

Predmet: Podobnost teme i kandidata Nika Jovičevića, dipl. inž. mašinstva za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/198 od 12.09.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Nika Jovičevića, dipl. inž. mašinstva za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Formiranje i karakterizacija legura dobijenih elektrotaloženjem aluminijuma pri potpotencijalima na cirkonijumu, paladijumu i vanadijumu iz rastopa ekvimolarne smeše aluminijum(III)-hlorida i natrijum-hlorida“.

Na osnovu uvida u dokumentaciju priloženu uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Niko Jovičević, rođen je 1977. godine u Sautemptonu, Velika Britanija.

Osnovne studije na Državnom Univerzitetu u Grand Valiju, Mičigen, SAD započeo je školske 1995/96. godine. Na istom Univerzitetu je 1999. dobio diplomu inženjera mašinstva. Ova diploma nostrifikovana je na Univerzitetu u Novom Sadu (rešenje broj: 04-153/6 od 07.11.2008. god).

Izradu doktorske disertacije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na Katedri za metalurško inženjerstvo započinje 2008. godine.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

U toku studija 1995. i 1996. godine radio kao demonstrator u nastavi i pohvaljivan od strane Rektora kao jedan od najboljih studenata 1995. i 1996. godine (Dean's List). Studije završio sa prosečnom ocenom 3,398 (od mogućih 4,000).

Nakon diplomiranja, u periodu 1999-2003. godine, radi kao inženjer u razvoju i projektovanju, a zatim i uvođenju u proizvodnju novih proizvoda „Magna Company” iz Mičigena, SAD. U periodu 2004-2009 radi kao stariji projektant i rukovodilac timova u razvoju i projektovanju nekoliko setova kabina putničkih automobila i njihovom uvođenju u proizvodnju u „Nissan Technical Center North America” u Mičigenu. Za izuzetne rezultate u tom periodu od strane „Nissan”-a nagrađivan je posebnom nagradom 2004., 2006., 2007. i 2008. godine, a u to doba prijavio i registrovao i tri US Patent-a koji se primenjuju u proizvodnji.

U periodu od 2009. do 2010. godine je kao stariji saradnik u „Nissan Technical Center Mexico” u Meksiko Sitiju, Meksiko, organizovao i sproveo trening novog razvojno - projektantskog tima (5 inženjera projekatana) u trajanju od godinu dana.

Od aprila 2010. kao rukovodilac tima za razvoj, projektovanje i realizaciju putničkih kabina radi na novim modelima "Nissan"-a.

U međuvremenu, šk.god. 2008/9. upisao je doktorske studije na Katedri za metalurško inženjerstvo Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, ispunio sve obaveze predviđene nastavnim planom i programom i do 2014. godine učestvovao u istraživanjima formiranja binarnih legura prilikom elektrotaloženja aluminijuma i/ili magnezijuma iz niskotemperaturnih (160 do 300°C) neorganskih rastopa na drugim metalima.

Ispiti položeni na doktorskim studijama doktoranta Nika Jovičevića indeks br, 4034/2008.

		ESBP
1. Metalurgija praha	10 (deset)	4
2. Fenomeni prenosa u inženjerstvu materijala	10 (deset)	5
3. Inženjerstvo površina	10 (deset)	4
4. Očvršćavanje metala	10 (deset)	4
5. Materijali za visokotemperaturske namene	10 (deset)	4
6. Peći i reaktori u metalurgiji	10 (deset)	4
7. Fizička metalurgija	8 (osam)	4
8. Viši kurs metalurških procesa	10 (deset)	4
9. Zavarljivost i sigurnost zavarenih spojeva	10 (deset)	4
10. Struktura i svojstva metalnih materijala	9 (devet)	5
11. Kinetika faznih transformacija	10 (deset)	4
12. Odabrana poglavlja matematičke analize	8 (osam)	5
13. Završni ispit	10 (deset)	30

Objavljeni naučni radovi, saopštenja i patent:

- Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)
1. **Niko Jovičević**, Vesna S. Cvetković, Željko J. Kamberović, Jovan N. Jovičević, „Al-Cd Alloy Formation by Aluminium Underpotential Deposition from $\text{AlCl}_3 + \text{NaCl}$ Melts on Cadmium Substrate“, Metallurgical and Materials Transactions B, 1, 44, 2013, p. 106–114. ISSN 1073-5615
DOI: 10.1007/s11663-012-9750-3 IF=1,323 (19/75)-2013.
- Rad u međunarodnom časopisu (M22)
2. **Niko Jovičević**, Vesna S. Cvetković, Željko J. Kamberović, Jovan N. Jovičević, „Al-Zn Alloy Formation by Aluminium Underpotential Deposition from $\text{AlCl}_3 + \text{NaCl}$ Melts on Zinc Substrate“, Int. J. Electrochem. Sci., 7, 2012, p. 10380–10393. ISSN 1452-3981
www.electrochemsci.org IF=3,729 (9/27)-2011.
- Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)
3. Vesna S. Cvetković, **Niko Jovičević**, Jovan N. Jovičević: „Nanoscale Magnesium Oxides Deposited onto Vitreous Carbon from Nitrate Melts“, Proceedings of The 62th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 11–16 September 2011 in Niigata, paper No 71, s03–P–013.
<http://events11.ise-online.org>
4. Vesna S. Cvetković, **Niko Jovičević**, Jovan N. Jovičević: „Mg-Au Surface Alloy Formation by Mg Underpotential Deposition on Au from Nitrate Melts“, Proceedings of The 62th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 11–16 September 2011 in Niigata, paper No 70, s03–P–012.
<http://events11.ise-online.org>

- Realizovani patent na međunarodnom nivou (M91)
5. **Niko Jovićević** : Patent No. US 7195302, izdat 27.03.2007.
 6. **Niko Jovićević** : Patent No. US 7488026, izdat 10.02.2009.
 7. **Niko Jovićević** , Terence Porter:: Patent No. US 7611200, izdat 03.11.2009.
 8. **Niko Jovićević** : Patent No. US 08459748, izdat 11.06.2013.
 9. **Niko Jovićević** : Patent No. US 08740247B1, izdat 03.06.2014.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada na doktorskoj disertaciji, kandidat Niko Jovićević, dipl. inž. maš. je pokazao potencijal, sposobnost i znanje neophodne za bavljenje naučnoistraživačkim radom. Položio je sve planirane ispite, kao i završni rad vezan za oblast teze. Kandidata podobnim za rad na predloženoj temi čine izkazana samostalnost u kreiranju i realizaciji istraživanja vezanih za temu doktorske disertacije, ali i pokazana samostalnost u obradi i diskusiji rezultata pri pisanju radova koji su objavljeni u međunarodnim časopisima. Kandidat je do sada objavio dva rada u međunarodnim časopisima iz kategorije M21 i M22 i dva rada na skupu međunarodnog značaja M34. Komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Istraživanja u okviru doktorske disertacije obuhvataju fenomen formiranja legura između elektrotaloženog aluminijuma iz neorganskih hlороaluminatnih rastopa i radnih elektroda-podloga kao što su cirkonijum, vanadijum i paladijum na temperaturama između 200 i 300°C. Poznato je da se Al-Zr, Al-V i Al-Pd legure termičkim putem formiraju na višestruko višim temperaturama. Atomiški tanki slojevi aluminijuma nastali elektrotaloženjem pri potpotencijalima (underpotential deposition ili UPD) na podlogu od paladijuma, vanadijuma i cirkonijuma mogli bi omogućiti formiranje pomenutih površinski formiranih legura kontrolisanih po sastavu i po debljini i pri tako niskim temperaturama, jer se procesi interdifuzije dva metala u tom slučaju odvijaju kao kontrolisani procesi u sistemima nanodimenzija. Elektrotaloženje aluminijuma uz natpotencijale na rečene podloge pri navedenim temperaturama takođe mogu dovesti do formiranja binarnih legura, jer je iskustvo pokazalo da iako imaju mnogo toga zajedničkog, formiranje legura termičkim putem, i elektrohemijskim putem često daju različite rezultate.

Da bi se ustanovilo mogu li se elektrotaloženjem iz izabranog rastopa pri izabranim temperaturama formirati legure aluminijuma na cirkonijumu, vanadijumu i paladijumu biće potrebno ispitati navedene sisteme i ustanoviti da li se u njima uopšte javlja elektrotaloženje pri potpotencijalima, jer o tome nema podataka u dostupnoj literaturi. Pod pretpostavkom da do UPD dolazi biće potrebno ustanoviti da li dolazi do formiranja binarnih površinskih legura, koliko to zavisi od radne temperature i karakter nastale legure.

Dakle predmet rada u disertaciji su istraživanja elektrotaloženja Al iz zadatog rastopa (kako pri natpotencijalima, tako i pri potpotencijalima) na cirkonijumu, vanadijumu i paladijumu, kao i procesa eventualnog formiranja binarnih legura.

Cilj rada je eksperimentalna potvrda da li postoji elektrotaloženje Al iz zadatog rastopa pri potpotencijalima na cirkonijumu, vanadijumu i paladijumu i da li vodi formiranju binarnih površinskih legura i opisati eventualno nastale legure.

3. Polazne hipoteze

Da bi se neki metal elektrohemijski izdvojio iz vodenog ili nevodenog rastvora na katodi od istoga metala neophodno je na njoj obezbediti katodni natpotencijal – potencijal negativniji od ravnotežnog Nernstovog potencijala za taj metal (eng. overpotential deposition ili OPD). Kada se isti metal taloži na nekom drugom metalu potrebno je, takođe, obezbediti katodni natpotencijal.

Principi koji upravljaju elektrohemijskim taloženjem atoma i elektrokristalizacijom na istim podlogama uglavnom važe i za taloženje na stranim podlogama. Naravno, mogu se očekivati nešto izmenjene karakteristike procesa taloženja na stranim podlogama, koje proističu iz razlike između dve kristalne strukture (taloga i podloge) koje se susreću i koegzistiraju.

Međutim, za neke parove metala ustanovljeno je da može doći do taloženja atoma i formiranja taloga jednoga metala na drugome i pri potencijalima pozitivnijim od reverzibilnog Nernstovog potencijala. Kolb i saradnici su 1974. godine, na osnovu sopstvenih i eksperimentalnih rezultata iz literature, zaključili da je razlika u potencijalima takvih taloga i reverzibilnog Nernstovog potencijala za isti metal na drugom metalu u direktoj vezi sa razlikom u izlaznim radovima elektrona taloženog metala i metala podloge. To ih je dovelo do pretpostavke da je razlika u izlaznim radovima elektrona mera razlike u elektronegativnosti između povezanih atoma podloge i istaloženog atoma i ovaj fenomen su nazvali „taloženje pri potpotencijalima“ (eng., underpotential deposition ili UPD). Gledište Kolba i saradnika je uglavnom prihvaćeno kao objašnjenje koje opisuje važne faktore od uticaja na elektrohemijsko taloženje metala pri potpotencijalima, ali se ne zaboravlja da su strukturni faktori (još nedovoljno poznati), takođe od uticaja i sa razlogom još uvek predmet ispitivanja, paralelno sa uticajem anjona i drugih koordinirajućih čestica u rastvoru, odnosno rastopu, iz koga se redukuje taložeći atom.

Uticaj vrste i osobina podloge na samu pojavu taloženja metala pri potpotencijalima je opisan samo za neke parove metala (ne i za parove Al-Zr, Al-V i/ili Al-Pd iz neorganskih hlороaluminatnih rastopa), a međusobne interakcije monosloja i podloge počele su da se istražuju u zadnjih petnaest-dvadeset godina. Pri tome, istraživanje taloženja metala pri potpotencijalima iz rastopa je malo istraživano. Razloga ima više, npr. relativno visoke temperature pri kojima postoje rastopi pojedinih soli metala, kao i posebni uslovi potrebni za ostvarivanje kontrolisanog elektrohemijskog sistema su među presudnima.

Eksperimentalna ispitivanja će obuhvatiti elektrotaloženje aluminijuma pri potencijalima pozitivnijim od njegovog reverzibilnog potencijala (elektrotaloženje pri potpotencijalima – UPD) na Pd, V i Zr podlogama iz hlороaluminatnog rastopa pri temperaturama od 200° do 300°C upotrebljavajući elektrohemijske eksperimentalne tehnike linearne promene potencijala, potencijostatskog jediničnog i dvostrukog pulsa, metodu snimanja polarizacionih krivih i metodu otvorenog kola. Teorijska predviđanja za Pd podlogu kažu da je UPD aluminijuma verovatna, za V podlogu moguća, a za Zr podlogu da nije verovatna. Sa druge strane konsultujući osnovna Hume-Rothary pravila o formiranju legura, može se zaključiti da bi, u načelu, Pd i V trebali sa aluminijumom da formiraju substitucione legure, a da bi aluminijum trebao da bude rastvoran u Zr na osnovu faktora veličine atoma.

4. Naučne metode istraživanja

Planira se da se elektrotaloženje aluminijuma pri natpotencijalima i potpotencijalima na Pd, V i Zr podlogama iz neorganskog hlороaluminatnog rastopa pri temperaturama od 200° do 300°C ispituje upotrebljavajući elektrohemijske tehnike: linearne promene potencijala, potencijostatskog jediničnog i dvostrukog pulsa, metodom polarizacionih krivih i metodom

otvorenog kola. Očekuje se da će tako, eventualno, formirani monosloj aluminijuma (pri potpotencijalima) ili njegov tanki talog (pri natpotencijalima) pri izabranim temperaturama u sistemu talog/podloga ući u interdifuzione procese sa podlogom i formirati površinske legure podloge i taloženog aluminijuma čiji sastav i struktura će biti određene skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM), energetski disperzivnom spektroskopijom (EDS) i difrakcijom X-zraka (XRD).

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati istraživanja u okviru predložene doktorske disertacije dati odgovore na sledeća pitanja:

- Postoje li uslovi za elektrotaloženje aluminijuma pri potpotencijalima na cirkonijumu u zatom sistemu i pri zatomim uslovima;
- Da li postoji elektrotaloženje aluminijuma pri potpotencijalima na vanadijumu u zatom sistemu i pri zatomim uslovima;
- Postoji li elektrotaloženje aluminijuma pri potpotencijalima na paladijumu u zatom sistemu i pri zatomim uslovima;
- Da li pri elektrotaloženju aluminijuma na potpotencijalima iz zatomog sistema i pri zatomim uslovima na cirkonijumu dolazi do formiranja površinskig binarnih legura i kojih.
- Proveriti kako pri elektrotaloženju aluminijuma na potpotencijalima iz zatomog sistema i pri zatomim uslovima na vanadijumu dolazi do formiranja površinskih binarnih legura i kojih.
- Da li pri elektrotaloženju aluminijuma na potpotencijalima iz zatomog sistema i pri zatomim uslovima na paladijumu dolazi do formiranja površinskig binarnih legura i kojih.

6. Plan istraživanja i struktura rada

U prvoj fazi istraživanja, paralelno sa proučavanjem najnovije literature iz oblasti elektrohemijskog taloženja aluminijuma iz rastopa, potrebni su sledeći uslovi za eksperimentalni rad:

- nabaviti potrebne metale (Zr, V, Pd i Al) čistoće između 99,99% i 99,9999% i hemikalije (AlCl_3 i NaCl) čistoće p.a.;
- razviti metode pripreme bezvodne ekvimolarne (inače veoma higroskopne) smeše $\text{NaCl} + \text{AlCl}_3$ koja bi prema faznom dijagramu trebalo da bude tečni rastop na relativno niskim temperaturama od 180 do 300°C;
- izraditi pogodne peći sa temperaturnom kontrolom unutar $\pm 3^\circ\text{C}$;
- izraditi odgovarajuće ćelije zapremine do 50 mL od Pyrex stakla postojanog do temperature od 300°C, sa kontrolisanim uvođenjem i izvođenjem argona (ostvarivanje radne atmosfere bez vlage), prostorom za referentnu, radnu i kontraelektrodu;
- konstruisati i izraditi pokretne držače za sve tri vrste elektroda postojane u zatom temperaturnom intervalu i agresivnoj radnoj srediti;
- razviti metode mehaničkog i hemijskog poliranja radnih elektroda (Zr, V i Pd).

U drugoj fazi istraživanja (koristeći potencijostat/galvanostat model PAR 273A i PAR 362) elektrohemijском metodom cikličke voltametrije na cirkonijumu, vanadijumu i paladijumu ispitaće se područja potencijala pozitivnija i negativnija od Nernstovog reverzibilnog potencijala aluminijuma na tim podlogama u rastopu ekvimolarne smeše hlorauminata na temperaturama od 200, 250 i 300°C. Istom instrumentacijom i pod istim uslovima obaviće se snimanje polarizacionih krivih za svaku podlogu i ekperimenti koji podrazumevaju

potenciostatske pulseve različitog vremena trajanja taloženja aluminijuma u područjima potpotencijala i natpotencijala u kojima je zapaženo elektrotaloženje aluminijuma na datim radnim elektrodama praćenih galvanostatskim kontrolisanim rastvaranjem veoma niskim gustinama struje pri otvorenom kolu. Na radnim elektrodama, nakon mehaničkog i hemijskog poliranja, a pre unošenja u ćeliju, biće izvršena se karakterizacija SEM i XRD metodama. Nakon izlaganja izabranom potenciostatskom elektrotaloženju ostvarenom pri izabranoj temperaturi radne elektrode će posle potrebne pripreme biti analizirane na SEM-u, EDS-u i XRD-u.

U trećoj fazi će se analizirati dobijeni rezultati i ponoviti ili dopuniti neki delovi planiranih eksperimenata, a zatim pristupiti pisanju teze.

Plan rada je dovoljno detaljno urađen da omogućiti temeljnu obradu izabranog problema.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima može se zaključiti da kandidat Niko Jovičević ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom „Formiranje i karakterizacija legura dobijenih elektrotaloženjem aluminijuma pri potpotencijalima na cirkonijumu, paladijumu i vanadijumu iz rastopa ekvimolarne smeše aluminijum(III)-hlorida i natrijum-hlorida“, naučno zasnovana, i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Metalurško inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Za mentora se predlaže dr Željko Kamberović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Članovi Komisije:

1. Dr Željko Kamberović, redovni profesor, TMF, Beograd
2. Dr Karlo Raić, redovni profesor, TMF, Beograd
3. Dr Nenad Radović, vanredni profesor, TMF, Beograd
4. Dr Miroslav Sokić, viši naučni saradnik ITNMS, Beograd
5. Dr Miodrag Maksimović, redovni profesor, TMF, Beograd