

PRIMENA TESTA GORENJA ZA BRZU IDENTIFIKACIJU TIPOVA POLIMERNIH MATERIJALA NA BAZI PVC

APPLICATION OF BURNING TEST FOR FAST IDENTIFICATION OF TYPES OF PVC-BASED POLYMER MATERIALS

Matilda LAZIĆ^{1*}, Dragan HALAS¹, Duško SALEMOVIĆ¹, Aleksandar DEDIĆ²

¹ Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin, Srbija

² Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

<https://doi.org/10.24094/ptk.021.34.1.77>

U radu je ispitivana mogućnost primene testa gorenja, u svojstvu brze metode za identifikaciju tipa polimernih materijala na bazi PVC. Ispitivani su uzorci ambalaže za prehrambene proizvode i uzorci baštenskih creva, za koje je na osnovu utisnute brojčane oznake odnosno, proizvođačke specifikacije, smatrano je da su izrađeni od polimernih materijala na bazi PVC. Pretpostavljeno je da se primenom testa gorenja može izvršiti preliminarna identifikacija vrste PVC, od koje su izrađeni ispitivani uzorci. Takođe, je pretpostavljeno je da prisustvo dodataka u plastičnoj masi na bazi PVC značajno utiče na ponašanje uzoraka pri gorenju. Dobijeni rezultati sugerišu/preliminarno potvrđuju da su uzorci posuda za ambalažiranje maslaca izrađeni od krutog PVC. Prisustvo dodataka u krutom PVC ometa ponašanje uzoraka u otvorenom plamenu tokom testa gorenja. Na osnovu rezultata testa gorenja može se proceniti (preliminarno identifikovati) da su uzorci baštenskih creva izrađeni od fleksibilnog PVC. Test gorenja reprezentuje brzu metodu identifikacije polimernih materijala na bazi PVC, koja omogućava preliminarno razlikovanje plastifikovanog od neplastifikovanog PVC u pogonima za razvrstavanja ambalaže za reciklažu ali i u pogonima za preradu polimera.

Ključne reči: tvdri PVC; fleksibilni PVC; test gorenja; preliminarna identifikacija

The paper examines the possibility of applying the burning test, as a fast method for the identification of un-plasticized (rigid) and plasticized (flexible) PVC-based polymer materials. Samples of packaging for food products and samples of garden hoses were tested, for which, based on the imprinted identification/recycling code i.e., the manufacturer's specification, it was assumed that they were made of polymer materials based on PVC. It was assumed that by applying the burning test, a preliminary identification of PVC types from which the tested samples were made could be performed. It is also assumed that the presence of additives in PVC-based plastics significantly affects the burning behavior of samples. The obtained results suggest / preliminary confirm that the samples of butter packaging containers are made of rigid PVC. The presence of an additive in the rigid PVC interferes with the behavior of the samples in the open flame during the burning test. Based on the results of the burning test, it can be estimated (preliminarily identified) that the samples of garden hoses are made of flexible PVC. The burning test represents a fast method of identification of PVC-based polymer materials, which enables preliminary differentiation of flexible and rigid PVC in recycling packaging plants and polymer processing plants.

Key words: rigid PVC; flexible PVC; burning test; method for preliminary identification

1 Uvod

Polivinilhlorid (u daljem tekstu: PVC) predstavlja komercijalni polimerni materijal današnjice i bliske budućnosti. PVC reprezentuje termoplast, čiji se proizvodi vrlo lako nalaze u svakodnevnom životu a istovremeno, čini i tzv. popularnu plastiku [1] iz aspekta upotrebe u industrijskim aplikacijama i građevinarstvu. Plastične mase na bazi PVC proizvode se kompaundiranjem PVC-čistog polimera i mnogobrojnih aditiva i to, u cilju podešavanja kvalitativnih i tehnoloških svojstava nastalog

* Corresponding author, e-mail: matildalazic@outlook.com

materijala za specifičnu primenu. Polimerni materijali na bazi PVC mogu biti neplastifikovani tzv. kruti i plastifikovani tzv. fleksibilni [1]. Kada se u kruti PVC dodaju specifični aditivi tzv. plastifikatori [1] nastaje fleksibilni PVC, nova klasa materijala [1,2,3]. Primena krutog PVC uključuje: okvire/profile za prozore, cevi za vodu i druge fluide, delove za auto-industriju, krute ploče/listove za izradu rezervoara za fluide, itd. [4]. Primena fleksibilnog PVC uključuje medicinske aplikacije, izolaciju kablova za auto-industriju, membrane, fleksibilna creva za fluide u industriji i u građevinarstvu, izradu baštenskih creva za domaćinstva, itd. [4]. PVC takođe, reprezentuje izuzetno značajan ambalažni i materijal za pakovanje, koji je naročito zastupljen u prehrambenoj industriji [5]. Kruti PVC se duva u boce, oblikuje se u kutije/posude za ambalažiranje prehrambenih proizvoda, itd. [5,6]. Fleksibilni PVC se koristi za izradu: filmova, folija, listova za pakovanje prehrambenih proizvoda, itd. [5,6]. Ekstenzivna primena krutog i fleksibilnog PVC za ambalažiranje i pakovanje, reflektuje se na proces reciklaže iskorišćene polimerne ambalaže.

Brze metode identifikacije polimernih materijala, od kojih su izrađeni krajnji proizvodi, jesu jednostavni testovi, koji se mogu primenjivati u pogonima za proizvodnju/preradu polimera ali i na deponijama čvrstog, polimernog otpada (za sortiranje iskorišćene/odbačene ambalaže a pre postupka reciklaže) [7]. Brze metode identifikacije omogućavaju samo procenu ili preliminarno utvrđivanje vrste ispitivanog polimernog materijala [7,8]. Prema navedenom, brze metode identifikacije reprezentuju preliminarne metode [7,8], koje su primenljive samo za procenu vrste polimernih materijala bez mogućnosti primene kao tzv. konačne metode.

U radu je ispitivana mogućnost primene testa gorenja, u svojstvu brze metode identifikacije neplastifikovanih (krutih) i plastifikovanih (fleksibilnih) polimernih materijala na bazi PVC. Test gorenja omogućava načelno, razlikovanje PVC na dva tipa: kruti i fleksibilni [7,8]. Ispitivani su uzorci ambalaže za prehrambeni proizvod i uzorci baštenskih creva. Na osnovu utisnute brojčane oznake (kod za reciklažu) [7,8] i literaturnih podataka [5] odnosno, proizvođačke specifikacije [9,10], pretpostavljeno da su ispitivani uzorci izrađeni od polimernih materijala na bazi PVC [7,8]. Pretpostavljeno je takođe, da prisustvo aditiva u plastičnoj masi na bazi PVC utiče na ponašanje uzoraka pri gorenju, tokom testa [7].

2 Eksperimentalni deo

2.1 Materijal

Za ispitivanje primenom testa gorenja, korišćena je serija od 5 uzoraka. Ispitivani su uzorci iskorišćene ambalaže za maslac (uzorak 1, uzorak 2, uzorak 3) i uzorci baštenskih creva (uzorak 4, uzorak 5). Opis ispitivanih uzoraka, prikazan je u Tabeli 1. Ideja kod ambalaže za maslac (uzorci: 1, 2 i 3) je bila da se pokaže da li dodaci plastičnim masama, u ovom slučaju boja ambalaže i štampa na njoj, utiču na identifikaciju materijala. Kod creva (uzorci 4 i 5) ideja je bila da se ispita načelni uticaj prisustva armature na gorivost uzorka odnosno, na mogućnost preliminarne identifikacije.

Na osnovu broja 3, koji predstavlja očitani kod za reciklažu (uzorak 1, uzorak 2, uzorak 3) utisnut u korišćenu ambalažu za maslac, pretpostavljeno je da su oni izrađeni od polimernog materijala na bazi PVC [7]. Na osnovu proizvođačkih podataka za uzorak 4 [9] i uzorak 5 [10], pretpostavljeno je da su oni izrađeni od fleksibilnog PVC.

2.2 Metode

Ispitivanje uzoraka primenom testa gorenja [7], kao brze metode preliminarne identifikacije/procene vrste materijala (od koje su izrađeni uzorci) izvedeno je u Laboratorijama Visoke tehničke škole strukovnih studija u Zrenjaninu. Primenjene su sve mere lične i tehničke zaštite za rad u laboratorijskim uslovima. Pripremljene su epruvete uzoraka za ispitivanje u otvorenom plamenu. Test gorenja ne zahteva primenu standardizovanih metoda pripreme uzoraka [7,8]. Isečeni su komadi iskorišćenih ambalaža od maslaca, dimenzija 3cmx3cm. Od uzoraka creva iscečene su epruvete dužine 5cm zbog lakšeg hvatanja pincetom i unosa u otvoreni plamen. Svaki uzorak pojedinačno, zatim je unet u otvoren plamen Bunzenovog plamenika. Smanjen je dovod gasa u Bunzenov plamenik na minimum, da bi se dobio slab plamen a sve to, u cilju lakšeg posmatranja promena u uzorku. Posmatrano je ponašanje uzoraka u otvorenom plamenu: gorivost u/izvan plamena; mogućnost formiranja

kapi pri gorenju ili topljenje plastičnog materijala; miris para nakon uklanjanja plamena; izgled ostatka nakon testa a sve to, u skladu sa propisanom metodom [7,8].

Tabela 1. Opis serije uzoraka za ispitivanje pomoću testa gorenja

	<i>Predmet za ispitivanje</i>	<i>Vizuelni opis uzorka</i>	<i>Brojčana oznaka na uzorku</i>	<i>Proizvođački podaci</i>	<i>Pretpostavka za vrstu materijala</i>
Uzorak 1	Iskorišćena ambalaža od maslaca	Mlečno bela, neprozirna, bez štampe. Glatka, stabilna struktura	3 (utisnuta)	/	PVC
Uzorak 2	Iskorišćena posuda od maslaca	Oker obojena, neprozirna, bez štampe	3 (utisnuta)	/	PVC
Uzorak 3	Iskorišćena posuda od maslaca	Oker obojena, neprozirna, sa štamptom	3 (utisnuta)	/	PVC
Uzorak 4	Baštensko crevo za vodu	Nearmirano, glatko, fleksibilno, od dvo-bojnog materijala, bez štampe	/	da	Fleksibilni PVC
Uzorak 5	Baštensko crevo za vodu	Ojačano filamentom, dvo-bojno, bez štampe	/	da	Fleksibilni PVC

Za preliminarnu identifikaciju vrste polimernog materijala, od kojeg je izrađena ispitivana serija uzoraka, korišćena je prvenstveno, Tabela za identifikaciju plastičnih masa [7,8]. Primenjena je uporedna metoda analize.

3 Rezultati i diskusija rezultata

Rezultati ispitivanja testa gorenja [7,8] na ispitivanoj seriji uzoraka, prikazani su u Tabeli 2.

Dobijeni rezultati (Tabela 2) u ispitivanoj seriji uzoraka (Tabela 1) su načelno, u skladu sa literaturnim podacima [7,8], koji su korišćeni kao pretpostavke u ovom radu.

Dobijeni rezultati za uzorak 1 (Tabela 2) preliminarano, mogu ukazivati da je on izrađen od krutog PVC, što je u skladu sa očekivanjima [5,7,8]. Pre testa gorenja, smernice sa koda za reciklažu su ukazivale da je uzorak 1 izrađen generalno od polimernog materijala na bazi PVC ali bez navođenja vrste PVC. Test gorenja je potvrdio i precizirao polazne podatke iz Tabele 1. Pojedina odstupanja ponašanja uzorka 1 u otvorenom plamenu u odnosu na literaturne podatke za kruti PVC [7,8] mogu se objasniti prisustvom različitih vrsta i količina aditiva u plastičnoj masi, što je u skladu sa korišćenom pretpostavkom [7]. Vrsta i količina aditiva bi se mogla odrediti dodatnim ispitivanjima primenom. tzv. konačnih metoda analize [7].

Dobijeni rezultati za uzorak 2 (Tabela 2) preliminarano, mogu ukazivati da je on izrađen od krutog PVC, što je u skladu sa očekivanjima [5,7,8]. Pre testa gorenja, smernice sa koda za reciklažu su ukazivale da je uzorak 2 izrađen generalno od polimernog materijala na bazi PVC ali bez navođenja vrste PVC. Test gorenja je potvrdio i precizirao polazne podatke iz Tabele 1. Pojedina odstupanja

ponašanja uzorka 2 u otvorenom plamenu u odnosu na literaturne podatke za kruti PVC [7,8] mogu se objasniti prisustvom različitih vrsta i količina aditiva u plastičnoj masi ali i obojenošću uzorka. Navedeno je takođe, u skladu sa korišćenom pretpostavkom [7].

Tabela 2. Rezultati preliminarne identifikacije/procene vrste polimernog materijala dobijeni ispitivanjem serije uzoraka primenom testa gorenja

	<i>Zapaljivost i izgled plamena</i>	<i>Miris oslobođenih gasova</i>	<i>Izgled ostatka nakon gorenja</i>	<i>Procena vrste polimernog materijala</i>
Uzorak 1	Gori u plamenu, gasi se izvan plamena. Plamen je žut, čađav, i-vice slabo zelene boje	na gar, kiseo	tvrd, taman	Tvrđi PVC
Uzorak 2	Gori u plamenu, gasi se izvan plamena. Plamen je žuto-smeđ, veoma čađav, ivice veoma slabo i povremeno svetlo zelene boje	na gar, jako kiseo	tvrd, taman	Tvrđi PVC
Uzorak 3	Gori u plamenu, gasi se izvan plamena. Plamen žuto-smeđ, veoma čađav	na gar, jako kiseo	tvrd, crn	Tvrđi PVC
Uzorak 4	Gori u plamenu, gasi se izvan plamena. Plamen je svetao, malo čađav	na HCl, povremeno lagano sladunjav	zatopljen	Fleksibilni PVC
Uzorak 5	Nastavlja da gori nakon paljenja. Plamen je žućkasto-smeđ, malo čađav	na HCl, lagano sladunjav	zatopljen	Fleksibilni PVC

Dobijeni rezultati za uzorak 3 (Tabela 2) preliminarano, mogu ukazivati da je on izrađen od krutog PVC, što je u skladu sa očekivanjima [5,7,8]. Pre testa gorenja, smernice sa koda za reciklažu su ukazivale da je uzorak 3 izrađen generalno od polimernog materijala na bazi PVC ali bez navođenja vrste PVC. Test gorenja je potvrdio i precizirao polazne podatke iz Tabele 1. Pojedina odstupanja ponašanja uzorka 3 u otvorenom plamenu u odnosu na literaturne podatke [7,8] za kruti PVC, mogu se objasniti prisustvom različitih vrsta/količina aditiva u plastičnoj masi. Navedeno je takođe, u skladu sa korišćenom pretpostavkom [7], obojenošću mase uzorka i prisustvom štampe na spoljnoj površini.

Mora se naglasiti da je ponašanje u otvorenom plamenu kod uzorka 1 (Tabela 2) najpribližnije literaturnim podacima za kruti PVC [7,8]. Fenomen se može objasniti činjenicom da uzorak 1 nije obojen i na njemu nije prisutna štampa, odnosno aditivi koji utiču na promenu gorivosti krutog PVC.

Dobijeni rezultati za uzorak 4 (Tabela 2) preliminarano, mogu ukazivati da je on izrađen od fleksibilnog PVC, što je u skladu sa korišćenom pretpostavkom [7,8] ali i sa podacima od proizvođača [9]. Test gorenja je preliminarano potvrdio polazne smernice uz mala odstupanja.

Dobijeni rezultati za uzorak 4 (Tabela 2) preliminarano, mogu ukazivati da je on izrađen od fleksibilnog PVC, što je u skladu sa korišćenom pretpostavkom [7,8] ali i sa podacima od proizvođača [10]. Test gorenja je preliminarano potvrdio polazne smernice uz mala odstupanja.

Primećeno je da obojenost i/ili prisustvo štampe na spoljašnjoj površini uzoraka 4,5 (Tabela 2) utiče na odstupanje ponašanja u otvorenom plamenu od literaturnih podataka za fleksibilni PVC [7,8]. Prisustvo filameta u uzorku 5 (Tabela 2) izaziva značajnije odstupanje gorivosti od literaturno definisanog za fleksibilni PVC [7,8] ali i od gorivosti u uzorku 4. Načelno, fenomen bi se mogao objasniti uticajem dubine obojenosti i prisustva filameta na gorivost fleksibilnog PVC. Morao bi se takođe, uzeti u obzir uticaj vrste/količine korišćenog plastifikatora, što bi moglo predstavljati dalji tok rada.

4 Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata u ovom radu, može se smatrati da je test gorenja pogodna metoda za preliminarnu identifikaciju/procenu tipa polimernog materijala na bazi PVC, od kojeg su izrađeni ispitivani uzorci. Test gorenja omogućava načelno, razlikovanje PVC na dva tipa: kruti i fleksibilni. Preliminarno poznavanje vrste plastične mase na bazi PVC i prisutnih dodataka veoma je značajno iz aspekta razmatranja njihovog uticaja na ambalažiranu namirnicu.

Test gorenja omogućava korišćenje polaznih podataka (smernica) o uzorcima u cilju olakšavanja postupka preliminarne identifikacije.

Rezultati u ispitivanoj seriji uzoraka pokazuju da se može smatrati da prisustvo aditiva i specifičnih plastifikatora u plastičnim masama otežava preliminarnu identifikaciju PVC i njegovo diferenciranje po tipu na kruti/fleksibilan.

Test gorenja je jednostavna metoda sa potencijalom primene u pogonima za proizvodnju/pre-radu polimera i na deponijama za sortiranje polimernog otpada i to, pre postupka reciklaže.

Dalji tok rada može obuhvatati ispitivanje serije uzoraka drugim metodama brze identifikacije polimera, primenu konačnim metoda identifikacije, itd.

5 Literatura

- [1] **Nuraini, A.S.**, Journal Review: Characteristics, Manufacture, Plasticizer, and Application of Polyvinylchloride (PVC), *Polymer-Plastics Technology and Engineering, Volume 4* (2020), issue 7, pp. 11-17.
- [2] **Harper, C.A.**, *Handbook of Plastics, Elastomers and Composites, fourth edition*, McGraw-Hill Companies Inc, NY, NY, USA, 2002.
- [3] ***, *Polyvinyl Chloride PVC*, British Plastic Federation, 2020
- [4] **McKeen, L.W.**, *Plastic Films in Food Packaging (chapter 1, Introduction to Use of Plastic in Food Packaging)*, William Andrew, Norwich, NY, USA, 2013.
- [5] **Vujković, I.**, *Polimerna i kombinovana ambalaža*, Poli, Novi Sad, Republika Srbija, 1997.
- [6] **Vujković, I., K. Galić, M. Vereš**, *Ambalaža za pakiranje namirnica*, Tectus, Zagreb, Republika Hrvatska, 2007.
- [7] **Vujković, I., D. Stoiljković, S. Đilas**, *Brza identifikacija polimernih materijala*, Poli, Novi Sad, Republika Srbija, 2000.
- [8] **Braun, D.**, *Simple Methods for Identification of Plastics (with the Plastic Identification Table by Saechtling H.)*, 5th edition, Hanser Publishers, Munich, Germany, 2013.
- [9] ***, *Manufacturer's Brochure (Prospectus), PVC Garden Hoses*, Corona Impex, 2020
- [10] ***, *Manufacturer's Brochure (Prospectus), PVC Garden Hoses*, Roda Garden, 2020

