

ELEKTROHEMIJSKO ISPITIVANJE OSAMNAESTOKARATNOG ZLATA U KISELOJ SREDINI*

U radu su prikazani rezultati ispitivanja mogućnosti primene ciklične voltametrije za određivanje faznog sastava zlata čistoće 18 karata (75% Au + legirni elementi Ag i Cu, u odnosu 1:1), kao i dvokomponentnih legura metala koji ulaze u njegov sastav. Elektrode su dobijene metalurškim putem. Za eksperiment je izabran rastvor sumporne kiseline kao potencijalna sredina u kojoj bi se vršilo rastvaranje legura zlata prilikom njegove regeneracije. Na voltamogramima rastvaranja legura, mogu se uočiti potencijali na kojima se redom pojavljuju strujni talasi koji odgovaraju broju i količini prisutnih faza u leguri i mogu biti iskorišćeni za karakterizaciju ispitivanih legura.

U elektrohemiji se već izvesno vreme koristi metoda ciklične voltametrije [1] za karakterizaciju dvokomponentnih legura i čistih metala [2–9]. Međutim, u dostupnoj literaturi ova metoda je malo korišćena za karakterizaciju legura plemenitih metala. Iz tog razloga je cilj ovog rada bio da se utvrdi mogućnost primene metode ciklične voltametrije i merenje potencijala otvorenog kola za karakterizaciju legura zlata u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

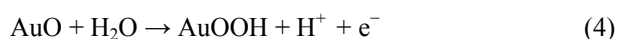
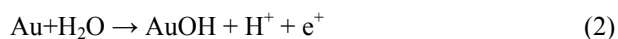
Ispitivanja su izvedena za osamnaestokaratno zlato, jer je ono, uz četrnaestokaratno, najčešća komercijalno korišćena legura zlata, srebra i bakra sa sadržajem 75% zlata, dok su druga dva metala zastupljena najčešće u odnosu 1:1.

Najpre su snimani voltamogrami čistih metala koji čine leguru, a zatim i kombinacija dvokomponentnih legura, u istom odnosu kao u osamnaestokaratnom zlatu, da bi najzad to isto bilo učinjeno za samu trokomponentnu leguru.

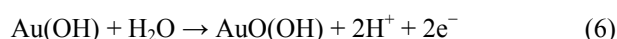
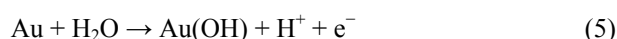
Anodna polarizacija zlatne elektrode dovodi do formiranja oksida na elektrodi. Ovaj oksid je Au₂O₃ ili njegov hidratizirani oblik Au(OH)₃. Sistem Au/Au₂O₃ je dobro definisan [10] i izmeren je reverzibilni potencijal koji odgovara ravnotežnoj reakciji:



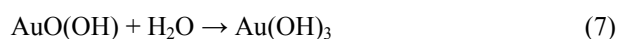
Standardni elektrodni potencijal u odnosu na standardnu vodoničnu elektrodu (SHE) iznosi $E^0 = 1,36$ V. Reakcija elektrohemijske oksidacije zlata je, međutim, vrlo složena i odvija se u više stupnjeva [11] pri čemu se kao među produkt pojavljuje jedinjenje AuOOH koje može nastati različitim mehanizmima. Prvi mogući mehanizam prikazan je sledećim jednačinama:



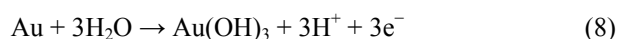
Stupnjevi za formiranje AuOOH mogu biti i:



Dalja oksidacija AuO(OH) do Au(OH)₃ odigrava se po reakciji:



Sumarna reakcija ova tri stupnja biće:



Dickermann i saradnici [12] uočili su značajne razlike između monokristalnih i polikristalnih zlatnih elektroda. Anodno formiranje oksida vrlo je osetljivo na kristalografsku prirodu elektrode. Svaka kristalna ravan ispoljava samo jedan anodni pik na različitom potencijalu u odnosu na druge.

Sumarna reakcija elektrohemijske oksidacije srebra u kiseloj sredini je [13]:



Reakcije elektrohemijske oksidacije bakra u kiseloj sredini [13] su:



pri čemu je utvrđeno da reakcija (11) predstavlja spori stupanj u ovom mehanizmu [14].

EKSPERIMENTALNI DEO

Svi eksperimenti su izvedeni na sistemu koji se sastoji od:

– elektrohemijske ćelije sa tri elektrode (radna, referentna i kontra),

– hardvera (PC, AD/DA konvertor PCI-20428 W proizveden od strane Burr-Brown-a i analogni interfejs razvijen na Tehičkom fakultetu u Boru),

– softvera za merenje i upravljanje (LAB VIEW 6 platforma i specijalno razvijena aplikacija za elektrohemijska merenja).

Na slici 1 dat je šematski prikaz aparature.

Pre početka eksperimenta na ekranu se podešavaju i zadaju radni parametri. Sva merenja i rezultati su sni-

*Rad saopšten na skupu „Sedmi seminar mladih istraživača“, Beograd, 22–24. decembar 2008.

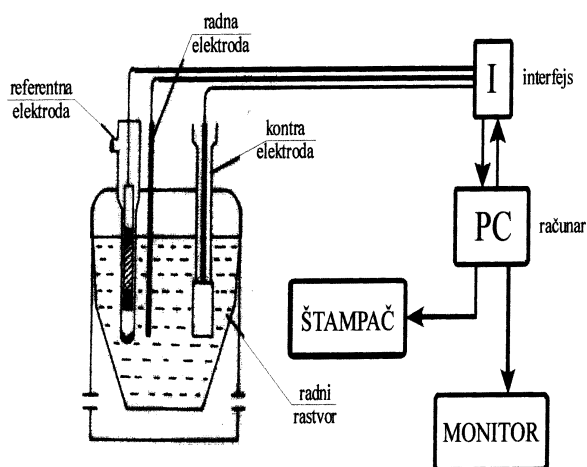
Autor za prepisku: V. Grekulović, Tehnički fakultet u Boru, Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor.

E-pošta: vfajnisovic@tf.bor.ac.rs

Rad primljen: 22. decembar 2008.

Rad prihvaćen: 23. januar 2009.

mani na personalnom računaru, korišćenjem interfejsa. Na ekranu se dobijaju rezultati prikazani u vidu grafičke zavisnosti $I = f(E)$, odnosno voltamogrami.



Slika 1. Šematski prikaz aparature.
Figure 1. Schematic view of the apparatus.

U elektrohemiju ćeliju ispunjenu radnim rastvorom ($1 \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$), uronjene su:

- referentna elektroda – zasićena kalomelova elektroda (ZKE);
- radna elektroda (Au, Ag, Cu, Au–Ag, Au–Cu, Au–Ag–Cu);
- kontra elektroda – platinska elektroda (platinski lim, dimenzija $(1 \times 2) \text{ cm}$).

Radne elektrode su formirane od čistih rafiniranih metala (Au, Ag i Cu) topljenjem u kvarcnoj peći na temperaturi od $1250 \text{ }^\circ\text{C}$, zatim livenjem i naknadnim hlađenjem. Dobijeni odlivci su zatim tretirani vodenim rastvorom HNO_3 (1:1) radi uklanjanja oksida formiranih pri hlađenju, a nakon toga su podvrgnuti postupcima valjanja i izvlačenja, pri čemu su dobijene žice dimenzija $\varnothing = 1 \text{ mm}$ i $h = 150 \text{ mm}$.

Pre početka svakog eksperimenta, priprema za eksperiment je obuhvatala sledeće radnje:

- dvostruko ispiranje elektrohemijske ćelije, najpre destilisanom vodom, a zatim radnim rastvorom, nakon čega se u ćeliju uliva radni rastvor;
- mehaničko poliranje radne elektrode, najpre na abrazivnom papiru, a zatim korišćenjem filca natopljenog u suspenziju destilisane vode i glinice.

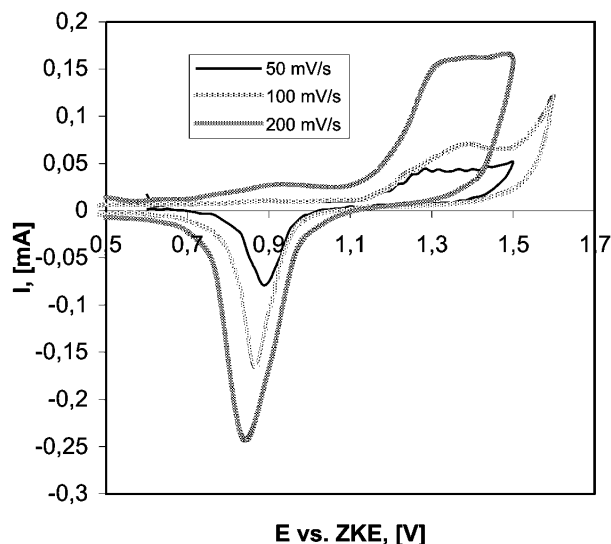
REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja elektrohemijskog ponašanja osamnaestokaratnog zlata, odgovarajućih binarnih legura kao i čistih metala prikazani su na slikama 2–9.

Voltamogrami su dobijeni polazeći od potencijala otvorenog kola. Promena potencijala vršena je ka pozitivnijim vrednostima do početka izdvajanja gasovitog

kiseonika što odgovara naglom porastu gustine struje. Brzine polarizacije su od 2 do 200 mV/s .

Na slici 2 prikazani su voltamogrami za čisto zlato dobijeni pri brzinama promene potencijala od 50, 100 i 200 mV/s , počev od potencijala otvorenog kola koji iznosi $0,19 \text{ V}$ u odnosu na ZKE.



Slika 2. Voltamogrami registrovani za čisto zlato pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

Figure 2. Cyclic voltammograms of pure gold in unimolar sulphuric acid.

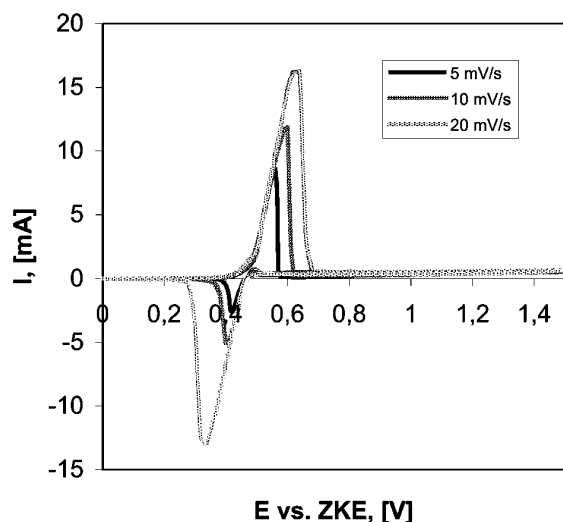
U anodnom delu može se uočiti strujni talas na oko $0,9 \text{ V}$ u odnosu na ZKE koji odgovara formiranju niževalentnih oksida zlata, odnosno stvaranja prvog monosloja OH na zlatu (reakcije (2) i (5)). Na potencijalu od $1,35 \text{ V}$ u odnosu na ZKE javlja se drugi strujni talas koji odgovara stvaranju viševalentnih oksida zlata (reakcije (3), (4), (6) i (7)). Početak izdvajanja kiseonika se nalazi na potencijalu od $1,45 \text{ V}$ u odnosu na ZKE.

U katodnom delu, pri svim brzinama promene potencijala, javlja se strujni talas koji odgovara redukciji oksida zlata, i na voltamogramu snimljenom pri brzini promene potencijala od 100 mV/s javlja se na oko $0,89 \text{ V}$ u odnosu na ZKE. Sa povećanjem brzine promene potencijala strujni talasi u anodnom delu se pomeraju ka pozitivnijim vrednostima potencijala, a u katodnom delu ka negativnijim vrednostima potencijala.

Na slici 3 prikazani su voltamogrami snimljeni za čisto srebro pri brzinama promene potencijala od 5, 10 i 20 mV/s u $1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$.

Sa prikazanih voltamograma može se videti da se u anodnom delu koji ima početak na potencijalu od oko $0,45 \text{ V}$ u odnosu na ZKE pojavljuje dobro definisan strujni talas pri čemu se formira Ag^+ , što se može prikazati jednačinom (9). Nakon toga sledi jedna pasivna oblast u kojoj nema promene vrednosti gustine struje sa promenom potencijala. U katodnom delu se javlja takođe samo jedan strujni talas koji odgovara taloženju sre-

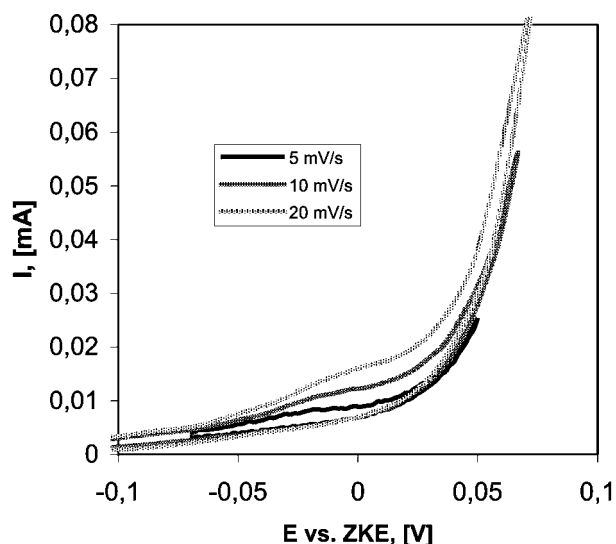
bra. Na voltamogramu snimljenom pri brzini promene potencijala od 20 mV/s ovaj strujni talas se pojavljuje na potencijalu od oko 0,32 V u odnosu na ZKE, i on odgovara redukciji jona srebra. Sa povećanjem brzine promene potencijala strujni talasi se pomeraju ka pozitivnijim vrednostima potencijala u anodnom delu, a u katodnom delu ka negativnijim vrednostima potencijala.



Slika 3. Voltamogrami registrovani za čisto srebro pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

Figure 3. Cyclic voltammograms obtained for pure silver at different sweep rates in unimolar sulphuric acid.

Na slici 4 prikazani su voltamogrami snimljeni za čist bakar pri brzinama promene potencijala od 5, 10 i 20 mV/s.

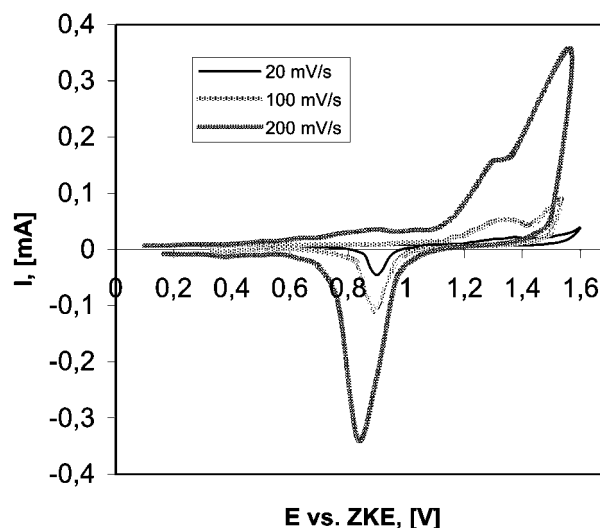


Slika 4. Voltamogrami registrovani za čist bakar pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

Figure 4. Cyclic voltammograms obtained for pure copper at different sweep rates in unimolar sulphuric acid.

Na osnovu dobijenih voltamograma može se zaključiti da se u kiseljoj sredini pri brzini promene potencijala od 20 mV/s pojavljuje strujni talas na oko -0,01 V u odnosu na ZKE koji nije jasno definisan i on predstavlja rastvaranje bakra. Rastvaranje bakra u kiseljoj sredini se može prikazati jednačinama (10) i (11). Na potencijalu od oko 0,03 V u odnosu na ZKE počinje masivno rastvaranje metala. U katodnom delu se na oko 0 V u odnosu na ZKE javlja jedva primetni strujni talas koji odgovara redukciji jona bakra. Sa povećanjem brzine promene potencijala u anodnom delu se strujni talas pomera ka pozitivnijim vrednostima potencijala.

Na slici 5 prikazani su voltamogrami snimljeni za osamnaestokaratnu leguru Au-Ag pri brzinama promene potencijala od 20, 100 i 200 mV/s, počev od potencijala otvorenog kola koji iznosi 0,18 V u odnosu na ZKE.



Slika 5. Voltamogrami registrovani za leguru 18k Au-Ag pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

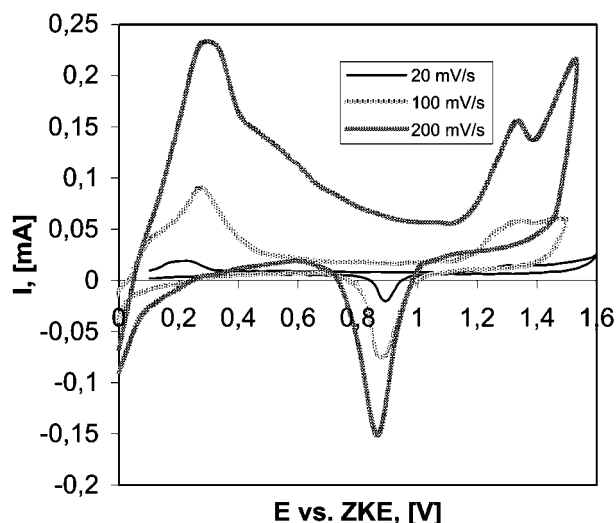
Figure 5. Cyclic voltammograms obtained for 18k Au-Ag at different sweep rates in unimolar sulphuric acid.

Sa slike 5 se vidi da se pojavljuju slabo izraženi strujni talasi na oko 0,5 V u odnosu na ZKE i na oko 0,6 V u odnosu na ZKE za brzinu promene potencijala od 200 mV/s. Ovi strujni talasi se nalaze na potencijalu koji odgovara anodnom piku na voltamogramima snimljenim na čistom srebru pa se, dakle, mogu povezati sa delimičnom oksidacijom ove komponente legure. Na potencijalu od oko 0,9 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas koji odgovara stvaranju niževalentnih oksida zlata. Na potencijalu od oko 1,3 V u odnosu na ZKE vidljivo je pojavljivanje sledećeg strujnog talasa koji odgovara formiranju viševalentnih oksida zlata ili njihovih hidratiranih vrsta. Na potencijalu od oko 1,36 V u odnosu na ZKE dolazi do početka izdvajanja kiseonika.

U katodnoj oblasti na oko 0,85 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas koji odgovara redukciji oksida zlata. Mali pik vidljiv pri većim brzinama promene po-

tencijala, na oko 0,4 V u odnosu na ZKE, odgovara redukciji oksida srebra.

Na slici 6 prikazani su voltamogrami snimljeni za leguru 18k Au–Cu pri brzinama promene potencijala od 20, 100 i 200 mV/s, počev od potencijala otvorenog kola koji iznosi 0,03 V u odnosu na ZKE.



Slika 6. Voltamogrami registrovani za leguru 18k Au–Cu pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

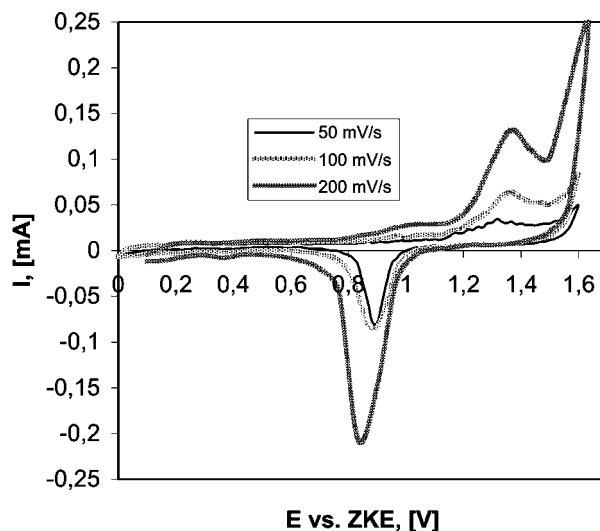
Figure 6. Cyclic voltammograms obtained for 18k Au–Cu at different sweep rates in unimolar sulphuric acid.

Sa slike 6 se vidi da se u anodnoj oblasti prvi strujni talas pojavljuje na potencijalu od oko 0,1 V u odnosu na ZKE, a drugi na oko 0,25 V u odnosu na ZKE. Ovi strujni talasi odgovaraju najverovatnije stvaranju oksida jednovalentnog i dvovalentnog bakra. Prevoj na oko 0,5 V u odnosu na ZKE odgovara formiranju niževalentnih oksida zlata. Na potencijalu od oko 1,3 V u odnosu na ZKE uočava se pojava trećeg strujnog talasa koji odgovara formiranju viševalentnih oksida zlata. Na potencijalu od oko 1,4 V u odnosu na ZKE počinje izdvajanje kiseonika. U katodnoj oblasti se na potencijalu od oko 0,9 V u odnosu na ZKE pojavljuje strujni talas koji odgovara redukciji oksida zlata, pri čemu se vidi pomeranje maksimuma ovih strujnih talasa ka negativnijim vrednostima potencijala sa porastom brzine promene potencijala. Na oko 0,2 V u odnosu na ZKE vidi se početak pika koji odgovara redukciji oksida bakra.

Na slici 7 prikazani su voltamogrami registrovani za trokomponentnu leguru 18k Au–Ag–Cu pri brzinama promene potencijala od 50, 100 i 200 mV/s, počev od potencijala otvorenog kola koji iznosi 0,02 V u odnosu na ZKE.

Na anodnom delu voltamograma u oblasti potencijala između 0,2 V u odnosu na ZKE i 0,4 V u odnosu na ZKE gde treba očekivati oksidaciju bakra i srebra pojavljuju se samo vrlo niski jedva приметni strujni talasi. Tek pri potencijalu od 1 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas koji odgovara formiranju niže-

valentnih oksida zlata, odnosno stvaranju prvog monosloja OH na zlatu i drugih komponenata legure. Na potencijalu od oko 1,35 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas koji odgovara formiranju viševalentnih oksida zlata ili njegovih hidratiranih vrsta.



Slika 7. Voltamogrami registrovani za leguru 18k Au–Ag–Cu pri različitim brzinama promene potencijala u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.

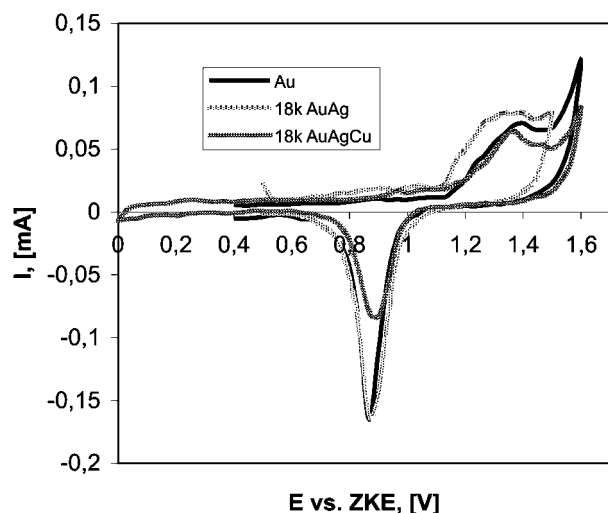
Figure 7. Cyclic voltammograms obtained for 18k Au–Ag–Cu at different sweep rates in unimolar sulphuric acid.

Sve nabrojane činjenice ukazuju na bitno različito ponašanje trokomponentne legure u odnosu na dvokomponentne sa istim sadržajem zlata, pre svega na veću korozionu stabilnost. Na potencijalu od oko 1,5 V u odnosu na ZKE počinje izdvajanje kiseonika.

U katodnoj oblasti na potencijalu od oko 0,9 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas redukcije oksida zlata. Sa povećanjem brzine promene potencijala dolazi do pomeranja anodnih pikova ka pozitivnijim vrednostima potencijala, a katodnih ka negativnijim vrednostima potencijala.

Na slici 8 prikazani su voltamogrami za čisto zlato, leguru 18k Au–Ag i leguru 18k Au–Ag–Cu pri brzinama promene potencijala od 100 mV/s.

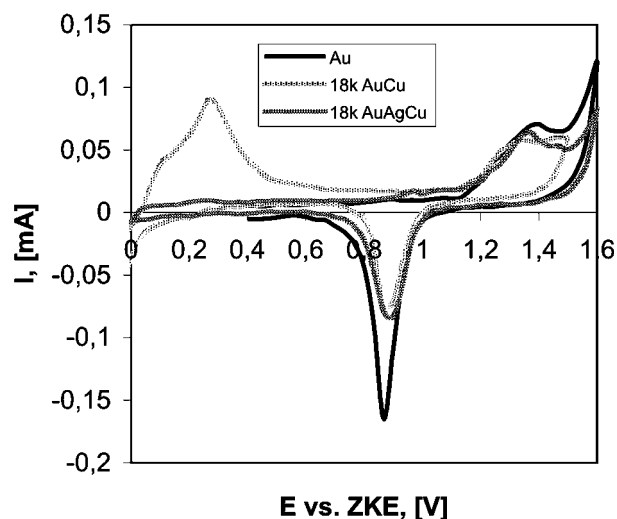
Upoređujući voltamograme na ovoj slici 8 može se primetiti velika sličnost između dobijenih voltamograma za čisto zlato i trokomponentnu leguru. Na voltamogramu dobijenom za leguru 18k Au–Ag se do potencijala od 1,1 V u odnosu na ZKE pojavljuju manji strujni talasi koji odgovaraju oksidaciji srebra. Na voltamogramima za trokomponentnu leguru ti talasi su vrlo niski. Na potencijalu od oko 1,38 V u odnosu na ZKE na sva tri voltamograma pojavljuje se strujni talas koji odgovara formiranju oksida zlata. Međutim, kod dvokomponentnih legura gustina struje je veća, talas je širi i jasnije je da se sastoji od više preklapljenih strujnih talasa. Na potencijalu od oko 1,5 V u odnosu na ZKE na sva tri voltamograma počinje izdvajanje kiseonika.



Slika 8. Voltamogrami registrovani za čisto zlato, leguru 18k Au–Ag i leguru 18k Au–Ag–Cu pri brzini promene potencijala od 100 mV/s u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.
Figure 8. Cyclic voltammograms obtained for pure gold, 18k Au–Ag and 18k Au–Ag–Cu at the sweep rate of 100 mV/s in unimolar sulphuric acid.

U katodnom delu na potencijalu od oko 0,9 V u odnosu na ZKE i za čisto zlato i za legure 18k Au–Ag i 18k Au–Ag–Cu pojavljuje se dobro definisan strujni pik koji predstavlja redukciju oksida zlata.

Voltamogram dobijen za čisto zlato, osim što je upoređivan sa legurom 18k Au–Ag, upoređivan je i sa legurom 18k Au–Cu što je prikazano na slici 9.



Slika 9. Voltamogrami registrovani za čisto zlato, leguru 18k Au–Cu i leguru 18k Au–Ag–Cu pri brzini promene potencijala od 100 mV/s u jednomolarnoj sumpornoj kiselini.
Figure 9. Cyclic voltammograms obtained for pure gold, 18k Au–Ag and 18k Au–Ag–Cu at the sweep rate of 100 mV/s in unimolar sulphuric acid.

Upoređujući voltamogram za leguru 18k Au–Cu sa voltamogramom dobijenim za čisto zlato može se videti da su vrednosti za gustinu struje u anodnom delu veće

od vrednosti gustine struje za čisto zlato. Za razliku od voltamograma koji je dobijen za čisto zlato na voltamogramu za leguru 18k Au–Cu se na potencijalu od oko 0,1 V u odnosu na ZKE i 0,25 V u odnosu na ZKE pojavljuju strujni talasi koji odgovaraju stvaranju oksida jednovalentnog i dvovalentnog bakra. Na potencijalu od oko 1,25 V u odnosu na ZKE pojavljuje se strujni talas i na voltamogramu za čisto zlato i za leguru 18k Au–Cu. Ovaj strujni talas odgovara formiranju niževalentnih oksida zlata. Na oko 1,35 V u odnosu na ZKE pojavljuje se sledeći strujni talas kome odgovara formiranje viševalentnih oksida zlata. Izdvajanje kiseonika počinje na oko 1,45 V u odnosu na ZKE.

U katodnom delu se na oko 0,9 V u odnosu na ZKE pojavljuje strujni talas koji je dobro definisan i za čisto zlato i za legure 18k Au–Cu i 18k Au–Ag–Cu i koji predstavlja redukciju oksida zlata. Na potencijalu od oko 0,2 V u odnosu na ZKE se na voltamogramu dobijenom za leguru 18k Au–Cu vidi početak strujnog talasa koji odgovara redukciji oksida formiranih u anodnom delu na nižim potencijalima a radi se o kiseoniku vezanom za prisutne atome bakra.

ZAKLJUČAK

Ciklična voltametrijia može da pruži podatke koji neposredno ukazuju na to da li je dobijeni voltamogram snimljen na čistom zlato, na nekoj njegovoj dvokomponentnoj leguri sa srebrom ili bakrom ili se radi o trokomponentnom osamnaestokaratnom zlato. Razlike se pojavljuju kako u potencijalu otvorenog kola, tako i u gustini struje pri odgovarajućim potencijalima i broju strujnih talasa na anodnom i katodnom delu voltamograma. Tako se ciklična voltametrijia, uz paralelno merenje potencijala otvorenog kola, pokazuje kao najbrža i vrlo jednostavna metoda za grubu procenu sastava neke legure zlata, to jest za utvrđivanje činjenice da li se u nekom deklarisanom slučaju radi o čistom zlato.

LITERATURA

- [1] S. Mentus, Elektrohemija, Fakultet za Fizičku hemiju, Beograd, 2001, str. 282–287.
- [2] F.H. Assaf, A.M. Zaky, S.S. Abd El-Rehim, Cyclic voltammetric studies of the electrochemical behaviour of copper-silver alloys in NaOH solution, *Appl. Surf. Sci.* **18** (2002) 18–27.
- [3] A.M. Zaky, F.H. Assaf, S.S. Abd El Rehim, B.M. Mohamd, Electrochemical behaviour of silver in borate buffer solutions, *Appl. Surf. Sci.* **221** (2004) 349–357.
- [4] B.M. Jović, V.D. Jović, Electrochemical formation and characterization of Ag₂O, *J. Serb. Chem. Soc.* **69** (2004) 153–166.
- [5] J.S. Stevnović, V.D. Jović, A.R. Despić, Investigation of phase-transformation kinetic in electrodeposited Cu + Cd alloys using anodic linear sweep voltametry, *J. Electroanal. Chem.* **349** (1993) 365–374.

- [6] L. Skibina, J. Stevanović, A.R. Despić, ALSV investigation of the phase composition of electrolytic Cu + Sn alloys, *J. Electroanal. Chem.* **310** (1991) 391–401.
- [7] A.W. Hassel, M. Seo, Localised investigation of coarse grain gold with the scanning droplet cell and by the Laue method, *Electrochim. Acta* **44** (1999) 3769–3777.
- [8] T.U. Hur, W.S. Chung, Mechanism of Silver(I) Oxide formation on polycrystalline silver electrodes in 8 M KOH solution, *J. Electrochem. Soc.* **152** (2005) A179–A185.
- [9] A. Vvedenskii, S. Grushevskaya, D. Kudryashov, T. Kuznetsova, Kinetic peculiarities of anodic dissolution of silver and Ag–Au alloys under the conditions of oxide formation, *Corros. Sci.* **49** (2007) 4523–4541.
- [10] A.K. Vijh, Oxide and oxide films, Hydro-Quebec Institute of Research, Varennes, Canada, 1977, 53–74.
- [11] S.B. Brummer, A. C. Makrides, Surface of gold electrodes, *J. Electrochem. Soc.* **111** (1964) 1122–1128.
- [12] D. Dickermann, J.W. Shultzze, K.J. Vetter, Electrochemical formation and reduction of monomolecular oxide layers on (111) and (100) planes of gold single crystals, *J. Electroanal. Chem.* **55** (1974) 429–443.
- [13] M. Pourbaix, Atlas d'équilibre électrochimiques, Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1963.
- [14] Z.D. Stanković, The integral capacitance, kinetics and mechanisms of the Cu/Cu(II) system in sulphuric acid media, *Electrochim. Acta* **28** (1983) 109–112.

SUMMARY

ELECTROCHEMICAL INVESTIGATION OF 18K GOLD IN ACIDIC ELECTROLYTE

Vesna J. Grekulović, Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Zoran M. Stević

University of Belgrade, Technical faculty in Bor

(Scientific paper)

The results of an attempt in using cyclic voltammetry for characterization of gold, silver, copper and 18-k gold alloys by their anodic behavior in 1 mol/dm³ H₂SO₄ are presented in this paper. Gold alloys containing 75 mass% Au are named as 18-k gold, but it is usually three component alloy containing 75 mass% Au, 12.5 mass% Ag and 12.5 mass% Cu as the main components. Investigated alloys were obtained by melting powders of pure metals mixed in corresponding ratio, casting, cooling in air, rolling and drawing in the wire shape. To achieve the required mechanical properties, the alloys had heat-treated three times. Each alloy exhibits characteristic current peaks on voltammogram that can be used to recognize the kind of present alloying metal in gold. Also, the content of the alloying metal can be roughly estimated from the peak value of current densities.

Ključne reči: Osamnaestokaratno zlato
• Metoda ciklične voltametrije • Voltamogram • Karakterizacija
Key words: 18-k Gold • Cyclic voltammetry • Voltammogram • Characterization