

ZORICA Ž. LAZAREVIĆ<sup>1</sup>  
VESNA B.  
MIŠKOVIĆ-STANKOVIĆ<sup>1</sup>  
ZORICA  
KAČAREVIĆ-POPOVIĆ<sup>2</sup>  
DRAGUTIN M. DRAŽIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet,  
Beograd

<sup>2</sup>Institut za nuklearne nauke  
"Vinča", Beograd

<sup>3</sup>IHTM-IEH, Beograd

NAUČNI RAD

678.026.3+547.1-311+546.62:620.197

## EPOKSIDNE KATAFORETSKE PREVLAKE NA ALUMINIJUMU I MODIFIKOVANIM POVRŠINAMA ALUMINIJUMA

*Postupkom kataforetskog taloženja dobijene su epoksidne zaštitne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma (anodizirani aluminijum, fosfatirani i hromatno-fosfatirani aluminijum). Za ispitivanje zaštitnih osobina ovako dobijenih epoksidnih prevlaka korišćena je spektroskopija elektrohemijske impedancije i termogravimetrijska analiza. Cilj ovog rada je bio da se objasni uticaj modifikacije supstrata na elektrohemijske karakteristike i termičku stabilnost epoksidnih prevlaka taloženih na aluminijumu.*

Osobine zaštitnog sistema metal-organska prevlaka zavise od mnogih faktora [1-4]: a) kvaliteta organske prevlake, odnosno njenog hemijskog sastava, sorpcionih karakteristika, propustljivosti za vodu, kiseonik i jone elektrolita; b) osobina metalne površine na koju se nanosi, kao i od modifikacije površine; c) granice faza metal/prevlaka. Organske prevlake dobijene postupkom kataforetskog taloženja nalaze veliku primenu u industriji, prvenstveno automobilskoj [5].

Cilj ovog rada je da se primenom metode spektroskopije elektrohemijske impedancije i termogravimetrijske analize, ispituju elektrohemijske karakteristike i termička stabilnost epoksidnih kataforetskih prevlaka na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma (anodizirani aluminijum, fosfatirani i hromatno-fosfatirani aluminijum).

### EKSPERIMENTALNI DEO

Za kataforetsko taloženje epoksidnih prevlaka korišćene su pločice aluminijuma 99,5% čistoće, dimenzija 20 mm x 20 mm x 0,23 mm. Priprema površine aluminijuma sastojala se u: 1) odmaščivanju ("Meripol 270" koncentracije 10 g dm<sup>-3</sup>) na temperaturi od 50°C, za vreme od 3 min; 2) nagrizanju sa 5% NaOH na temperaturi od 50°C, za vreme od 3 min; 3) posjajivanju sa 12% HNO<sub>3</sub> na sobnoj temperaturi tokom 30 s. Između odmaščivanja, nagrizanja i posjajivanja pločica vršeno je ispiranje vodom. Tako pripremljena površina je modifikovana anodizacijom, u 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [6]. Anodizacija je vršena pri gustini struje od 1,8 A dm<sup>-2</sup>, na sobnoj temperaturi, za vreme od 12,5 min, a debljina oksidne prevlake je bila 5 μm [7]. Proces siliranja je vršen u klučaloj vodi tokom vremena od 6,5 min, a potom su uzorci sušeni na sobnoj temperaturi.

Modifikovanje površine aluminijuma je vršeno i hemijskim putem. Nakon pripreme površine aluminijuma, iz rastvora sastava: CrO<sub>3</sub> 7g dm<sup>-3</sup>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 58 g dm<sup>-3</sup> i NaF 4,5 g dm<sup>-3</sup>, nanošena je hromatno-fosfatna prevlaka, na sobnoj temperaturi, tokom 2 min, pri pH vrednosti od 1,85. Debljina hromatno-fosfatne prevlake je iznosila 0,5-1 μm. Hemijskim postupkom je na predhodno pripremljenu površinu aluminijuma nanošena fosfatna prevlaka iz rastvora fluorida i fosfata (5% "Alfos"), na temperaturi od 40-50°C, tokom 5 min, pri pH od 4,7. Debljina fosfatne prevlake je iznosila 0,5-1 μm. Nakon modifikovanja površine aluminijuma sledilo je ispiranje, a potom sušenje na sobnoj temperaturi.

Epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma dobijene su postupkom kataforetskog taloženja iz rastvora polimera na bazi epoksidne smole modifikovane aminom i izocijanatom u vodi, pri sledećim, predhodno određenim optimalnim uslovima taloženja: napon 250 V, temperatura 27°C, koncentracija polimera 10 mas % i vreme 3 min [8]. Epoksidne prevlake su ispirane i zatim sušene 30 min na 180°C, u cilju formiranja umrežene strukture. Potom su prevlake izlagane dejstvu korozionog agensa (3% NaCl).

Za ispitivanje elektrohemijskih karakteristika prevlaka korišćena je metoda spektroskopije elektrohemijske impedancije, na osnovu koje su određeni otpornost u porama prevlake, kapacitivnost prevlake, otpornost prenosa naelektrisanja kroz graničnu površinu metal-elektrolit, kapacitivnost električnog dvojnog sloja i relativna permitivnost prevlake. Impedansna merenja su izvedena u standardnoj elektrohemijskoj ćeliji. Radna elektroda je bila aluminijumska ili modifikovana aluminijumska pločica sa epoksidnom prevlakom, pomoćna elektroda platinska mrežica, a kao referentna elektroda korišćena je zasićena kalomelova elektroda (ZKE). Eksperimenti su izvedeni na potencijalu otvorenog kola, sa amplitudom naizmeničnog napona 5 mV i u opsegu frekvencije 100 kHz do 5 mHz, korišćenjem potenciostata PAR 273 i Lock-in pojačivača PAR 5301.

Adresa autora: Z.Ž. Lazarević, Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11000 Beograd  
Rad primljen: Maj 24, 2002.  
Rad prihvaćen: Oktobar 8, 2002.

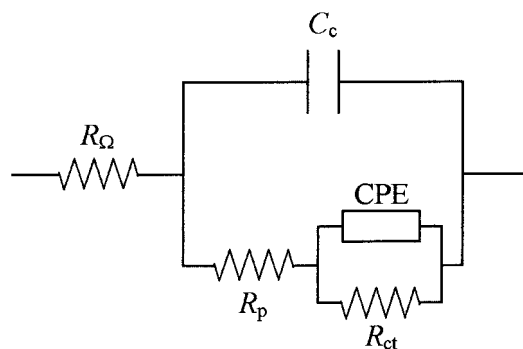
Za određivanje sadržaja apsorbovane vode u prevlaci i termičke stabilnosti epoksidnih prevlaka, korišćena je termogravimetrijska analiza (TGA). Uzorci su predhodno držani u rastvoru 3% NaCl tokom 24 časa na sobnoj temperaturi. Termogravimetrijska merenja su urađena u opsegu temperature od 20–600°C, u struji azota protoka 30 cm<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> i pri brzini zagrevanja 10°C min<sup>-1</sup>.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Elektrohemijske karakteristike

Organske polimerne prevlake, formirane na metalnom supstratu, se u idealnom slučaju ponašaju kao dielektrici. Posle izvesnog vremena delovanja korozionog agensa, organske prevlake pokazuju odstupanja od takvog ponašanja, usled nastajanja elektrolitom aktiviranih, provodnih područja, takozvanih "staza", koje kroz prevlaku stižu do metala, gde dolazi do elektrohemijjskih reakcija na graničnoj površini metal–elektrolit. Ovakvo tumačenje ponašanja organskih prevlaka na čeliku i legurama aluminijuma pod dejstvom korozionog agensa sreće se kod mnogih autora [9–13].

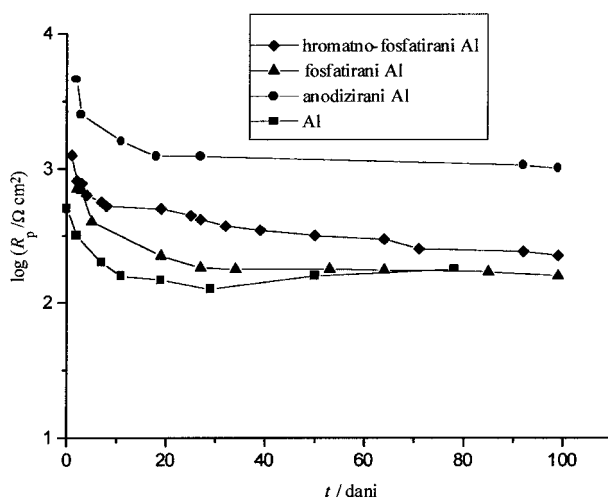
Kao rezultat ispitivanja polimernih prevlaka na čeliku i legurama aluminijuma razvijen je opšti model električnog ekvivalentnog kola za sistem metal–organska prevlaka u elektrolitu (slika 1), gde je  $R_{\Omega}$  otpornost elektrolita,  $R_p$  otpornost elektrolita u porama prevlake,  $C_c$  kapacitivnosti prevlake,  $R_{ct}$  otpornost prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal–elektrolit, CPE element sa konstantnim faznim uglom koji predstavlja sve elektrohemijjske fenomene na graničnoj površini metal–elektrolit, tj. kapacitivnost električnog dvojnog sloja i difuzione procese. Na osnovu eksperimentalno dobijenih impedansnih dijagrama u kompleksnoj ravni i ekvivalentnog električnog kola za sistem metal–organska prevlaka u elektrolitu, korišćenjem odgovarajućeg računarskog programa [14], određene su vrednosti otpornosti elektrolita u porama prevlake  $R_p$ , kapacitivnosti prevlake  $C_c$ , otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal–elektrolit  $R_{ct}$ , i kapacitivnosti električnog dvojnog sloja na graničnoj površini metal–elektrolit,  $C_d$ .



Slika 1. Ekvivalentno električno kolo za sistem metal–organska prevlaka u elektrolitu.

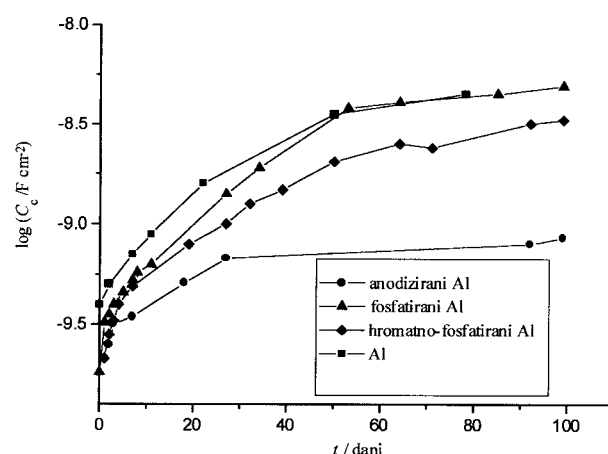
Figure 1. Equivalent electrical circuit of a polymer–coated metal.

Na slici 2 prikazana je vremenska zavisnost otpornosti elektrolita u porama prevlake,  $R_p$ , tokom delovanja 3% NaCl. Otpornost elektrolita u porama opada brzo u toku prvih dana, usled prodiranja elektrolita u prevlaku, što je predstavljeno početnim delom krive. Zatim sledi duži period linearne zavisnosti  $\log R_p$  od vremena tokom koga prevlake zadržavaju dobra zaštitna svojstva. Zavisnost kapacitivnosti prevlake,  $C_c$ , od vremena delovanja korozionog agensa, prikazana je na slici 3. Početni porast kapacitivnosti, koji odgovara početnom opadanju otpornosti elektrolita u porama prevlake,  $R_p$ , označava prodiranje elektrolita u prevlaku. Ovakav trend se objašnjava povećanjem broja pora koje su stigle do površine



Slika 2. Promena otpornosti elektrolita u porama,  $R_p$ , sa vremenom delovanja 3% NaCl za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma.

Figure 2. The time dependence of the pore resistance,  $R_p$ , for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces, during exposure to 3% NaCl.

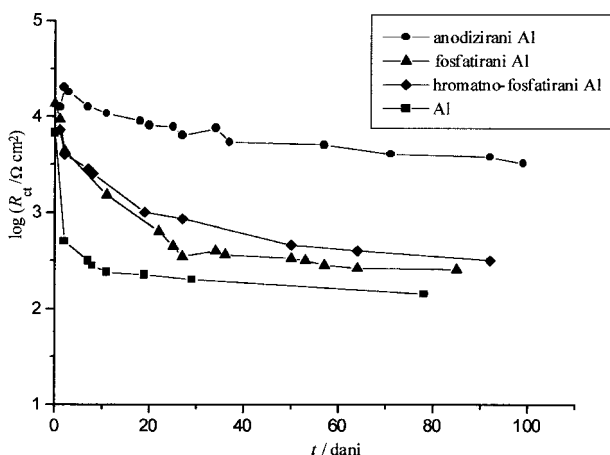


Slika 3. Promena kapacitivnosti prevlake,  $C_c$ , sa vremenom delovanja 3% NaCl za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma.

Figure 3. The time dependence of the coating capacitance,  $C_c$ , for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces, during exposure to 3% NaCl.

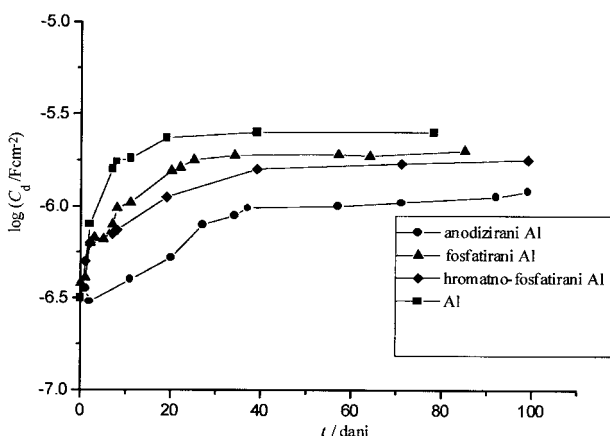
supstrata. Drugo područje linearne zavisnosti  $\log C_d$  od vremena, predstavlja period zasićenja prevlake elektrolitom tokom koga ona zadržava relativno dobra zaštitna svojstva. Skoro nepromenjena vrednost  $R_p$  i  $C_c$ , pri kasnijem, dužem delovanju korozionog agensa, ukazuje na postojanje pasivnog (oksidnog) sloja na površini aluminijuma. Veće vrednosti  $R_p$  i manje vrednosti  $C_c$ , iste epoksidne prevlake na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu u odnosu na iste vrednosti prevlake na fosfatiranom aluminijumu i aluminijumu ukazuju na njihovu veću korozionu stabilnost.

Na slikama 4 i 5 prikazane su, respektivno, vremenske zavisnosti otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal-elektrolit,  $R_{ct}$  i kapacitivnosti



Slika 4. Zavisnost otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal-elektrolit,  $R_{ct}$ , od vremena delovanja 3% NaCl za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma.

Figure 4. The time dependence of the charge-transfer resistance,  $R_{ct}$ , for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces, during exposure to 3% NaCl.



Slika 5. Zavisnost kapacitivnosti električnog dvojnog sloja,  $C_d$ , od vremena delovanja 3% NaCl, za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma.

Figure 5. The time dependence of the double-layer capacitance,  $C_d$ , for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces, during exposure to 3% NaCl.

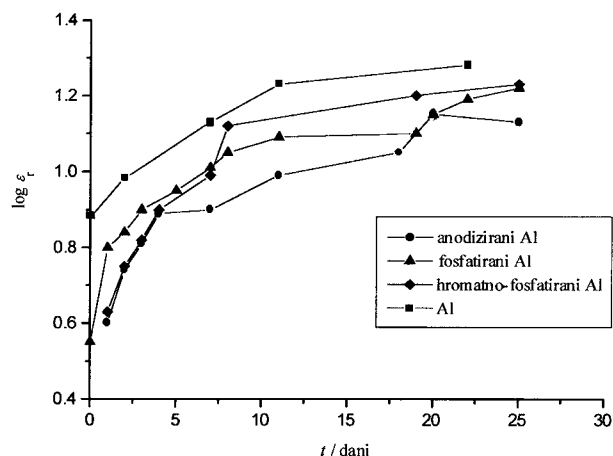
električnog dvojnog sloja,  $C_d$ , u 3% rastvoru NaCl na sobnoj temperaturi. U početnom delu, vrednost kapacitivnosti električnog dvojnog sloja raste, što odgovara padu otpornosti  $R_{ct}$ . U daljem periodu izlaganja uzorka delovanju korozionog agensa (do sto dana), kapacitivnost električnog dvojnog sloja,  $C_d$ , i otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal-elektrolit,  $R_{ct}$ , imaju nepromenjene vrednosti. Ovakvo ponašanje potvrđuje pretpostavku o postojanju pasivnog sloja, koji sprečava korozioni proces na površini metala. Manje vrednosti  $C_d$  i veće vrednosti  $R_{ct}$ , za istu epoksidnu prevlaku na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu, nego na fosfatiranom aluminijumu i aluminijumu, takođe ukazuju na to da su epoksidne prevlake na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu koroziono stabilnije.

Relativna permitivnost epoksidnih prevlaka,  $\epsilon_r$ , je izračunata na osnovu jednačine:

$$\epsilon_r = \frac{C_c \delta}{\epsilon_0} \tag{1}$$

gde je  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ , permitivnost vakuuma i  $\delta$  debljina prevlake. Relativna permitivnost epoksidnih prevlaka,  $\epsilon_r$ , pre delovanja korozionog agensa iznosi 3-5. Vrednost relativne permitivnosti od približno 10 (slika 6) u zasićenju, ukazuje na manji sadržaj elektrolita u prevlakama na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu, tj. na njihovu manju poroznost i bolju korozionu stabilnost, nego na fosfatiranom aluminijumu i aluminijumu.

Ovakvo ponašanje u početnom periodu delovanja korozionog agensa se može objasniti različitom brzinom izdvajanja vodonika iz rastvora polimera tokom taloženja epoksidne prevlake i različitom kvašljivošću supstrata rastvorom polimera [15].



Slika 6. Zavisnost relativne permitivnosti,  $\epsilon_r$ , od vremena delovanja 3% NaCl, za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma.

Figure 6. The time dependence of relative permittivity,  $\epsilon_r$ , for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and modified aluminium surfaces, during exposure to 3% NaCl.

Brže izdvajanje vodonika i slabija kvašljivost na aluminijumu i fosfatiranom aluminijumu nego na hromatno-fosfatiranom i anodiziranom aluminijumu dovodi do veće akumulacije vodonika na katodi [16]. Akumulirani vodonik tokom taloženja epoksidne prevlake difunduje iz prevlake u rastvor ostavljajući u prevlaci šupljine, a to upravo znači i porozniju strukturu prevlake na fosfatiranom aluminijumu i aluminijumu. Zato su kod ovih prevlaka dobijene manje vrednosti  $R_p$  i  $R_{ct}$ , a veće vrednosti  $C_c$ ,  $\epsilon_r$  i  $C_d$ .

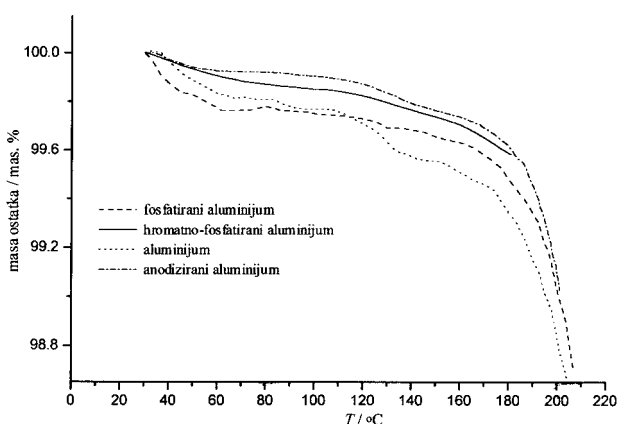
Tokom produženog vremena delovanja korozionog agensa, nepromenjene vrednosti  $R_p$ ,  $C_c$ ,  $\epsilon_r$ ,  $R_{ct}$  i  $C_d$  kod svih prevlaka ukazuju na pasivan oksidni sloj (anodizirani aluminijum), hromatno-fosfatni i fosfatni, respektivno, koji omogućuju dugotrajnu zaštitu aluminijuma kao osnovnog supstrata.

### Termička stabilnost

Na osnovu TG krivih, koje prikazuju promenu mase uzorka u zavisnosti od povećanja temperature, određena je količina apsorbovane vode u prevlaci tokom delovanja korozionog agensa. Iz TG krivih dobijenih u opsegu temperatura 20–200°C (slika 7), na osnovu gubitka mase uzorka izračunat je sadržaj apsorbovane vode u prevlaci posle jednog dana izlaganja prevlaka delovanju 3% NaCl.

Manji sadržaj vode u epoksidnoj prevlaci na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu, u poređenju sa istom prevlakom na fosfatiranom aluminijumu i aluminijumu (Tabela 1), ukazuje na njihovu znatno manju poroznost, a samim tim i bolje zaštitne osobine.

Manji sadržaj apsorbovane vode u prevlaci na anodiziranom i hromatno-fosfatiranom aluminijumu u odnosu na fosfatirani aluminijum i aluminijum je u saglasnosti sa dobijenim vrednostima iz impedansnih merenja, tj. sa boljim elektrohemijskim karakteristikama epoksidne prevlake na ovim supstratima (veće vrednosti  $R_p$ , i ma-



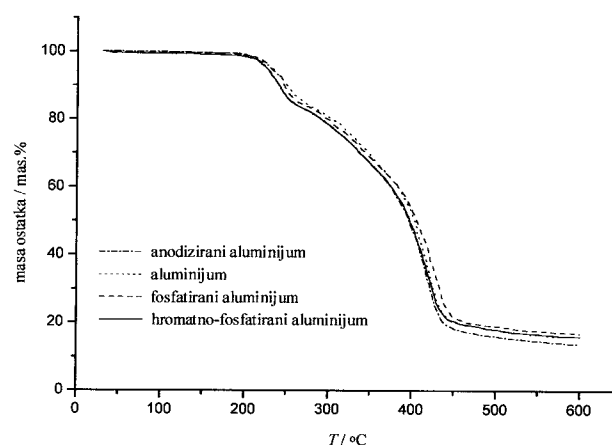
Slika 7. TG krive za određivanje dehidratacionog procesa u epoksidnim prevlakama na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma (brzina zagrevanja  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ ).

Figure 7. TG curves for the dehydration process of epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces (heating rate  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ ).

Tabela 1. Sadržaj apsorbovane vode u prevlaci i ipdt temperature za epoksidne prevlake na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma

Table 1. The values of the water content inside the coating and integral procedure decomposition temperature (ipdt) for epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces

| Supstrat               | Aluminijum | Anodizirani aluminijum | Hromatno-fosfatirani aluminijum | Fosfatirani aluminijum |
|------------------------|------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Sadržaj vode, mas. %   | 0,348      | 0,160                  | 0,237                           | 0,45                   |
| ipdt/ $^\circ\text{C}$ | 402,9      | 396,0                  | 397,3                           | 404,0                  |



Slika 8. TG krive za određivanje termičke stabilnosti epoksidnih prevlaka na aluminijumu i modifikovanim površinama aluminijuma (brzina zagrevanja  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ ).

Figure 8. TG curves for the determination of the thermal stability of epoxy coatings electrodeposited on aluminium and on modified aluminium surfaces (heating rate  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ ).

nje vrednosti  $C_c$  i  $\epsilon_r$ , koje se malo menjaju sa vremenom delovanja korozionog agensa).

TG krive za određivanje termičke stabilnosti epoksidnih prevlaka na modifikovanim površinama aluminijuma, u temperaturnom opsegu 20–600°C, prikazane su na slici 8. Tendencija polimera da se razgrađuje na višim temperaturama (termička stabilnost polimera) je izražena u obliku indeksa ipdt, koji se definiše kao temperatura na kojoj se masa uzorka smanji na polovinu [17]. Veće vrednosti ipdt za epoksidne prevlake na aluminijumu i fosfatiranom aluminijumu (Tabela 1) ukazuju da je termička stabilnost epoksidnih prevlaka na ovim površinama povećana. Ovo je verovatno prouzrokovano povećanjem broja vodoničnih veza unutar prevlake na aluminijumu i fosfatiranom aluminijumu, zbog veće količine akumuliranog vodonika na ovim supstratima, koji napuštajući prevlaku može da reaguje sa kiseonikom u polimernim lancima.

### ZAKLJUČAK

Epoksidne prevlake su dobijene kataforetskim taloženjem pri konstantnom naponu na prethodno modifi-

kovanom aluminijumu. Iz rezultata dobijenih pomoću spektroskopije elektrohemijske impedancije (otpornost elektrolita u porama prevlake,  $R_p$ , kapacitivnosti prevlake,  $C_c$ , otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal–elektrolit,  $R_{ct}$ , kapacitivnost električnog dvojnog sloja,  $C_d$ , relativna permitivnost prevlake,  $\epsilon_r$ ), i termogravimetrijske analize (sadržaj apsorbirane vode i termička stabilnost) može se zaključiti da su zaštitne osobine epoksidnih prevlaka na anodiziranom i hromatno–fosfatiranom aluminijumu značajno poboljšane u odnosu na epoksidne prevlake na aluminijumu i fosfatiranom aluminijumu: veće vrednosti otpornosti elektrolita u porama prevlake i otpornosti prenosa naelektrisanja na graničnoj površini metal–elektrolit, a manje vrednosti kapacitivnosti prevlake, kapacitivnosti električnog dvojnog sloja i relativne permitivnosti i manji sadržaj apsorbirane vode unutar prevlake. S druge strane, manje vrednosti  $ipdt$  temperature ukazuju na smanjenu termičku stabilnost epoksidnih prevlaka na anodiziranom i hromatno–fosfatiranom aluminijumu.

#### LITERATURA

- [1] G.W. Walter, Corros. Sci., **26** (1986) 681.  
 [2] G. Reinhard, Prog. Org. Coat., **18** (1990) 123.  
 [3] U. Rammelt, G. Reinhard, Prog. Org. Coat., **21** (1992) 205.  
 [4] B.N. Popov, M.A. Alwohaibi, R.E. White, J. Electrochem. Soc., **140** (1993) 947.  
 [5] W. Machu, "Handbook of Electropainting Technology", Electrochemical Publications Ltd., London (1978) 3.  
 [6] T.P. Hoar, J. Yahalom, J. Electrochem. Soc., **110** (1963) 614.  
 [7] F. Keller, M.S. Hunter, D.L. Robonson, J. Electrochem. Soc., **100** (1953) 411.  
 [8] V.B. Mišković – Stanković, M.R. Stanić, D.M. Dražić, Prog. Org. Coat. **36** (1999) 53.  
 [9] R.E. Touhsaent, H. Leidheiser Jr, Corrosion, **28** (1972) 435.  
 [10] M.W. Kendig, H. Leidheiser Jr, J. Electrochem. Soc., **123** (1976) 982.  
 [11] F. Mansfeld, Corrosion, **37** (1981) 301.  
 [12] F. Mansfeld, M.W. Kendig, S. Tsai, Corrosion, **38** (1982) 478.  
 [13] M.W. Kendig, F. Mansfeld, S. Tsai, Corros. Sci., **23** (1983) 317.  
 [14] B. Boukamp, Sol. St. Ionics, **20** (1986) 31.  
 [15] Z.Ž. Lazarević, V.B. Mišković – Stanković, Z. Kačarević – Popović, J. Popić, D.M. Dražić, XVII Jugoslovenski simpozijum o koroziji i zaštiti materijala sa međunarodnim učesćem, Knjiga radova, (2000) 323–328.  
 [16] V.B. Mišković – Stanković, Z.Ž. Lazarević, Zaštita materijala, **41**, **1** (2000) 43.  
 [17] V.V. Korshak, "The Chemical Structure and Thermal Characteristics of Polymers", Keter Press, Jerusalem (1971).

#### SUMMARY

##### EPOXY COATINGS ELECTRODEPOSITED ON ALUMINIUM AND MODIFIED ALUMINIUM SURFACES

(Scientific paper)

Zorica Ž. Lazarević<sup>1</sup>, Vesna B. Mišković–Stanković<sup>1</sup>, Zorica Kačarević–Popović<sup>2</sup>, Dragutin M. Dražić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, <sup>2</sup>Institute of Nuclear Sciences "Vinča", Belgrade,

<sup>3</sup>CTM–IEC, Belgrade

The corrosion behaviour and thermal stability of epoxy coatings electrodeposited on modified aluminium surfaces (anodized, phosphatized and chromitized–phosphatized aluminium) were monitored during exposure to 3% NaCl solution, using electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and thermogravimetric analysis (TGA).

Better protective properties of the epoxy coatings on anodized and chromitized–phosphatized aluminium with respect to the same epoxy coatings on aluminium and phosphatized aluminium were obtained: higher values of  $R_p$  and  $R_{ct}$  and smaller values of  $C_c$  and  $C_d$ , from EIS, and a smaller amount of absorbed water inside the coating, from TGA. On the other hand, a somewhat lower thermal stability of these coatings was obtained (smaller values of the  $ipdt$  temperature). This behavior can be explained by the less porous structure of epoxy coatings on anodized and chromitized–phosphatized aluminium, caused by a lower rate of  $H_2$  evolution and better wettability.

Ključne reči: Elektroforetsko taloženje • Epoksidne prevlake • Aluminijum • Korozija •

Key words: Electrodeposition • Epoxy coatings • Aluminium • Corrosion •

