

*MILORAD V. TOMIĆ\***LjUBICA J. PAVLOVIĆ\*\***MIOMIR G. PAVLOVIĆ\***MIODRAG V. STOJANOVIĆ\*\*\***BRATISLAV MILOŠEVIĆ\*\*\***Originalni naučni rad*

UDC:621.321/.923.021:669.717=861

## Uticaj pripreme površine aluminijuma na površinsku refleksiju

*Uzorci aluminijuma su podvrgavani elektrohemijskom glačanju u jednom od tri rastvora za elektrohemijsko glačanje. Na tako pripremljenim uzorcima merena je površinska refleksija svetlosti. Pokazan je i uticaj anodne obrade kao među faze između hemijske pripreme i elektrohemijskog glačanja na refleksiju aluminijuma. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je od ispitivanih rastvora za elektrohemijsko glačanje, najefikasniji rastvor II. Uzorci aluminijuma tretirani u ovom rastvoru imaju najveću refleksiju. Takođe je ispitivan i uticaj promene temperature i mešanja rastvora na refleksiju aluminijuma. Pokazano je da se ogledalski sjaj metalnih površina može povezati sa visokim stepenom ogledalske refleksije svetlosti, koji se približava idealnoj refleksivnosti istog metala, uz što manji stepen difuzne refleksije.*

**Ključne reči:** *površinska refleksija, elektrohemijsko glačanje, anodna obrada, hemijska priprema.*

### UVOD

Bilo koja čvrsta metalna površina koja predstavlja supstrat za taloženje metala poseduje izvesnu grubost. Površinska grubost je konvencionalno definisana kao razlika u visinama ispupčenja najviše i najniže tačke na metalnoj površini iznad referentne ravni u metalu [1]. S druge strane, sjaj galvanske prevlake je osobina koja nije podložna kvantitativnom određivanju za razliku od refleksije, pa se može uzeti da je sjajnija ona prevlaka koja bolje odbija svetlost. Zato, da bi se sjaju galvanske prevlake dao jasan kvantitativan aspekt, sjaj se definiše kao stepen ogledalske refleksije paralelnog snopa vidljive svetlosti od površine galvanske prevlake [2].

Pod ogledalskom refleksijom se podrazumeva refleksija svetlosti pod uglom koji je jednak upadnom uglu svetlosti na površinu. Suprotan slučaj od ogledalske refleksije je difuzna refleksija kod koje se upadni snop rasejava u svim mogućim pravcima. Obično se strukture galvanskih prevlaka i glačanih površina upređuju sa strukturom površine srebrnog ogledala kao etalonom.

Adresa autora: \*Tehnološki fakultet Zvornik, Republika Srpska, \*\* IHTM – Centar za elektrohemiju, Beograd, Negoševa 12, \*\*\*Vojnotehnički institut VSCG, Beograd, Katanićeva 15

Cilj ovog rada je bio da se hemijskim putem ukloni oksidna opna sa površine aluminijuma, a zatim da se ispita:

- ♦ efekat tri odabrana rastvora za elektrohemijsko glačanje na refleksiju aluminijuma;
- ♦ uticaj primene anodne obrade u kombinaciji sa elektrohemijskim glačanjem na refleksiju aluminijuma;
- ♦ uticaj promene temperature i mešanja rastvora na refleksiju.

### EKSPERIMENTALNI DEO

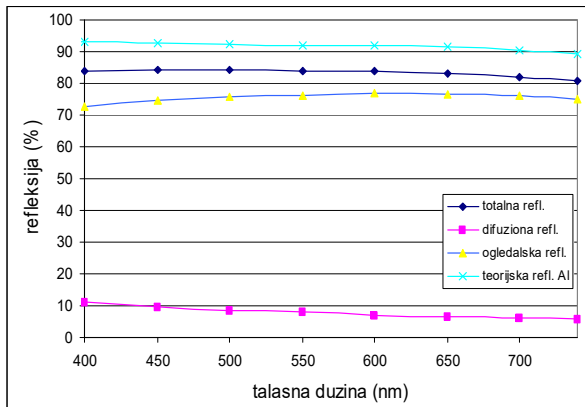
Sastavi rastvora koji su korišćeni u ovom radu kao i radni uslovi pri izvođenju eksperimenata su identični kao u [3].

Refleksija svetlosti sa površine srebrnog ogledala i pripremljenih uzoraka je merena pomoću spektrofotometra BECKMAN UV 5240. To je reflektujući spektrofotometar za merenje količine reflektovane svetlosti sa površine neporoznog uzorka u vidljivoj oblasti (400 – 700 nm), u odnosu na refleksiju sa belog etanola (“idealni difuzor”, BaSO<sub>4</sub>) osvetljenog pod istim uslovima [4].

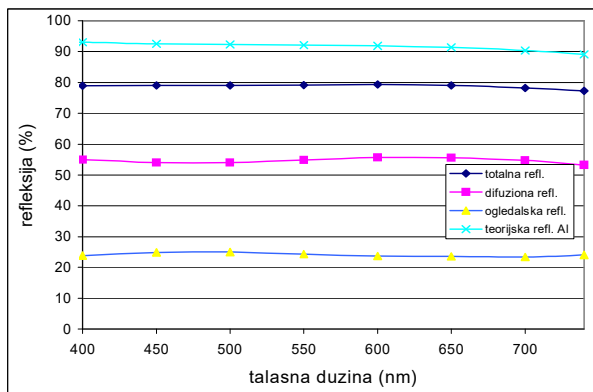
## REZULTATI I DISKUSIJA

Na slikama od 1 do 7, prikazan je odnos zavisnosti idealne (teorijske) rafeleksije aluminijuma i krive zavisnosti stepena ukupne, ogledalske i difuzione refleksije površine uzoraka aluminijuma u funkciji talasne dužine vidljive svetlosti. Ogledalska refleksija predstavlja razliku između ukupne (totalne) refleksije i difuzione refleksije [5].

Na slici 1 a i b, prikazane su krive zavisnosti refleksije aluminijuma koji je podvrgnut hemijskoj pripremi i elektrohemijom glačanju u rastvoru 6(I) u trajanju od 3.5 minuta, a) bez mešanja i b) sa mešanjem.



Slika 1a

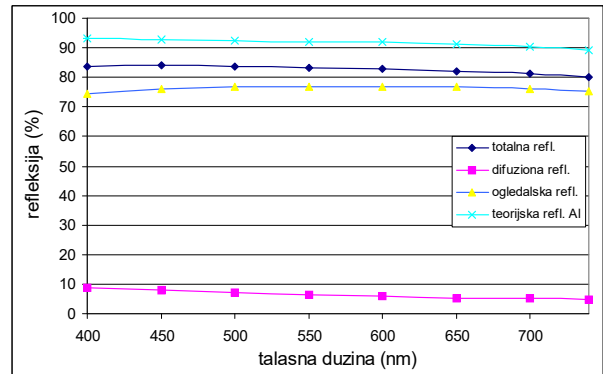


Slika 1b

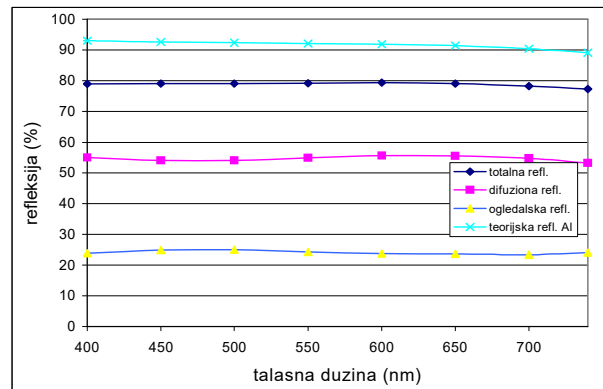
Slika 1a - Hemijski pripremljen i elektrohemijom glačan uzorak aluminijuma u rastvoru 6(I), a) bez mešanja; b) sa mešanjem  $\tau = 3.5$  min,  $j = 19 A/dm^2$

Uočljivo je sa slike 1 a i b, da je ogledalska refleksija veća za uzorak koji je elektrohemijom glačan u rastvoru 6(I) bez mešanja.

Na slikama 2 i 3, su prikazane zavisnosti refleksije za uzorke aluminijuma podvrgnute hemijskoj pripremi i elektrohemijom glačanju u rastvorima 6(II) i 6(III) bez mešanja, pri gustini struje od  $19 A/dm^2$ , u trajanju od 3.5 minuta i 20 minuta.



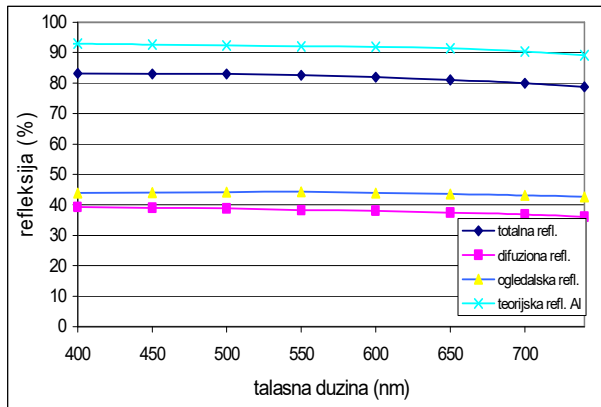
Slika 2 - Hemijski pripremljen i elektrohemijom glačan uzorak Al u rastvoru 6(II)  $\tau = 5.5$  min,  $j = 19 A/dm^2$ ,  $t \approx 80^{\circ}C$



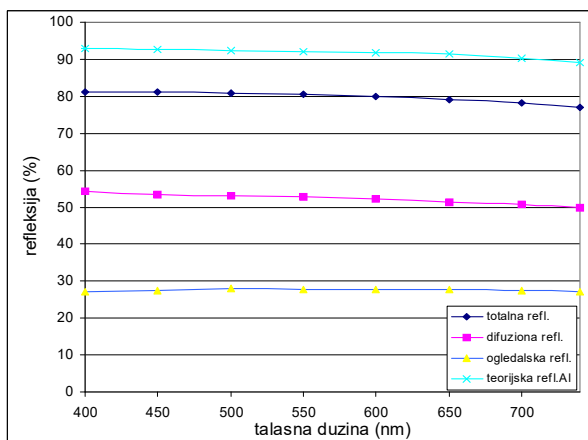
Slika 3 - Hemijski pripremljen i elektrohemijom glačan uzorak Al u rastvoru 6(III)  $\tau = 20$  min,  $j = 19 A/dm^2$ ,  $t = 70-110^{\circ}C$

Analizom slike 2, može se konstatovati da je ogledalska refleksija najbliža teorijskoj (idealnoj) refleksiji aluminijuma, tj. da rastvor 6(II) daje najbolji rezultat pri elektrohemijom glačanju, na što upućuju i rezultati dobijeni merenjem površinske hrapavosti [6]. Očigledno je da rastvor 6(III) daje veoma malu ogledalsku refleksiju (slika 3), manju za  $\approx (50 - 55)\%$  od refleksije koju daje rastvor 6(II).

Na slici 4 a i b, prikazana je navedena zavisnost za uzorak aluminijuma prethodno podvrgnut hemijskoj pripremi, anodnoj obradi i elektrohemijom glačanju u rastvoru 6(I); a) bez mešanja i b) sa mešanjem u trajanju od 3.5 minuta.



Slika 4a



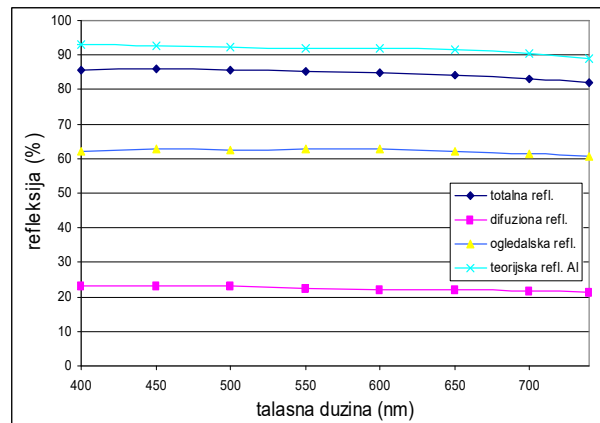
Slika 4b

Slika 4 - Hemijski pripremljen i elektrohemijski glačan uzorak u rastvoru 6(I) a) bez mešanja  $\tau = 3.5$  min,  $j = 19$  A/dm<sup>2</sup> b) sa mešanjem  $\tau = 3.5$  min,  $j = 19$  A/dm<sup>2</sup>

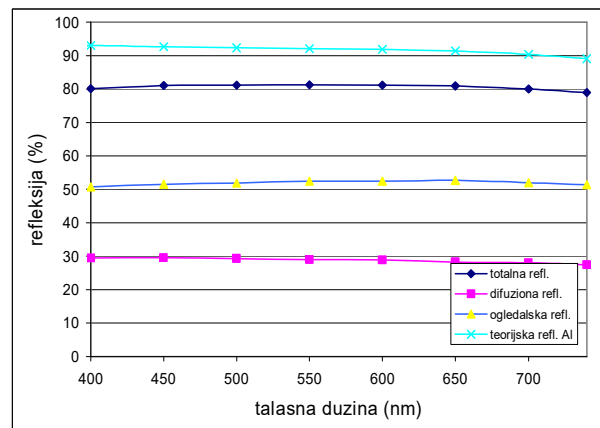
Sa slikom 4 a i b, može se zaključiti da mešanje rastvora pri elektrohemijском glačanju negativno utiče na refleksiju, tj. da je usled mešanja rastvora manja ogledalska refleksija uzoraka, što potvrđuje i rezultat sa slike 1 a i b. Takođe, upoređujući sliku 1 a i b i sliku 4 a, uočljivo je da se ogledalska refleksija smanjuje za ~30% usled anodne obrade kao međufaze između hemijske pripreme i elektrohemijского glačanja u rastvoru 6(I).

Uticaj radne temperature pri elektrohemijском glačanju veoma je važan faktor i bitno utiče na refleksiju, što je vidljivo sa slikom 5 a i b.

Pri optimalnoj temperaturi od 80°C za rastvor 6(II), ogledalska refleksija je znatno veća u odnosu na identično tretirani uzorak pri 65°C.



Slika 5a

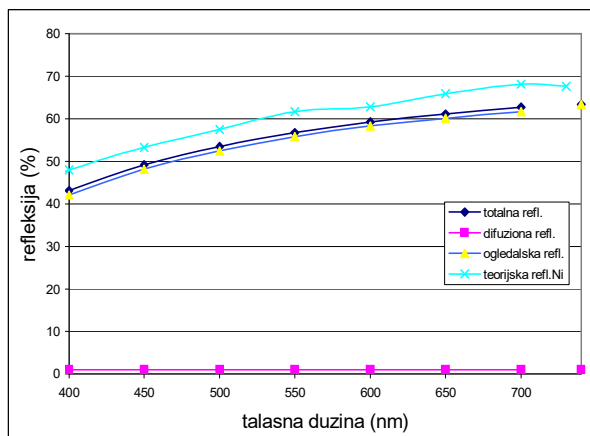


Slika 5b

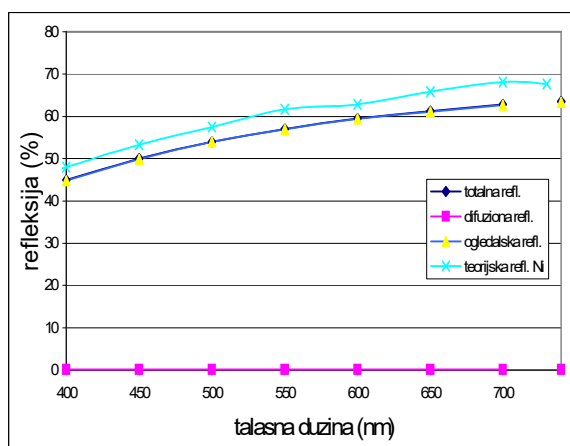
Slika 5 - Hemijski pripremljen, anodno obrađen i elektrohemijский glačan uzorak aluminijuma u rastvoru 6(II) sa mešanjem pri a)  $t = 80^{\circ}\text{C}$ , b)  $t = 65^{\circ}\text{C}$

Upoređujući sliku 5 a, i sliku 2, uočava se da je usled anodne obrade i mešanja rastvora pri elektrohemijском glačanju ogledalska refleksija smanjena za više od 15%.

Na slikama 6 i 7, prikazana je kriva zavisnosti idealne (teorijske) refleksije nikla i krive zavisnosti stepena totalne, ogledalske i difuzione refleksije završne prevlake nikla u funkciji talasne duzine vidljive svetlosti. Uzorci aluminijuma podvrgnuti su hemijskoj pripremi i elektrohemijском glačanju bez mešanja, pri gustini struje od 19 A/dm<sup>2</sup> u rastvoru 6(I),  $\tau = 3.5$  min (slika 6) i u rastvoru 6(II),  $\tau = 5.5$  min (slika 7). Potom je na tako pripremljene uzorke nanošen cink hemijskim putem iz rastvora 7 i nikal elektrohemijским putem iz kupatila 8, u trajanju od 40 minuta.



Slika 6 - Hemijska priprema, elektrohemijisko glačanje u rastvoru 6(I)  $\tau=3.5$  min,  $19A/dm^2$  hemijski Zn i elektrohemijski Ni,  $\tau=40$  min.



Slika 7 - Hemijska priprema, elektrohemijisko glačanje u rastvoru 6(II)  $\tau=5.5$  min,  $19A/dm^2$  hemijski Zn i elektrohemijski Ni,  $\tau=40$  min.

Uočljivo je sa slika 6 i 7 da se ogledalska refleksija elektrohemijiske prevlake nikla iz kupatila 8, približava teorijskoj refleksiji nikla. Takođe sa ove dve slike se vidi da uzorak koji je elektrohemijiski glačan u rastvoru 6(II), i na koji je potom kao završna prevlaka istaložen nikal iz kupatila 8, daje veću ogledalsku refleksiju (slika 7), u odnosu na identično tretiran uzorak koji je elektrohemijiski glačan u rastvoru 6(I), (slika 6). Ovo još jednom potvrđuje konstataciju da je rastvor 6(II) najbolji za elektrohemijisko glačanje od ispitivanih rastvora, kao i da priprema uzorka bitno utiče na refleksiju završne prevlake. Pregled dobijenih rezultata refleksije za sve uzorke prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1 - Pregled dobijenih rezultata tretiranih uzoraka

Uzorak	Prikazano na slici/slikama	Mešanje rastvora za elektrohemijisko glačanje	Stepen refleksije (%)
he <sub>1</sub>	1.a	ne	72-76
he <sub>1</sub>	1.b	da	70-72
he <sub>2</sub>	2	ne	75-78
he <sub>3</sub>	3	ne	50-52
hae <sub>1</sub>	4.a	ne	42-45
hae <sub>1</sub>	4.b	da	28-29
hae <sub>2</sub>	5.a	da (t=80 <sup>0</sup> C)	60-62
hae <sub>2</sub>	5.b	da (t=65 <sup>0</sup> C)	50-52
he <sub>1</sub> ZnNi	6	ne	42-53
he <sub>2</sub> ZnNi	7	ne	45-55

h – hemijski pripremljen uzorak u rastvorima (1-4)

e<sub>1</sub>; e<sub>2</sub> i e<sub>3</sub> – elektrohemijiski glačan uzorak u rastvorima 6(I); 6(II); 6(III);

a – anodno obrađen uzorak u rastvoru 5

Zn – prevlaka cinka naneta hemijskim putem iz rastvora 7

Ni – prevlaka nikla naneta elektrohemijiskim putem iz kupatila 8 npr. – hae<sub>1</sub> – hemijski pripremljen, anodno obrađen i elektrohemijiski glačan uzorak u rastvoru 6(I)

## ZAKLJUČAK

Uočljivo je iz dobijenih rezultata da je od ispitivanih rastvora za elektrohemijisko glačanje najefikasniji rastvor 6(II), jer uzorci tretirani u ovom rastvoru imaju najveći stepen ogledalske refleksije. Anodna obrada kao međufaza između hemijske pripreme i elektrohemijiskog glačanja negativno utiče na refleksiju tj. dovodi do smanja refleksije aluminijuma i do 30%. Mešanje rastvora za elektrohemijisko glačanje dovodi do smanjenja refleksije aluminijuma. Temperatura rastvora bitno utiče na refleksiju. Ogledalska refleksija prevlaka

nikla, koje su istaložene posle elektrohemijškog glačanja u rastvorima 6(I) i 6(II), približava se teorijskoj (idealnoj) refleksiji nikla i za nijansu je veća kod uzorka koji je elektrohemijški glačan u rastvoru 6(II). Ovo još jednom ukazuje na podatak da je rastvor 6(II) najefikasniji od ispitivanih rastvora za elektrohemijško glačanje, kao i da priprema uzorka značajno utiče na refleksiju metalne prevlake.

#### LITERATURA

[1] A.R. Despić, K.I. Popov, in *Modern aspects of Electrochemistry*, Vol. 7, Plenum Press, N. York (1972).

[2] Yu. Matulis, Blestyashchie Elektroliticheskie Pokrytiya, Izd. "Mintis", Vilnius, (1969).

[3] M. V. Tomić, M.G. Pavlović, Lj.J. Pavlović, Z. Rakočević, *Zaštita materijala*, **44** (2003) 107.

[4] K.Melaren, *The Colour Science of Dyes and Pigments* (second edition), dan Hilger Ltd., Britol and Boston (1986) 116.

[5] B.M. Petrović, T.M. Kostić, *J. Serb. Chem. Soc.*, **65** (2000) 55.

[6] M. Tomić, M. Pavlović, Z. Rakočević, Lj. Pavlović, *Zaštita materijala*, **45** (2004) 5.

#### SUMMARY

##### THE EFFECT OF PREPARATION OF ALUMINUM SURFACE ON SURFACE REFLECTION

*Aluminum samples were electrochemically polished in one of three solutions for electrochemical polishing. On those samples the surface reflection was measured. The effect of the anode treatment as the interface between the chemical preparation and electrochemical polishing on the surface reflection was shown. Based on the results it can be concluded that among all the solutions investigated, the most efficient solution for electrochemical polishing is the solution number II. Aluminum samples treated with this solution have the greatest reflection. The effects of temperature change and stirring on the aluminum reflection were also investigated. It was shown that mirror brightness of metal surfaces can be associated with the high degree of mirror reflection which approaches very nearly the ideal reflectance of the same metal, with the small degree of diffuse reflection.*

**Key words:** *surface reflection, electrochemical polishing, anode treatment, chemical preparation.*