sveučilište Szent István, Ybl Miklós - Fakultet za arhitekturu i građevinarstvo

Institut za zaštitu od požara i sigurnost

Budimpešta, Mađarska

e-mail: kerekes.zsuzsa@ybl.szie.hu

Prispjelo 1.3.2012.

UDK 677.014.27.543.873:677.494.745.32

Izvorni znanstveni rad

U radu su istražena svojstva makrostrukture koja određuju gorivost krajnjeg proizvoda (tkanine) proizvedenog od 100 % oksidiranih akrilnih vlakana a koja su temeljena na svojstvima njihove mikrostrukture. Pokazano je da se gorivost krajnjeg proizvoda može definirati i ispitati na dva načina: prvo, ispitivanjem gorivosti oksidiranog akrilnog vlakna kao glavnog proizvoda (mikrostruktura) i drugo, ispitivanjem gorivosti tkanina načinjenih od akrilnih vlakana (makrostruktura). Tekstilni uzorci od određenog oksidiranog vlakna a različitih vrsta tkanja imaju različitu gorivost i vrijednosti indeksa kisika. Indeks kisika, kojim se karakterizira gorivost krajnjeg proizvoda u korelaciji je s osnovnim parametrima tekstilnih uzoraka (npr. gustoćom) mikro- i makrostrukture. Na temelju dobivenih rezultata, može se reći da navođenje samo standardiziranog indeksa kisika i samo graničnog indeksa kisika (LOI) kao parametra temeljnog materijala nije dovoljno za definiranje svojstva gorivosti krajnjeg proizvoda.

Ključne riječi: gorivost, otpornost na gorenje, indeks kisika, oksidirana akrilna vlakna, površinska masa

1. Uvod

Proizvodi na bazi ugljikovih vlakana, zbog svojih posebnih svojstava, koriste se u aplikacijama gdje je potrebno osigurati otpornost na toplinu i gorenje, npr. za proizvodnju zaštitne odjeće uključujući zaštitne rukavice, za proizvodnju deka otpornih na vatra, u automobilske industriji uključujući i toplinsku izolaciju i unutarnje oblaganje vozila [1-3]. Prednosti korištenja oksidiranih vlakana proizlaze iz njihove jedinstvene toplinski stabilizirane molekulske strukture. Nezupaljivost je osigurana djelomično homogenom i djelomično heterocik-

ličnom strukturom s visokim postotkom ugljika (većom od 60 %).

Konačna kemijska struktura oksidiranih akrilnih (PAN) vlakana oblikuje se tijekom procesa proizvodnje i razvija se mikrostruktura vlakana [4]. Parametri mikrostrukture vlakana su gustoća vlakana (g/m^3) [5], indeks karbonizacije, indeks ciklizacije [6], indeks stabilizacije [7] i kemijski sastav (udio ugljika, dušika, kisika).

U prijašnjem radu pokazano je da postoji korelacija između navedenih parametara, stoga je u ovom radu gustoća vlakana - koja se lako može mjeriti tijekom proizvodnje - uzeta

kao primarni parametar mikrostrukture.

Makrostruktura tekstilije nastaje tijekom proizvodnog tekstilno-tehnološkog procesa. Gorivost proizvoda određena je i preko mikro i preko makro strukture [8]. Parametri makrostrukture tkanine su površinska masa (g/m^2), gustoća tkanine i vrsta konstrukcije. Površinska masa tkanine je određena preko gustoće vlakana, veličini odnosno finoći pređe, gustoće pređe i veza tkanja.

Proizvodi na bazi ugljika i ugljikovih vlakana kvalificiraju se, pored njihovih mehaničkih i fizikalnih svojstava (gustoća vlakana, promjer vlakana i

vlačna čvrstoća), također na temelju njihovog indeksa kisika [9].

Postoji više metoda pomoću kojih se određuje gorivost različitih materijala kao što su temperatura zapaljenja, proizvodnja dima, generacija topline, lakoća zapaljenja, širenje plamena u različitim smjerovima. Gorivost materijala može se definirati i minimalnom koncentracijom kisika potrebnom za gorenje. Većina gorivih materijala gori pri normalnoj razini kisika (volumni udio: 21 %), međutim, postoje i materijali koji gore pri nižim ili višim koncentracijama kisika. Granični indeks kisika (LOI od *Limiting Oxygen Index*) izražava koliko je potrebno kisika da bi se održalo gorenje. Drugim riječima, to je minimalni postotni udio kisika koji je neophodan za izgaranje materijala.

LOI vrijednost može služiti i za određivanje sposobnosti protupožarne zaštite ugljikovih i oksidiranih vlakana, i materijala načinjenih od tih vlakana. Materijali koji imaju LOI vrijednost između 21 i 28 % smatraju se „sporo gorivim“ materijalima. Ako je LOI vrijednost materijala veća od 28 % materijali su samogasivi, a materijali s LOI vrijednosti 100 su nezapaljivi. Samogasivi materijali su oni koji nakon prestanka djelovanja plamena prestaju gorjeti [10, 11].

U jednom od ranijih radova pokazano je da s porastom temperature tijekom proizvodnog procesa raste i gustoća vlakana kao i vrijednost indeksa kisika [8, 9, 12].

Metoda određivanja graničnog kisika služi za određivanje relativne zapaljivosti polimernih materijala te se naširoko koristi za istraživanja i kontrolu kvalitete, a u načelu može se koristiti i za određivanje gorivosti svih krutih materijala. LOI vrijednost se mjeri tako da se već zapaljenom materijalu dovodi smjesa kisika i dušika te se potom razina kisika smanjuje do kritične razine. Test je standardiziran i može se provesti prema ISO 4589 standardu ili ASTM D2863 standardu [13].

Brojni radovi i eksperimenti bave se postupkom poboljšanja indeksa ki-

sika različitih vrsta tekstilija prema određenom postupku ili dodatnim materijalom. Weidong Wu i suradnici pronašli su vezu između graničnog indeksa kisika i različitih završnih obrada [14, 15], a u literaturi se mogu pronaći i nove metode za modificiranje svojstava tekstilija [16-19].

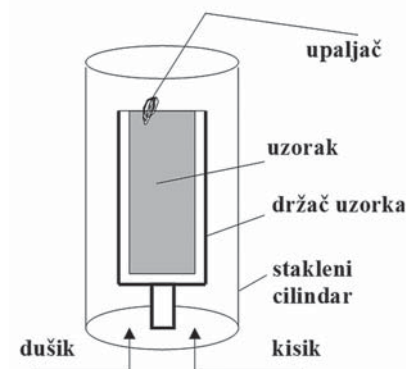
2. Instrument za određivanje LOI vrijednosti

U ovom radu korišten je FIRE tip instrument za određivanje graničnog indeksa kisika, opremljen s paramagnetskim analizatorom kisika prema ISO 4589 standardu. Točnost mjerenja: 0,1.

Glavni dio instrumenta prikazan je na sl.1. Držač uzorka je dvostruki vertikalno položen metalni okvir u obliku slova U, dimenzija 6 x 16 cm, smješten u stakleni cilindar kojemu je gornja strana otvorena. Izvor zapaljenja je plamen duljine 4 cm kako je propisano standardom. Uzorak se pali s gornje strane, a vrijeme djelovanja plamena je maksimalno 15 sekundi. Gorenje se odvija prema dolje protiv (suprotno od) toka pripremljene mješavine plina. Sadržaj kisika i dušika u mješavini plina su podesivi ovisno o potrebi [13].

3. Parametri uzoraka

Uzorci su ispitani kao gotovi industrijski proizvodi, stoga su sirovine i površinska masa definirani prethodno određeni tehnologijom proizvodnje.



Sl.1 Shema uređaja za određivanje graničnog indeksa kisika

Gustoća testiranih vlakana prema industrijskim podacima bila je između 1,35 i 1,42 g/m³.

Ispitani uzorci i njihovi parametri prikazani su u tab.1. Prikazane vrijednosti su srednja vrijednost mjerenja skupine paralelnih uzoraka.

Uzorci su izrađeni od 100 % oksidiranih PAN vlakana. U radu su ispitani sveukupni učinci parametara tekstilija na indeks kisika, uključujući i vrstu konstrukcije.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Utjecaj površinske mase na vrijednosti indeksa kisika uzoraka

Površinska masa određena je preko gustoće vlakana i gustoće veza te je ispitano kako one utječu na vrijednosti indeksa kisika konačnog proizvoda. Izmjerene vrijednosti prikazane su na sl.2. Iz rezultata je vidljivo da kod uzoraka površinske mase u području između 300 i 400 g/m² LOI vrijednosti značajno variraju između 30 i 45. Odstupanja u vrijednosti mogu se pripisati razlikama u gustoći vlakana.

Može se uočiti blizak odnos LOI vrijednosti i gustoće vlakana (sl.3). Uzorci s niskom LOI vrijednosti obično imaju manju gustoću vlakana, 1,37 g/cm³ ili ispod, dok je LOI vrijednost proizvoda od vlakana čija je gustoća veća od 1,4 g/m³ znatno viša.

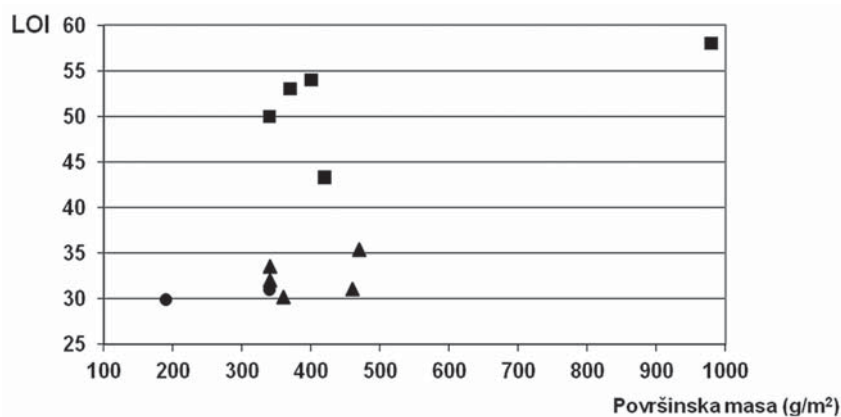
Odlučujući faktor očigledno je gustoća vlakana. To se može primijetiti ako se usporede dvije tekstilije s istom gustoćom vlakana (1,37 g/cm³), kao npr. uzorak SW01 površinske mase 460 g/m² i PW02 površinske mase 360 g/m². LOI vrijednost oba uzorka je gotovo 30 (tab.1).

Kod TWH uzorka s visokom gustoćom vlakana uočeno je da je uz rub tekstilije, gdje je površinska masa veća zbog tehnologije, LOI vrijednost viša (LOI = 52), dok je LOI vrijednost izmjerena na sredini uzorka manja (LOI = 43,3). Razlika je značajna i iznosi 8-9 jedinica. Rub

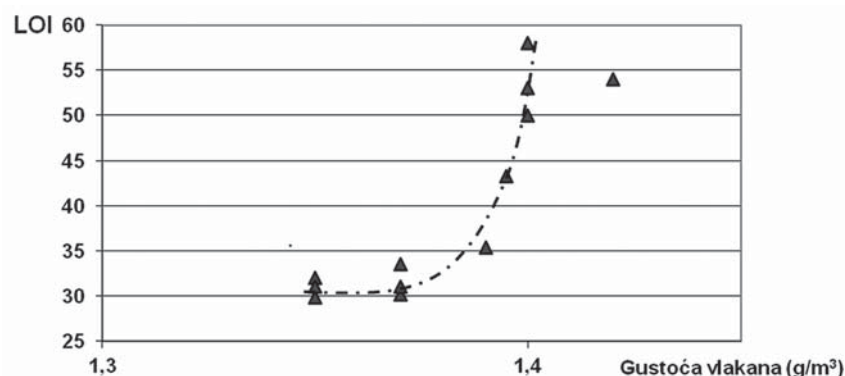
Tab.1 Ispitivani uzorci i njihovi parametri (PW – platneni vez, SW – atlasni vez, TW – riblji keperni vez, AS – tekstil iz Japana, KF – pletivo)

Vrsta tekstilije	Oznaka uzorka	Vrsta veza/prepleta	Površinska masa (g/m ²)	Finoća vlakna (dtex)	Gustoća vlakna (g/cm ³)	LOI
Tkanina	PW01	Platneni	360	1,7	1,35	29,9
	PW02	Platneni	340	1,7	1,37	30,2
	PW03	Platneni	310	1,7	1,35	32
	PW04	Platneni	190	1,7	1,4	50
	SW01	Atlasni	460	1,4	1,37	31
	SW02	Atlasni	470	1,7	1,39	35,4
	TWH	Riblji keper	420	1,7	1,395	43,3
	TW*	Riblji keper	980	1,7	1,4	58
	TWC	Keperni	410	1,7	1,4	53
	AS	Platneni	400	1,7	1,42	54
Pletivo	KF01	Dvostruko interlok	340	1,7	1,35	31
	KF02	Dvostruko interlok	340	2,2	1,37	32,1
	KF03	Dvostruko interlok	330	1,7	1,37	33,5

TW* - rub tkanine gdje je gustoća znatno veća ima LOI: 52, a unutrašnji dio tkanine ima LOI: 43,3



Sl.2 LOI u odnosu na površinsku masu tkanina u platnenom i kepernom vezu (prema podacima iz tab.1)



Sl.3 Utjecaj gustoće vlakana na LOI vrijednost makrostrukture

tekstilije nije zapaljiv ako je sadržaj kisika 43,3 %, dok je sredina uzorka zapaljiva. Razlike u gorivosti uočljive su i između tekstilija s visokom i niskom

površinskom masom. Uzorci koji imaju LOI vrijednost manju od 29-30 nakon gorenja su karbonizirani i krhki, dok gusto tkane tkanine zadržavaju svoj tkani uzorak, a u nekim

slučajevima i otpornost na trganje. Ovo vrijedi i za pletiva kod kojih granični indeks kisika u elastičnom (potka) smjeru iznosi 33, a u neelastičnom (osnova) smjeru 33,3. Duljina plamena od 1-3 mm je tipična za njihovo gorenje. Nakon gorenja ova pletiva zadržala su elastičnost unatoč njihovoj debljini.

Napomena: Promjena indeksa kisika nije linearna s parametrima mikrostrukture, ali parametar mikrostrukture određuje gustoću vlakana. Kod tkanine, LOI vrijednosti više od 50 mogu se postići samo ako je gustoća vlakana od kojih je tkanina izrađena veća od 1,39 g/cm³. Na temelju LOI vrijednosti može se predvidjeti gorenje materijala, npr. ako je LOI vrijednost veća od 50, nema izgaranja.

4.2. Utjecaj gustoće potke na vrijednosti indeksa kisika uzoraka

Površinska masa tekstilije uključuje gustoću osnove i gustoću potke (osnova ili pređa/10 cm). Ispitani uzorak bio je kao PW tip, čija je prosječna površinska masa 360 g/cm², te s obzirom na vrijednosti indeksa kisika pripada u nisko LOI područje (tab.2). Radi smanjenja površinske mase, gustoća potke je prilagođena odnosno smanjena je s 95 pređa po 10 cm na

Tab.2 Utjecaj gustoće pređe na indeks kisika tkanine u platnenom vezu

Uzorak	Površinska masa (g/m ²)	Gustoća po osnovi /10 cm	Gustoća po potki /10 cm	Debljina (mm)	LOI (%)		Gustoća vlakana (g/cm ³)	
					L	T	L	T
PW011	365,55	97,0*	95,0*	0,76				
PW012	366,43			0,78				
PW013	365,45			0,75				
PW014	363,23			0,74				
PW015	368,02			0,76				
PW01*	365,74*					0,76*	31,9	32
PW021	343,76	95,0*	82,0*	0,76				
PW022	344,01			0,76				
PW023	345,37			0,74				
PW024	338,12			0,78				
PW025	334,87			0,72				
PW02*	341,23*					0,752*	32,4	32
PW031	309,00	94,0*	70,0*					
PW032	307,29							
PW033	310,19							
PW034	314,77							
PW035	317,18							
PW03*	311,69*					0,75*	32,4	32

L - uzdužno, T - poprečno

*srednje vrijednosti

70 pređa po 10 cm što dovodi i do promjene LOI vrijednosti tekstilije s 31,9 na 32,4. Ova promjena nije značajna jer su LOI vrijednosti ostale u nižem području, a veće razrjeđivanje broja pređe nije bilo moguće zbog podešenja proizvodnog stroja. Ovi rezultati potvrđuju da je gorivost rijetko tkanih tkanina s niskom površinskom masom u prvom redu određena indeksom kisika vlakana, a ne makrostrukturom tekstila.

4.3. Utjecaj gustoće vlakana osnove i potke na vrijednosti indeksa kisika uzoraka

Ispitani su i utjecaji parametara makrostrukture. Testirani su utjecaji osnove i potke, dok struktura tekstila nije mijenjana, a gustoća tekstila je bila jednaka. Istraženo je hoće li se indeks kisika promijeniti ako su gustoće vlakana osnove i potke različite (kao i LOI vrijednosti), a njihove srednje vrijednosti jednake. Na temelju dobivenih rezultata može

se zaključiti da će indeks kisika također biti jednak. Dakle ako se mijenja gustoća vlakana osnove i potke, ali njihov prosjek je isti, neće biti razlike u indeksu kisika (tab.3).

4.4. Utjecaj toplinske obrade na vrijednosti indeksa kisika uzoraka

Tijekom korištenja proizvoda može se dogoditi da proizvod nije prikladan u pogledu zapaljivosti. U tom slučaju adsorbirani materijal na površini pokušava se sagoriti postraničnim izlaganjem toplini. Takva obrada dovodi do promjena na površini vlakana. Uzorci izloženi toplinskoj obradi imaju drugačiju makrostrukturu (tab.4).

Toplinska obrada provedena je na 200 i 250 °C, a vrijeme obrade iznosi maksimalno 1 sat. Uspoređeni su indeksi kisika uzoraka prije i nakon toplinske obrade. PAN vlakno kemijski ne sadrži kisik, ali u proizvodnom procesu stabilizacija se odvija u atmosferi

kisika, u kojoj je na površini vlakna kisik veže kemisorpcijom. Ova vrsta vlakana gori plamenom onda kada funkcionalne grupe na površini vlakna izgore. Ovaj fenomen je karakterističan uglavnom za vlakna niske gustoće. Kada je gustoća vlakana viša od 1,4 g/m³ onda i vlakna i tkanina gore tinjanjem. Rezultati pokazuju analogiju odnosa gustoće vlakana i površinske mase, a mogu se primijetiti i promjene u LOI vrijednosti koje su uzrokovane promjenama u gustoći vlakana. Kada je gustoća vlakana manja od 1,4 g/m³ toplinska obrada neće mijenjati LOI vrijednost. Jednaki rezultati dobivaju se kod ispitivanja površinske mase uzoraka, sl.2. Povećanjem gustoće vlakana povećava se i razlika u indeksu kisika obrađenih i neobrađenih uzoraka, međutim ta promjena se ne primjećuje u slučaju kada je LOI vrijednost veća od 50. Primjer: u slučaju PW01 uzorka (gustoća vlakana 1,37 g/m³) LOI vrijednost se promijenila s 32,7 na 33,7,

Tab.3 Određivanje homogenosti veza tkanine pomoću indeksa kisika kod uzoraka platnenog veza površinske mase 190 g/m²

Tkanina u platnenom vezu	Gustoća vlakana (g/cm ³)			LOI (%)
	Osnova	Potka	Srednja vrijednost	
PW041	1,375	1,373	1,374	30,7-30,8
PW042	1,380	1,371	1,375	30,1
PW043	1,380	1,373	1,376	30,7-30,8
PW044	1,376	1,376	1,376	30,0
PW045	1,375	1,375	1,375	30,6-30,7
PW046	1,376	1,376	1,376	30,9-31

Tab.4 Indeks kisika toplinski obrađenih uzoraka

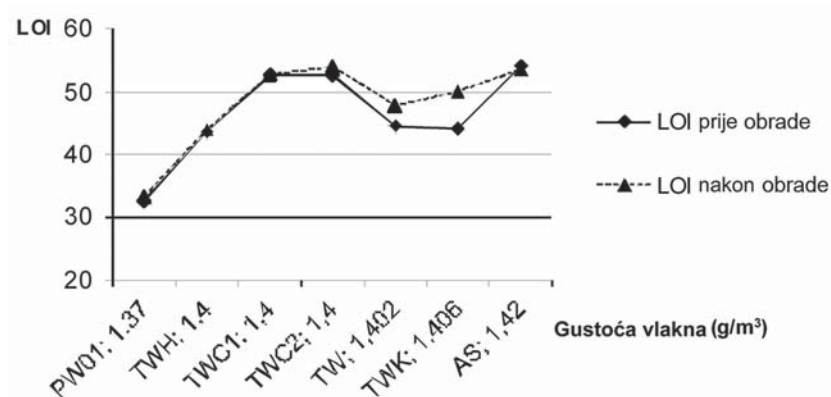
Uzorak	Gustoća vlakana, g/cm ³	LOI vrijednost prije toplinske obrade	LOI vrijednost nakon toplinske obrade na 200 °C
PW01	1,35	32,7	33,4
TWH	1,4	43,3 - 44	44
TW	1,402	44,6	47,8
TWK	1,406	44,2	50,1
TWC1	1,4	52,8	52,8
TWC2	1,4	52,8	53-54 (250 °C)
AS	1,42	54,0	53,6

odnosno povećanje je manje od 1. Kod neobrađenog TWILL uzorka (čija je gustoća vlakana veća od 1,4 g/m³) LOI vrijednost se promijenila s 44,6 na 47,8, tj. povećanje je veće od 4 (sl.4).

Napomena: Kao rezultat toplinske obrade u slučaju TWC uzorka primjećuje se malo povećanje površinske mase. Prije toplinske obrade iznosila je 370 g/m³, a nakon toplinske obrade na 200 °C iznosila je 396 g/m³, što je popraćeno i niskim stupnjem rasta LOI vrijednosti.

5. Zaključak

U ovom radu istražena su svojstva mikro- i makrostrukture koja određuju gorivost tekstilija načinjenih od čistih oksidiranih vlakana. Testovi gorivosti bili su bazirani na mjerenju graničnog indeksa kisika. Pokazalo se da se gorivost može odrediti ispitivanjem gorivosti oksidiranih vlakana kao sirovine (mikrostruktura) i ispitivanjem gorivosti tkane strukture pletenih tekstilija (makrostrukture) izrađenih od tih vlakana.



Sl.4 Promjena LOI vrijednosti tkanina s različitim makrostrukturama nakon toplinske obrade

Tekstilije izrađene od istih oksidiranih vlakana ali u drugačijem vezu, pokazuju različitu gorivost i imaju različite vrijednosti indeksa kisika. Kod tkanina indeks kisika makrostrukture je uvijek niži od LOI vrijednosti oksidiranog vlakna koje se koriste kao sirovina. Ako oksidirana vlakna koja se koriste kao sirovina imaju gustoću manju od 1,44 g/cm³ i površinska masa tkanina s rijetkom strukturom je manja od 370 g/m² tada je indeks kisika tkanine konstantan i iznosi 30-33. LOI vrijednost tekstilije veća od 45 može se postići samo ako se koriste vlakna čija je gustoća veća od 1,4 g/cm³. Također se može zaključiti da ako je gustoća vlakana, od kojih je izrađena pređa osnove i potke, različita ali njihov prosjek je jednak, i indeks kisika tekstilije također će biti jednak. Istraženo je i koja je najniža gustoća potke koja neće utjecati na promjenu indeksa kisika te se može zaključiti da smanjenje gustoće potke za 25 % neće značajno utjecati na promjenu LOI vrijednosti.

Tkanine pokazuju različitu gorivost ovisno o koncentraciji kisika. Ako je LOI vrijednost manja od 30 tekstilija gori plamenom te materijal gubi strukturu: dolazi do karbonizacije i raspada se. Kada je LOI vrijednost između 48-50 materijali gore tinjanjem. To znači da su samo tkanine koje imaju LOI vrijednost veću od 50 pouzdano negorive. S obzirom na sirovinu, ako oksidirana vlakna imaju LOI vrijednost veću od 50 može se smatrati termodinamički stabilnim s obzirom na gorenje i plamen.

(Prevela M. Pavunc)

Literatura:

- [1] Donnet J., T.K. Wang, J. Peng: CARBON FIBERS, Third Edition, Revised and Expanded, chapter: 7.1, p.465. Marcel Dekker (1998)
- [2] Tálos Jánosné (Zoltek Rt): A pyron oxidált szál a műszaki textíliák egyik fontos Alapanyaga, Magyar Textiltechnika Vol. LIX.(1) . p.9-11 (2006)
- [3] Tálos Jánosné (2009. október): Kompozitok a textilipar

- szemszögéből Tanulmány a TEX-PLAT 4 Stratégiai Kutatási Tervhez, chapter: 8, 11, 12
- [4] Donnet J., T.K Wang, J Peng: CARBON FIBERS, Third Edition, Revised and Expanded, chapter: 2.3, 86-94, Marcel Dekker (1998)
- [5] Pandey G.C., A. Kumar: Determination of density of oxidized fiber by IR spectroscopy, *Polymer Testing* 21 (2002) 4, 397-401
- [6] Beltz L.A, R.R. Gustafson: Cyclization kinetics of poly(acrylonitrile) Carbon 34 (1996) 5, 561-566
- [7] Ogawa H., K. Saito: Oxidation behavior of polyacrylonitrile fibers evaluated by new stabilization index, *Carbon* 33 (1995) 6, 783-788
- [8] Kerekes Zs., L. Beda: The oxygen index of oxidised fibres and influencing factors, *Annual News* 1 (2003) 50-54
- [9] Tálos Jánosné, Zs. Kerekes: Oxidált szálak éghetőségének vizsgálata és minősítése Magyar Textiltechnika LIX (2006) 3, 84-87
- [10] Nelson M.I. et. al.: A dynamical systems model of the limiting oxygen index test, *The ANZIAM Journal* 43 (2001) 1, 105-117
- [11] Dynamical systems models for polymer combustion, <http://www.uow.edu.au/~mnelson/review.dir/oxygen.html>
- [12] Kerekes Zs.: PhD Dissertation, Thesis (Szent István University, Gödöllő 2012)
- [13] ASTM 2863:2000 Plastics - Determination of flammability by oxygen index
- [14] Weidong Wu, Xiao'a. Zhen and Charles Q. Yang: Correlation Between Limited Oxygen Index and Phosphorus Flame Retardant Finish and Melamine - formaldehyde, *Journal of Fire Sciences* 22 (2004) 11-23
- [15] Weidong Wu, Charles Q. Yang: Correlation Between Limited Oxygen Index and Phosphorus/Nitrogen Content of the Cotton Fabric Treated with A Hydroxyl - Funcional Organophosphorus Flame Retardant Agent and DMD-HEU, *Journal of Applied Polymer Science* 90 (2002) 2539- 2547
- [16] Kisilak D. et al.: Crosslinking Reagent Briquest as a Flame Retardant Agent for Nonwoven Materials of Viscose Fibres, *Tekstil* 53 (2004.) 2, 52-57
- [17] Schollmeyer E.: Nanotechnology for Funcionalization of Textile Materials, *Tekstil* 56 (2007.) 2, 75-80
- [18] Somogyi M. et al.: Application of sol-gel process for modifying textile surfaces and Properties, *Tekstil* 60 (2010.) 1, 18-29
- [19] Ercegović Ražić S., R. Čunko: Modification of Textile Properties, Using Plasma, *Tekstil* 58 (2009.) 3, 55-74

SUMMARY

Effect of the macro-structure on the flammability of the oxidized PAN fibre based woven textiles

Zs. Kerekes, L. Beda

In this work, the macro structure properties which determine the flammability of the end products (woven textiles) produced from 100% oxidized PAN fibres, based on their micro structure properties were examined. The conclusion was that the flammability of an end product can be defined and tested in two forms: one form is the oxidized PAN fibre as main product (micro structure) and the other is the woven fabric made from these fibres (macro structure). A textile produced from a certain oxidized fibre shows different flammability and oxygen index if the types of woven fabric are different. The authors also concluded that the oxygen index, which characterises the flammability of an end product, is in correlation with the main parameters (e.g.: density) of the macro- and micro structures. Based on the results obtained it seems, that to characterise the flammability of the end products it is not enough to give only the standardized oxygen-index and it is not enough to give only the LOI parameter of the base material.

Key words: flammability, fire resistance, oxygen index, oxidized PAN fibre, areal weight

Szent István University, Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering

Institute of Fire Protection and Safety Engineering

Budapest, Hungary

e-mail: kerekes.zsuzsa@ybl.szie.hu

Received March 1, 2012

Die Wirkung der Makrostruktur auf die Entflammbarkeit der auf oxydierten PAN-Fasern basierenden Gewebe

In dieser Arbeit wurde überprüft, welche Mikro- und Makrostruktureigenschaften die Entflammbarkeit der aus 100 % oxidierten PAN-Fasern hergestellten Endprodukte (Gewebe) bestimmen. Es wurde festgestellt, dass die Entflammbarkeit eines Endprodukts in zwei Formen definiert und geprüft werden kann: eine Form ist die oxidierte PAN-Faser als Hauptprodukt (Mikrostruktur) und die andere ist das Gewebe, das aus der Faser hergestellt wird (Makrostruktur). Ein aus einer bestimmten oxidierten Faser erzeugtes Gewebe zeigt verschiedene Entflammbarkeit und Sauerstoff-Index, wenn Gewebetypen verschieden sind. Es wurde auch festgestellt, dass der Sauerstoffindex, der die Entflammbarkeit eines Endprodukts kennzeichnet, in Korrelation mit den Hauptparametern (z.B.: Dichte) der Makro- und Mikrostrukturen steht. Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse ist es nicht ausreichend, zur Definierung der Entflammbarkeit des Endproduktes nur den standardisierten Sauerstoffindex anzugeben und den Grenzsauerstoffindex des Grundmaterials anzugeben.