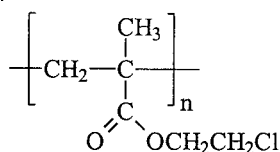


## TERMOOKSIDATIVNA DEGRADACIJA POLI(2-HLORETEL METAKRILATA) U PRISUSTVU ANTIOKSIDANATA

*U radu je ispitana oksidativna termijska degradacija poli(2-hloretil metakrilata) (PCEMA) u prisustvu komercijalnih antioksidanata amino tipa CHIMASSORB 119 (CH 119) i CHIMASSORB 944 (CH 944) i smeše antioksidanata, IRGANOX 1010, fenolnog derivata, i IRGAPHOS 168, fosfita (maseni udeli 1:1). Ispitivanja su izvedena termogravimetrijskom (TG) metodom, a na osnovu karakterističnih temperatura 10% gubitka mase, oblika diferencijalnih TG (DTG) krivih i srednjih vrednosti energije aktivacije termijske degradacije, ispitan je uticaj pojedinih antioksidanata.*

Jedan od načina da se poboljšaju svojstva polimera, kao materijala koji danas imaju veliku primenu, je davanje aditiva. Antioksidanti predstavljaju grupu često primenjivanih aditiva. Šire posmatrano antioksidanti su jedinjenja koja reaguju sa slobodnim radikalima nastalim tokom degradacije polimera. Ova grupa jedinjenja obuhvata toplotne stabilizatore, svetlosne (UV) stabilizatore, agense protiv zamora materijala i antiozonante [1].

U poslednje vreme ispituju se mogućnosti primene jedinjenja koja su već poznata kao standardni fotostabilizatori, kao termijskih stabilizatora. Poznato je da neki fotostabilizatori mogu da zaštite polietilen i polipropilen od termijske oksidacije [2]. Dosadašnja ispitivanja su se uglavnom odnosila na ispitivanje ove mogućnosti u slučaju polimera koji termijski degradiraju jednostavnijim mehanizmom; pretežno mehanizmom nasumičnog raspadanja veze u osnovnom lancu. U našem prethodnom radu ispitana je mogućnost primene fotostabilizatora za termijsko stabilizovanje poli(2-hloretil metakrilat) (PCEMA), polimera sa složenijim mehanizmom termolize [3]. Kao nastavak ovih istraživanja, predmet ovog rada bio je ispitivanje mogućnosti primene fotostabilizatora za stabilizovanje PCEMA na povišenoj temperaturi u oksidativnim uslovima i poređenje njihovog dejstva sa dejstvom klasičnih termijskih stabilizatora.



PCEMA

Nehalogeni analog PCEMA, poli(etil metakrilat), uglavnom termijski degradira mehanizmom depolimerizovanja [4] dok se kod PCEMA tokom termolize uz depolimerizovanje odvija i umrežavanje [5]. Termooksidativna degradacija PCEMA je ispitana u prisustvu komer-

cijalnih fotostabilizatora amino tipa CHIMASSORB 119 FL (CH 119) i CHIMASSORB 944 FD (CH 944) i smeše klasičnih termijskih stabilizatora fenolnog derivata IRGANOX 1010 (NOX) i fosfita IRGAPHOS 168 (PHOS). Smeša antioksidanata IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168 u masenom odnosu 1:1 pokazuje sinergistički efekat pri degradaciji poliolefina i elastomera [6]. Strukture odabranih antioksidanata prikazane su na Slici 1.

### EKSPERIMENTALNI DEO

Monomer 2-hloretil metakrilat sintetizovan je standardnom esterifikacijom metakrilne kiseline 2-hloretanolom. Dobijeni monomer je polimerizovan u masi sa 1.0 mas. % inicijatora  $\alpha, \alpha'$ -azobisisobutironitrila (AIBN) na 60°C do konverzije od oko 10% [5]. Polimer je karakterisan određivanjem graničnog viskozitetnog broja na 25°C u rastvoru hloroforma. Koristeći Kuhn–Mark–Houwink–Sakurada jednačinu i odgovarajuće konstante iz literature [7] izračunata je vrednost srednje molske mase po masenoj zastupljenosti uzorka PCEMA,  $M_w = 6.0 \times 10^5$  g/mol.

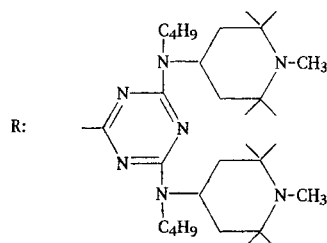
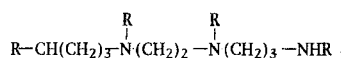
Svi primenjeni antioksidanti bili su komercijalni proizvodi firme CIBA (Švajcarska). Smeša antioksidanata IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168 spravljena je u masenom odnosu 1:1. Homogene smeše PCEMA sa sadržajem 0.2, 0.4 i 2.0 mas. % antioksidanta su pripremane uparavanjem rastvora polimera i aditiva do konstantne mase na sobnoj temperaturi. Aceton je korišćen za pripremu rastvora PCEMA/CH 119, a benzen za sve ostale kombinacije polimera i antioksidanta [8]. Nakon sušenja dobijeni su prozirni filmovi koji su mehanički usitnjeni pre upotrebe.

Neizotermna termogravimetrijska merenja su izvedena na aparatu Perkin Elmer TGS-2 (SAD) u temperaturnom intervalu od sobne temperature do 600°C pri brzinama zagrevanja 2.5, 10, 20 i 40°/min u struji vazduha protoka 14 cm<sup>3</sup>/min. Masa ispitivanih uzoraka iznosila je 2–3 mg.

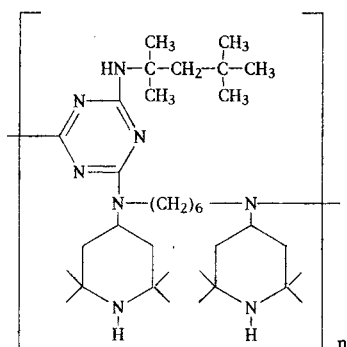
Energija aktivacije termijske degradacije,  $E_a$ , uzoraka određena je metodom Flynn–Wall–a [9] na osnovu podataka iz neizotermnih TG krivih koje su dobijene pri različitim brzinama zagrevanja uzorka.

Adresa autora: M. Žagar, Tehnološko metalurški fakultet, Karadjevićeva 4, 11000 Beograd  
Rad primljen: Maj 15, 2000.  
Rad prihvaćen: Juli 5, 2000.

## CHIMASSORB 119



## CHIMASSORB 944



Slika 1. Strukture primenjenih komercijalnih antioksidanata  
Figure 1. Structures of the applied commercial antioxidants

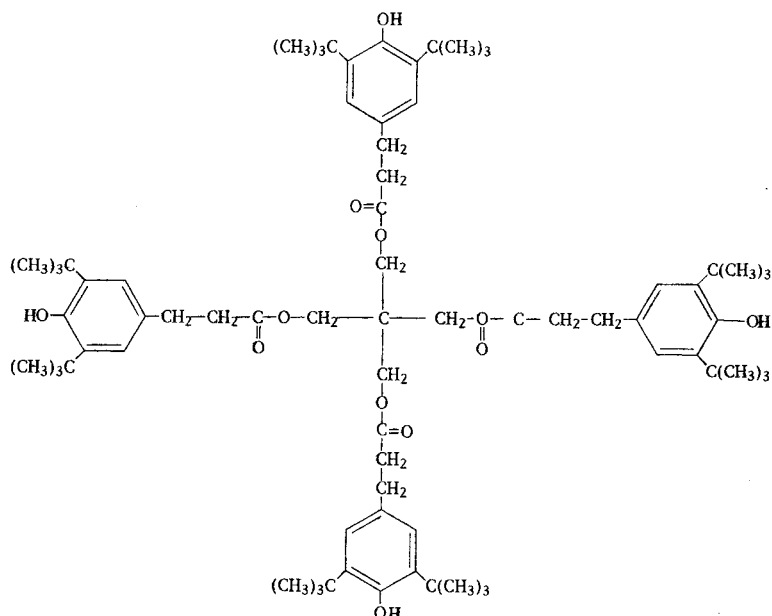
Radi upotpunjavanja rezultata TG analize, termijski su degradirani i karakterisani pojedini uzorci PCEMA sa i bez dodataka u oksidativnoj atmosferi i dobijeni rezultati upoređeni sa rezultatima neoksidativne degradacije [8]. Izotermna oksidativna degradacija uzoraka je izvedena na 200, 220, 240 i 260°C u trajanju od 30 minuta, u peći snage 250 W. Prosečna masa uzoraka je iznosila 120 mg. Ostatku degradiranih uzoraka određen je sadržaj gela, pomoću staklenih cevčica sa G-3 fritom standardnom ekstrakcijom po Soxhlet-u. Rastvarač metiletilketon je korišćen kao sredstvo za estrahovanje rastvornog dela polimernog ostatka. Ekstrakcija je trajala 12 časova.

## PRIKAZ REZULTATA I DISKUSIJA

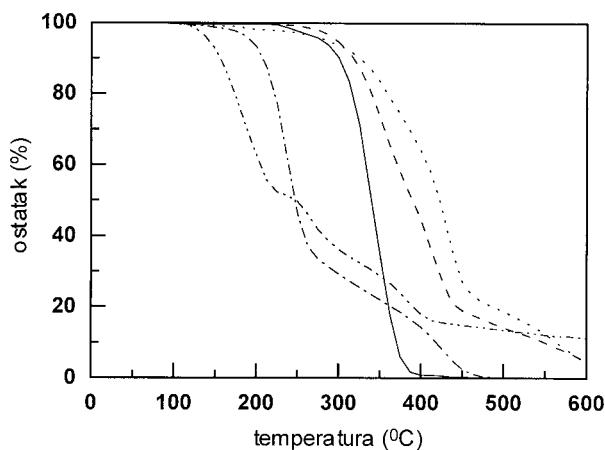
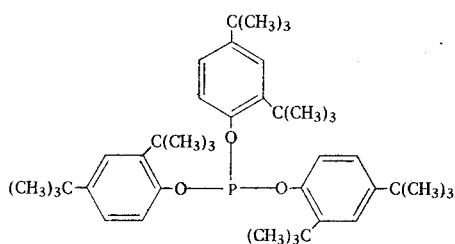
Neizotermne oksidativne TG krive čistog PCEMA i čistih antioksidanata, dobijene pri brzini zagrevanja 10°/min, predstavljene su na Slici 2.

Na osnovu karakterističnih temperatura gubitka 10% mase uzorka, T<sub>10%</sub> (Tabela 1) može se uočiti da antioksidanti CH 119 i CH 944 imaju više vrednosti T<sub>10%</sub> od čistog PCEMA (301°C). Temperature gubitaka 10% mase uzoraka antioksidanta CH 119 i CH 944 su izrazito više od vrednosti T<sub>10%</sub> čistog IRGANOX-a 1010 (208°C) i čistog IRGAPHOS-a 168 (156°C). Komponente smeše

## IRGANOX 1010



## IRGAPHOS 168



Slika 2. Neizotermne oksidativne TG krive PCEMA i antioksidanata: (—) PCEMA, (---) CH 119, (...) CH 944, (-.-) NOX, (-.-.-) PHOS, brzina zagrevanja 10°/min, protok vazduha 14 cm<sup>3</sup>/min

Figure 2. Non-isothermal oxidative TG curves of PCEMA and the antioxidants: (—) PCEMA, (---) CH 119, (...) CH 944, (-.-) NOX, (-.-.-) PHOS, heating rate 10°/min, air flow 14 cm<sup>3</sup>/min

NOX/PHOS (1:1) pokazuju izrazitu termijsku nestabilnost. Naročito je uočljiva termijska nestabilnost fosfitne komponente.

**Tabela 1.** Vrednosti karakteristične temperature 10% gubitka mase,  $T_{10\%}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), čistih antioksidanata i uzoraka PCEMA sa različitim koncentracijom aditiva, brzina zagrevanja  $10^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14\text{ cm}^3/\text{min}$ , za PCEMA  $T_{10\%} = 301^{\circ}\text{C}$

Table 1. Values of the characteristic temperature of 10% mass loss,  $T_{10\%}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), of the pure antioxidants and samples of PCEMA with various concentrations of additives, heating rate  $10^{\circ}/\text{min}$ , air flowrate  $14\text{ cm}^3/\text{min}$ , for PCEMA  $T_{10\%} = 301^{\circ}\text{C}$

Uzorak	CH 119	CH 944	NOX/PHOS (1:1)
Čist antioksidant (AO)	318	326	—
PCEMA+0.2%AO	280	286	—
PCEMA+0.4%AO	300	281	309
PCEMA+2.0%AO	256	270	—

Rezultati neizotermne oksidativne degradacije, ukazuju na veću termijsku stabilnost antioksidanata CH 119 i CH 944 u odnosu na čist PCEMA i čiste antioksidante IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168. Na osnovu ovih rezultata moglo bi se očekivati da će se aminski fotostabilizatori pokazati kao dobri termijski stabilizatori u oksidativnim uslovima degradacije PMCMa. Zbog termijske nestabilnosti IRGANOX-a 1010, naročito IRGAPHOS-a 168, ne bi se moglo očekivati efikasno termijsko stabilizovanje PCEMA smešom NOX/PHOS (1:1).

Međutim, u prisustvu antioksidanata ne dolazi do očekivanih promena u termijskoj stabilnosti PCEMA. Postoje manje promene u oblicima TG krivih, kao i presecanje (prekrsanje) krivih kod skoro svih uzoraka, a menjaju se i vrednosti temperature  $T_{10\%}$ . U Tabeli 1 su predstavljene vrednosti karakteristične temperature  $T_{10\%}$  za sve ispitane koncentracije dodatih antioksidanata. Kod svih uzoraka sa aminskim antioksidantima, vrednosti  $T_{10\%}$  su niže od odgovarajuće vrednosti za čist PCEMA. Jedino u prisustvu 0.4% smeše NOX/PHOS (1:1) vrednost  $T_{10\%}$  je malo viša od vrednosti za sam polimer. S obzirom da IRGAPHOS 168 usled svoje velike reaktivnosti razlaže platinsku posudicu termovage, ispitivan je samo jedan uzorak PCEMA sa dodatkom smeše NOX/PHOS (1:1) za slučaj sa udelom od 0.4% ove smeše.

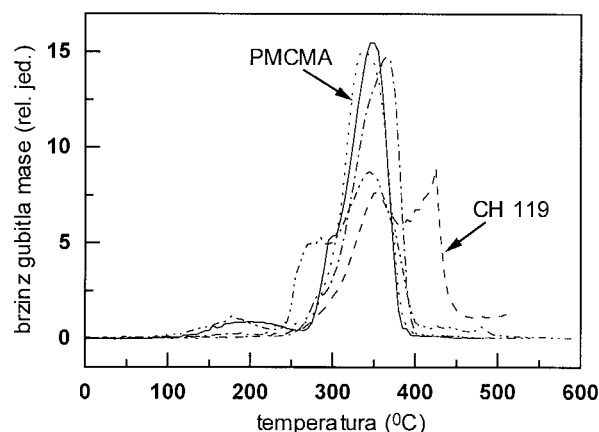
Razlike u termijskoj degradaciji uzoraka se lakše uočavaju poređenjem diferencijalnih TG (DTG) krivih, odnosno krivih brzina gubitka mase. Analizom DTG krivih uzoraka PCEMA sa različitim količinama antioksidanata, (Slike 3, 4 i 5), mogu se zapaziti finije razlike u termijskoj razgradnji uzoraka. Iako su položaji dominantnih maksimuma na DTG krivama uzoraka sa antioksidantima tipa CHIMASSORB (Tabela 2) uglavnom pomereni ka višim temperaturama u odnosu na pik čistog PCEMA ( $T_{DTG\text{max}} = 334^{\circ}\text{C}$ ), može se uočiti da su DTG krive PCEMA sa dodatkom CHIMASSORB-a složenije i da se na nižim temperaturama javljaju kolena ili čak razdvojeni novi DTG pikovi, ukazujući na promenjen, komplikovaniji mehanizam termolize i smanjenu termijsku stabilnost uzoraka. Kod uzorka polimera sa 0.4% smeše NOX/PHOS (1:1) položaj osnovnog DTG maksimuma se skoro poklapa sa pikom čistog PCEMA.

Oblici TG krivih čistog PCEMA i čistih antioksidanata vrlo malo zavise od brzine zagrevanja uzorka što je

**Tabela 2.** Vrednosti temperature DTG maksimuma ( $^{\circ}\text{C}$ ) uzoraka PCEMA sa različitim koncentracijom antioksidanata, brzina zagrevanja  $10^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14\text{ cm}^3/\text{min}$ , za PCEMA  $T_{DTG\text{max}} = 334^{\circ}\text{C}$

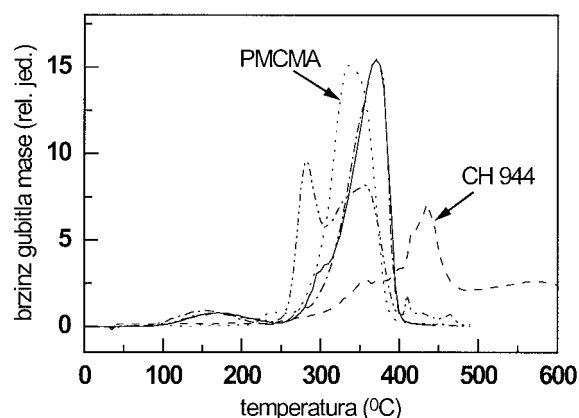
Table 2. Values of the DTG maxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) of samples of PCEMA with various concentrations of antioxidants, heating rate  $10^{\circ}/\text{min}$ , air flowrate  $14\text{ cm}^3/\text{min}$ , for PCEMA  $T_{DTG\text{max}} = 334^{\circ}\text{C}$

Uzorak	CH 119	CH 944	NOX/PHOS (1:1)
PCEMA+0.2%AO	347	370	—
PCEMA+0.4%AO	365	370	336
PCEMA+2.0%AO	(285), 346	281, 355	—



**Slika 3.** Oksidativne DTG krive uzoraka PCEMA sa dodatkom CH 119: (—) sa 0.2%, (---) sa 0.4% i (-.-) 2.0% antioksidanta, (....) PCEMA, (----) CH 119, brzina zagrevanja  $10^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14\text{ cm}^3/\text{min}$

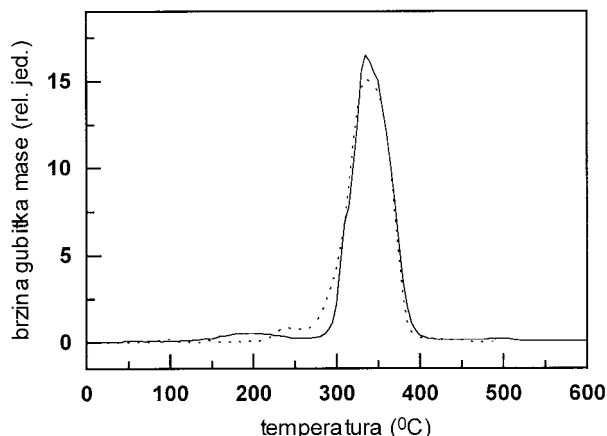
Figure 3. Oxidative DTG curves of PCEMA samples with CH 119: (—) with 0.2%, (---) with 0.4% and (-.-) 2.0% antioxidant, (....) PCEMA, (----) CH 119, heating rate  $10^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14\text{ cm}^3/\text{min}$



**Slika 4.** Oksidativne DTG krive uzoraka PCEMA sa dodatkom CH 944: (—) sa 0.2%, (---) sa 0.4% i (-.-) 2.0% antioksidanta, (....) PCEMA, (----) CH 944, brzina zagrevanja  $10^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14\text{ cm}^3/\text{min}$

Figure 4. Oxidative DTG curves of PCEMA samples with CH 944: (—) with 0.2%, (---) with 0.4% and (-.-) 2.0% antioxidant, (....) PCEMA, (----) CH 944, heating rate  $10^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14\text{ cm}^3/\text{min}$

predstavljeno primerima za čist PCEMA i čist IRGANOX 1010 (Slike 6 i 7). Kod uzoraka PCEMA sa 0.2% CH 119 i PCEMA sa 0.4% smeše NOX/PHOS (1:1) nagibi TG kri-

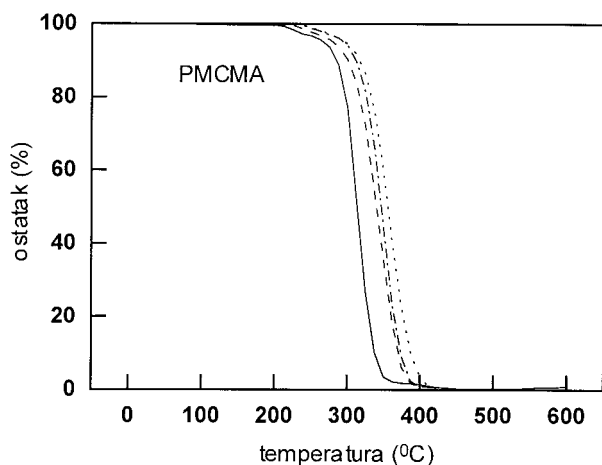


Slika 5. Oksidativna DTG kriva uzorka PCEMA sa dodatkom (—) 0.4% NOX/PHOS (1:1), (....) PCEMA, brzina zagrevanja  $10^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

Figure 5. Oxidative DTG curve of PCEMA samples with (—) 0.4% NOX/PHOS (1:1), (....) PCEMA, heating rate  $10^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

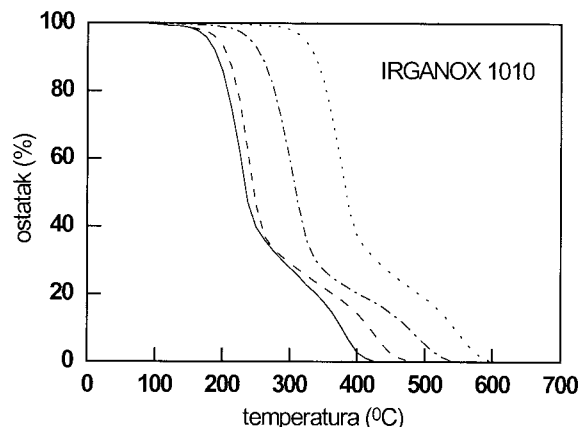
vih takođe ne zavise bitno od brzine zagrevanja uzorka, dok kod ostalih uzoraka PCEMA sa CHIMASSORB-om 119 i svih uzoraka PCEMA sa CHIMASSORB-om 944, nagibi TG krivih zavise od brzine zagrevanja uzoraka. Uzorak PCEMA sa 0.2% CH 944 (Slika 8) je prikazan kao primer uzorka kod kog je došlo do ukrštanja TG krivih koje su dobijene pri različitim brzinama zagrevanja uzorka.

Primenom metode Flynn-Wall-a određene su vrednosti energije aktivacije termijske degradacije,  $E_a$ , čistog PCEMA i čistih antioksidanata (Tabela 3). U odnosu na čist PCEMA, svi korišćeni antioksidanti, a naročito IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168 imaju znatno niže srednje vrednosti  $E_a$  termijske degradacije. U slučaju vrednosti  $E_a$  čistih PCEMA, CH 119 i CH 944 uočava se relativno velika vrednost standardne devijacije, što je posledica postepenog porasta vrednosti  $E_a$  sa gubitkom



Slika 6. Oksidativne TG krive PCEMA, brzine zagrevanja (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

Figure 6. Oxidative TG curves of PMCMMA, heating rates (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

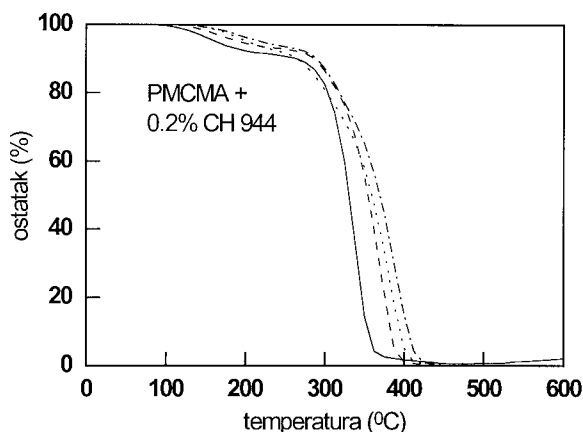


Slika 7. Oksidativne TG krive IRGANOX 1010, brzine zagrevanja (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

Figure 7. Oxidative TG curves of IRGANOX 1010, heating rates (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

mase. Kako primena metode Flynn-Wall-a nije bila moguća za izračunavanje  $E_a$  termijske degradacije kod onih uzoraka kod kojih je došlo do ukrštanja TG krivih koje su dobijene pri različitim brzinama zagrevanja, izračunate su samo srednje vrednosti  $E_a$  termijske degradacije uzoraka: PCEMA sa 0.2% CH 119 ( $E_a = 146 \pm 8 \text{ kJ/mol}$ ) i PCEMA sa 0.4% smeše NOX/PHOS (1:1) ( $E_a = 142 \pm 3 \text{ kJ/mol}$ ). Vrednosti  $E_a$  ovih uzoraka su nešto niže od vrednosti  $E_a$  za čist polimer (Tabela 3).

Na povišenim temperaturama kiseonik utiče da se umrežavanje PCEMA odvija u manjoj meri [10] u odnosu na PCEMA degradiran u neoksidativnim uslovima [5]. U odnosu na čist PCEMA, u prisustvu upotrebljenih antioksidanata PCEMA intenzivno umrežava što je utvrđeno analizom sadržaja gela oksidativno izotermno degradiranih uzoraka čistog PCEMA i uzoraka PCEMA sa antioksidantima. Uočeno je da količine gela kod oksidativno degradiranih uzoraka ne zavise od vrste dodatog antioksidanta (Tabela 4), dok je u neoksidativnoj atmosferi naji-



Slika 8. Oksidativne TG krive PCEMA sa dodatkom 0.2% CH 944 brzine zagrevanja (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , protok vazduha  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

Figure 8. Oxidative TG curves of PCEMA sa with 0.2% CH 944, heating rates (—) 2,5, (---) 10, (....) 20, (-.-)  $40^{\circ}/\text{min}$ , air flow  $14 \text{ cm}^3/\text{min}$

**Tabela 3.** Vrednosti energije aktivacije oksidativne termijske degradacije,  $E_a$ , PCEMA i korišćenih antioksidanata koje su određene metodom Flynn–Wall-a

Table 3. Values of the oxidative thermal degradation activation energy,  $E_a$ , of PCEMA and the utilised antioxidants determined by the Flynn–Wall method

Uzorak	$E_a$ (kJ/mol)
PCEMA	159 ± 15
CH 119	99 ± 22
CH 944	85 ± 18
IRGANOX 1010	15 ± 1
IRGAPHOS 168	41 ± 7

**Tabela 4.** Vrednosti sadržaja gela (mas.%) degradiranih uzoraka PCEMA i PCEMA sa 0.2 mas.% aditiva, temperatura izotermne degradacije 260°C, vreme 30 min

Table 4. Values of the gel content (mass %) of degraded samples of PCEMA and PCEMA with 0.2 mass % additive, isothermal degradation temperature 260°C, time 30 min

Uzorak	Sadržaj gela (mas.%)	
	N <sub>2</sub> [8]	Vazduh
PCEMA	28.5	8.4
PCEMA+0.2% CH 119	52.0	86.1
PCEMA+0.2% CH 944	66.3	82.7
PCEMA+0.2% NOX/PHOS (1:1)	81.8	83.7

zraženije stvaranje gela u prisustvu kombinacije aditiva IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168 [8]. Kod oksidativno degradiranih uzoraka PCEMA u prisustvu antioksidanata blago raste sadržaj gela sa porastom temperature izotermne degradacije (Tabela 5).

## ZAKLJUČAK

Prisustvo kiseonika menja mehanizam termolize PCEMA, kao i prisustvo antioksidanata. Identifikacijom proizvoda oksidativne termijske razgradnje PCEMA u prisustvu antioksidanata omogućilo bi se utvrđivanje de-

**Tabela 5.** Vrednosti sadržaja gela (mas.%) oksidativno degradiranih uzoraka PCEMA i PCEMA sa 0.2 mas.% aditiva, na različitim temperaturama izotermne degradacije, vreme 30 min

Table 5. Values of the gel content (mass %) of oxidatively degraded samples of PCEMA and PCEMA with 0.2 mass % additive, various temperatures 260 C of isothermal degradation, time 30 min

Uzorak	Sadržaj gela (mas.%)			
	200°C	220°C	240°C	260°C
PCEMA	–	–	2.2	8.4
PCEMA+0.2% CH 119	62.3	71.1	79.1	86.1
PCEMA+0.2% CH 944	71.9	77.4	79.8	82.7
PCEMA+0.2% NOX/PHOS (1:1)	–	–	70.4	83.7

taljnog mehanizma delovanja ovih aditiva, što predstavlja dalji predmet naših istraživanja.

Na osnovu rezultata dobijenih termogravimetrijskim merenjima može se zaključiti da komercijalni fotostabilizatori CHIMASSORB 119 i CHIMASSORB 944 ne mogu uspešno da stabilizuju termooksidativnu degradaciju PCEMA, dok se u slučaju prisustva smeše antioksidanata IRGANOX 1010 i IRGAPHOS 168 (1:1) uočavaju mali efekti stabilizovanja.

## LITERATURA

- [1] N. Grassie, G. Scott, Polymer Degradation and Stabilisation, Cambridge University Press, Cambridge, 1985, str. 119–169.
- [2] F. Gugumus, Polym. Deg. Stab. 39 (1993) 117.
- [3] M.J. Žagar, L. Katsikas, I.G. Popović, Hemijska industrija, 52(1998)450.
- [4] N. Grassie, J.R. McCallum, J. Polym. Sci. A2 (1964) 983.
- [5] I. Popović, L. Katsikas, W. Schnabel, J. Veličković, J. Serb. Chem. Soc. 60 (1994) 187.
- [6] Ciba Additives for the Polymer Industry, Ciba Geigy Publ. 28875/e, 1992.
- [7] D. Radić, C. Dayin, A. Opazo, L. Gargallo, Makromol. Chem., Macromol. Symp. 58 (1992) 209.
- [8] M.J. Žagar, Magistarski rad, TMF Beograd, 1998.
- [9] J.H. Flynn, L.A. Wall, Polym. Letts. 4 (1966) 323.
- [10] J.Song, Ch–H. Fischer, W. Schnabel, Polym. Deg. And. Stab. 41(1993) 141.

## SUMMARY

### THE THERMO-OXIDATIVE DEGRADATION OF POLY(2-CHLOROETHYL METHACRYLATE) IN THE PRESENCE OF ANTIOXIDANTS

(Scientific paper)

Maja J. Žagar, Lynne Katsikas and Ivanka G. Popović  
Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade

The oxidative thermal degradation of poly(2-chloroethyl methacrylate) (PCEMA) was studied in the presence of the following commercial antioxidants: CHIMASSORB 119 (CH 119) and CHIMASSORB 944 (CH 944), both based on amines, and a mixture of IRGANOX 1010, a phenol derivative, and IRGAPHOS 168, a phosphite (mass ratio 1:1), by the thermogravimetric (TG) method. On the basis of the obtained results, the characteristic temperatures of 10% mass loss,  $T_{10\%}$ , the shape of the differential TG (DTG) curves and mean values of the thermal degradation activation energy,  $E_a$ , it was concluded that the commercial photostabilisers CH 119 and CH 944 could not successfully stabilise the thermal degradation of PCEMA, while in the case of the presence of the antioxidant mixture IRGANOX 1010 and IRGAPHOS 168 (1:1) slight stabilising effects were observed.

Key words: • Thermo-oxidative Degradation • Polymethacrylates • Antioxidants • Thermogravimetry • Ključne reči: • Termooksidativna degradacija • Polimetakrilati • Antioksidanti • Termogravimetrija •

