

Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije kandidata Saše Mićina pod naslovom „KOROZIONE KARAKTERISTIKE ELEKTROHEMIJSKIH PREVLAKA TROJNIH LEGURA CINKA“

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
TEHNOLOŠKI FAKULTET
NAUČNO NASTAVNO VIJEĆE

IZVJEŠTAJ

o ocjeni podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske teze

PODACI O KOMISIJI

1. Dr. Milan Antonijević, redovni profesor Tehničkog fakulteta u Boru – Univerzitet u Beogradu, uža naučna oblast Hemijska tehnologija
2. Dr. Miomir Pavlović, redovni profesor Tehnološkog fakulteta u Zvorniku – Univerzitet u Istočnom Sarajevu, uža naučna oblast Elektrohemijско inženjerstvo
3. Dr. Jelena Penavin-Škundrić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta u Banjoj Luci – Univerzitet u Banjoj Luci, uža naučna oblast Fizička hemija i Neorganska hemija
4. Dr. Rada Petrović, docent na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci – Univerzitet u Banjoj Luci, uža naučna oblast Fizička hemija
5. Dr. Zora Levi, docent na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci – Univerzitet u Banjoj Luci, uža naučna oblast Neorganska i nuklearna hemija

1. BIOGRAFSKI PODACI, NAUČNA I STRUČNA DJELATNOST KANDIDATA

Biografija

Mićin / Branko / Saša

- Rođen 11.10.1964. godine u Banjoj Luci
- Osnovnu školu „Braća Pavlić“ u Banjoj Luci pohađao od 1971. godine do 1979. godine
- Srednju školu, Gimnazija u Banjoj Luci pohađao od 1979. godine do 1983. godine
- 1983. – 1984. godine na odsluženju vojnog roka u JNA, škola rezervnih oficira u Zadru i Kninu
- 1984. – 1989. godine studirao na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci, smjer hemisko-tehnološki.
- 1990. – 1991. godine zaposlen u SOUR Rudi Čajavec, OOUR Mikroelektronika na mjestu tehnologa u pogonu Tehnologije tankog filma
- 1991. – 1996. godine pripadnik VRS, u činu majora, 1993. godine odlikovan od strane Predsednika Republike Srpske medaljom heroja Milana Tepića
- 1997. – 1998. godine zaposlen u MDP UNIS – ZDP Sintetik Banja Luka na mjestu generalnog direktora preduzeća
- 1998. – 2000. godine zaposlen u ODPJ Glas Srpski, Banja Luka
- 2003. – 2009. godine zaposlen u Urbanističkom zavodu Republike Srpske na radnom mjestu prostornog planera – smjer ekologija
- 2009. godine – zaposlen u „Fabrika vode“ d.o.o. na mjestu generalnog direktora
- 2010. - godine delegat u Vijeću naroda Republike Srpske iz reda ostali
- 2002. godine - član Predsjedništva Plivačkog Saveza Republike Srpske i član

Predsjedništva Plivačkog Saveza Bosne i Hercegovine

- 2004. – 2006. godine generalni sekretar Plivačkog Saveza Republike Srpske
- 2007. – 2010. godine - Predsjednik Savjeta nacionalnih manjina pri Narodnoj Skupštini Republike Srpske
- Državljanstvo : RS (BiH)
- Nacionalnost : ostali
- Bračno stanje : oženjen, otac dvoje djece

Obrazovanje i kvalifikacije :

- 1979. godine završio osnovnu školu Braća Pavlić u Banjoj Luci
- 1983. godine završio srednju školu, Gimnazija u Banjoj Luci
- 1989. godine završio Tehnološki fakultet u Banjoj Luci, smjer hemijsko-tehnološki, prosjek ocjena 7, 40 (sedam zarez četrdeset), i diplomirao na temu „Katalitičko dejstvo adatoms talijuma i površinski aktivnih materija na elektrohemijsku depoziciju zlata“ sa ocjenom 10 (deset)
- Školske 95/96 upisao postdiplomski studij na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci, prosjek ocjena 9,75 (devet zarez sedamdeset pet)
- 2011. godine odbranio magistarsku tezu pod naslovom „Primjena tampon galvanizacije kod nanošenja prevlaka cinka“ i magistrirao na Tehnološkom fakultetu, Univerziteta u Banjoj Luci
- 2006. godine položen stručni ispit iz oblasti tehnologije na temu „Glavni tehnološki projekat postrojenja za obradu otpadnih voda naselja“, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd
- 2006. godine stekao licencu za izradu tehničke dokumentacije, faza tehnoloških podloga kod projektovanja objekata i nadzor nad izvođenjem ovih radova (broj licence 6694/06)
- 2004. godine stekao zvanje Viši trener plivanja, „Centar za stručno obrazovanje i usavršavanje trenera – Centar za sport“ Banja Luka
- Strani jezici : dobro poznavanje francuskog i engleskog jezika
- Poznavanje rada na računarima : korištenje MS OFFICE paketa (word, excel, power point, access, outlook), AutoCad 2007, ArchiCAD 12

Radno iskustvo :

- 1990 – 1991 SOUR Rudi Čajavec, OOUR Mikroelektronika, tehnolog u pogonu za proizvodnju elektrootpornika tehnologijom tankog filma
- 2003. - 2009. godine učestvovao u izradi prostorno planske i projektne tehničke dokumentacije (Urbanističko tehnički uslovi,Regulacioni planovi, Urbanistički planovi – Urbanistički plan Grada Banja Luke do 2015 godine, Urbanistički plan Gradiške, Prostorni plan Republike Srpske do 2015. godine, Prostorni plan opštine Gradiška, Prostorni plan Opštine Prijedor, Urbanistički projekti, studiska dokumentacija – Studija procjena uticaja na životnu sredinu autoputa V_c, revizija projektne tehničke dokumentacije postrojenja rafinerije Brod
- 2008. godine – član tima za izradu Studije uticaja na životnu sredinu autoputa V_c , lot 1 i 3 na teritoriji Republike Srpske
- 2009. godine - član tima za izradu Glavnog projekta autoputa X , dionica Grabovnica – Grdelica
- 2009. godine – član tima za izradu Glavnog projekta autoputa E – 80 , Niš (prosek) – Dimitrovgrad (granica Bugarske), sektor 2 i 3 Crvena Reka – Pirot, deonica

Crvena Reka - Čiflik

- 2009. godina – član tima za tehničku kontrolu glavnog tehnološko-mašinskog projekta pripreme za puštanje u rad postrojenja 38-proizvodnja sumpora pri radu postrojenja 35 (NLP) sa starom linijom prerade (SLP) u Rafineriji nafte Bosanski Brod
- 2009. godine – revizija glavnog tehnološko-mašinskog projekta povezivanja postrojenja 35-hds plinskih ulja (NLP) sa starom linijom prerade (SLP) Rafinerija nafte Bosanski Brod
- 2009. godine – tehnička kontrola glavnog projekta Rekonstrukcija pristaništa za tankovanje na rijeci Savi u rafineriji nafte, a.d. Bosanski Brod
- 2010. godine – izvođenje stručnog nadzora nad izvođenjem radova na izgradnji objekta za pripremu vode sa taložnikom postrojea za prečišćavanje vode „Novoselija 2“ Banja Luka, tehnološka faza
- 2011. godina – član tima za reviziju Glavnog projekta sanitarne regionalne deponije „Crni vrh“-Zvornik
- 2011. godine – član tima za reviziju Glavnog projekta autoputa na koridoru V_C, lot 3 (poddionica Putnikovo brdo-Doboj Jug), lot 4, lot 5, lot 6 i lot 7 (poddionica Počitelj-Zvirovići)

Bibliografija

1. Đ. Davidović, R.R. Adžić, S. Mićin (1991), „Efekti površinski aktivnih materija na elektrodepoziciju zlata“, Zbornik radova, Društvo hemičara i tehnologa BiH, Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjaluci
2. S.Mićin. J.Mandić, B.Malinović (2011), „Primjena postupka tampon galvanizacije pri nanošenju prevlaka cinka“, Zbornik sažetaka, Naučni skup *Savremeni materijali*, Akademija nauka i umjetnosti RS, Banja Luka
3. S. Mićin (2012), „Elektrohemijski deponovane prevlake legura cinka – antikorozijske osobine“, Naučni skup *Savremeni materijali*, Akademija nauka i umjetnosti RS, Banja Luka (rad je trenutno u postupku recenzije)

2. ZNAČAJ I NAUČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

Značaj istraživanja

Imajući u vidu moguće posljedice izazvane procesom korozije materijala, nameće se zaključak da blagovremena zaštita od korozije predstavlja veoma značajnu i nezaobilaznu aktivnost. Samim tim izučavanje korozionih procesa i postupaka antikorozijske zaštite dobija na značaju.

U odnosu na druge metode i postupke, zaštita od korozije pomoću elektrohemijskih istaloženih metalnih prevlaka predstavlja veoma, u praksi, primjenjivanu metodu. U tehnologiji korozione zaštite metala, zaštita čelika kao najraširenijeg konstrukcionog materijala, pomoću elektrohemijski prevlaka cinka i legura cinka, zauzima veoma značajno mjesto. Savremeni postupci zaštite čelika pomoću elektrohemijski deponovanih prevlaka legura cinka se zasnivaju, pretežno, na korištenju dvojnih legura cinka i elemenata trijade gvožđa (legure Zn – Ni, Zn – Co, Zn – Fe) koje pokazuju višestruko bolju zaštitu od

prevlaka samog cinka. Dosadašnja praksa zaštite pomoću elektrohemijski prevlaka cinka ne zadovoljava konstantne zahtjeve savremene industrije za smanjenjem debljine zaštitne prevlake, a istovremeno i za njihovom povećanom korozionom stabilnošću uz posjedovanje odgovarajućih mehaničkih osobina

S tim u vezi, može se donijeti zaključak o potrebi daljeg razvoja i usavršavanja metoda i postupaka korozione zaštite čeličnih konstrukcija pomoću elektrohemijski deponovanih prevlaka.

Pregled istraživanja

U dosadašnjoj praksi, korištenje metalnih prevlaka cinka i legura bakar-cink (mesing) su zauzimale dominantnu ulogu u zaštiti čelika od korozije.

Konstantni zahtjevi savremene industrije za povećanjem korozione otpornosti čeličnih materijala, a u cilju postizanja višeg nivoa ekološke bezbjednosti, ekonomičnosti i pouzdanosti, doveli su do intenzivnih istraživanja u pravcu poboljšanja zaštitnih i funkcionalnih svojstava prevlaka cinka na čeliku i gvožđu, a što predstavlja jedan od značajnijih problema u galvanotehnici.

S obzirom na dosadašnja istraživanja uočeno je da antikorozone osobine prevlaka legura cinka, u poređenju sa prevlakom cinka na čeliku, pružaju znatno dužu zaštitu osnovnog materijala.

Zahvaljujući standardnom ravnotežnom elektrodnom potencijalu cinka koji iznosi $-0,76V$, i što ga u odnosu na čelik svrstava u metale sa elektronegativnijim potencijalom omogućava njegovu upotrebu kao „žrtvujuće“ prevlake. Zbog veoma velike razlike u elektronegativnosti između cinka i čelika, dolazi do brzog propadanja prevlake cinka. Ubrzana korozija cinka se prevazilazi legiranjem sa raznim metalima, čime se postiže približavanje vrijednosti standardnih potencijala date legure potencijalu podloge metala, pri čemu je još uvek uloga anodne strane da obezbedi „žrtvujuću“ zaštitu.

Rastvaranje metala se uglavnom odigrava na aktivnim mjestima na površini metala na kojima su atomi slabo vezani za kristalnu površinu metala. Broj ovakvih aktivnih mjesta i njihova uloga u brzini korozije metala zavise od kristalne strukture i topografije površine. Kristalna struktura površine metala može da utiče na njegovu koroziju kako u slučaju kada se procesi korozije odigravaju pod aktivnim rastvaranjem metala i kada se stupanj koji određuje ovakvu vrstu korozije odigrava direktno na površini metala, tako i u slučaju kada je na površini metala prisutan ili tanak pasivni, ili deblji zaštitni sloj.

Uzrok veće korozione stabilnosti prevlaka legura cinka u odnosu na prevlake cinka je formiranje nerastvornih jedinjenja na površini osnovnog materijala, a koja su nastala usljed djelovanja korozione sredine. Postojanje produkata korozije u zavisnosti od korozione sredine je potvrđeno u mnogim radovima [1,2]. Smatra se da prilikom izlaganja prevlaka legura cinka na čeliku djelovanju korozione sredine, dolazi do formiranja dvoslojnog filma pri čemu se unutrašnji sloj sastoji uglavnom od oksida, a spoljašni sloj od nastalih soli (cink hidroksi-hlorid, cink hidroksi-karbonat natrijum-hlorhidrosulfat).

Kristallografška struktura površine ima veliki uticaj na proces korozije. Pretpostavka je da polikristalna zrna cinka različitih kristalografskih orijentacija korodiraju različitim brzinama.

Koordinacioni broj atoma metala u prevlaci je povezan sa gustinom pakovanja. Pokazano

je da energija aktivacije procesa rastvaranja metalne prevlake raste sa povećanjem gustine pakovanja. Ravni sa velikim Milerovim indeksima kristala se lakše rastvaraju kao posljedica manje energije veze atoma na površini metala. Činjenica da prevlake legura Zn sa elementima trijade gvožđa imaju više kristala sa ravnima manjih Milerovih indeksa upućuje na jedan od uzroka njihove veće korozivne stabilnosti. Takođe je pokazana zavisnost rasta kristala oksida cinka i njegovih legura od kristalne strukture površine na kojoj se formira [2].

Uočeno je da morfološke karakteristike prevlaka imaju značajan uticaj na korozivne karakteristike metalnih depozita. Maseni sadržaj cinka u talogu dominantno uslovljava fazni sastav legure. Pokazano je da jednofazne legure imaju veću korozivnu stabilnost u odnosu na višefazne legure.

Na osnovu dijagrama stanja legura Zn-elementi trijade gvožđa, na sobnoj temperaturi, date su različite faze legure u zavisnosti od količine cinka u leguri [2]:

Legura Zn-Ni

| Naziv faze | α | β_1 | γ_1 | γ | δ |
|-----------------------|----------|-----------|------------|----------|----------|
| Sadržaj cinka (mas %) | 0 – 27 | 43 – 50 | 76 – 77 | 82 - 86 | 89 |

Legura Zn-Co

| Naziv faze | β | γ | η |
|-----------------------|---------|----------|--------|
| Sadržaj cinka (mas %) | < 90 | 90 – 96 | 99 |

Legura Zn-Fe

| Naziv faze | α | Γ | δ | η |
|-----------------------|----------|----------|----------|---------|
| Sadržaj cinka (mas %) | 0 – 62,5 | 47 – 87 | 82 -92 | 73 - 91 |

Legure Zn-Ni sa 8-15% nikla su pokazale najveći stepen efikasnosti u zaštiti od korozije.

Ispitivane su različite dvojne i trojne legure : Zn-Mn, Zn-Ni, Zn-Co, Zn-Fe, Zn-Cd, Zn-Ni-Cd, Zn-Fe-Ni, Zn-Ni-Co, te legure dobijene uz korištenje nanočestica.

Legure cink-mangana su deponovane korištenjem hloridnih, sulfatnih i pirofosfatnih kupatila uz prisustvo organskih dodataka. Najveću korozivnu stabilnost su pokazale prevlake legura dobijene taloženjem iz hloridnog elektrolita gustinom struje 2 Adm^{-2} . Takođe je pokazana zavisnost faznog sastava legure od masenog udjela mangana u leguri. Monofazna struktura legure je uslovljena sa udjelom mangana oko 13 %, dvofazna struktura sa udjelom mangana oko 10,3% i trofazna struktura sa udjelom mangana od 3,4 %.

Potencijal prevlake cink – željezo legure je oko 10 % pozitivniji od potencijala cinka dok je gustina struje korozije više nego dva puta smanjena legiranjem cinka sa gvožđem.

Elektrohemijski deponovane legure cink – kobalta dobijene iz hloridnih rastvora su homogene dok su prevlake dobijene iz sulfatno – hloridnog rastvora nehomogene. Korozivna stabilnost prevlaka legura dobijenih iz hloridnih rastvora je veća u odnosu na stabilnost legura dobijenih iz sulfatno-hloridnog rastvora. Najveću korozivnu stabilnost imaju homogene i jednofazne prevlake Zn-Co legure dobijene iz rastvora u kome sadržaj Co iznosi 1,3 i 15,2 %. Ovo je posledica ravnomjerne raspodjele kobalta navedenih koncentracija u kristalnoj rešetki [2,3-10].

Prevlake Zn-Ni legure sa sadržajem nikla od 10 – 15 mas. % pokazuje najbolju zaštitu čelika od korozije. Ovaj sadržaj odgovara jednofaznoj leguri strukture γ ($\text{Ni}_5\text{Zn}_{21}$). Pokazano je da jednofazne legure imaju veću korozionu stabilnost od višefaznih legura. Legura Zn-Ni sa sadržajem Ni do 13 mas.% je žrtvujuća legura prilikom korozije u rastvoru 3 % NaCl, a legure sa sadržajem Ni preko 15 mas. % postaju plemenitije u odnosu na čelik. Prevlake legura dobijene iz sulfatnog rastvora su lošijih zaštitnih svojstava od onih dobijenih iz hloridnog rastvora. Ova činjenica se objašnjava kao posledica prisustva dvojne faze δ + Zn-faza za koju je poznato da je manje koroziono stabilna u odnosu na faze dobijene iz hloridnog rastvora [2,7,11-14].

Kodepozicija legure Zn-Al na čeliku je imala za rezultat značajno povećanje mikrotvrdoće, povećanja otpornosti na habanje i povećanje otpornosti na koroziju u odnosu na prevlake samoga cinka.

Ispitivanja antikorozijskih karakteristika trojnih legura cinka, nikla, željeza, kadmijuma i kobalta kao i kvaternih legura cinka su pokazala poboljšane antiokorozijske karakteristike u odnosu na dvojne legure cinka. Prevlake Zn-Fe-Ni su pokazale kristalnu strukturu različite kristalografske orijentacije što je posledica smanjenog sadržaja željeza i nikla. Tako je legura cink-nikl-kobalt pokazala 10 puta veću korozionu otpornost u odnosu na dvojni leguru cink- nikl i 7 puta veću otpornost u odnosu na leguru cink-kobalt. Trojna legura Zn-Ni-Cd je pokazala znatno veću korozionu otpornost u odnosu na Zn-Ni leguru i kadmijumove prevlake [15].

Analiza korozivne otpornosti legura cinka i nanočestica su pokazale formiranje finih zrnastih struktura pri čemu nanočestice imaju uticaj na smanjenje prosječne veličine kristalnog zrna, a što ima za posledicu smanjenje kontaktne površine sa korozivnom sredinom.

Imajući u vidu činjenicu da na korozivne karakteristike prevlaka utiču karakteristike elektrolita (koncentracija metalnih jona, različiti dodaci), uslovi elektrohemijske depozicije (gustina struje, potencijal taloženja, temperatura, pH vrijednost kupatila, mješanje) kao i režim taloženja (konstantna, pulsirajuća, reversna struja) prilikom ispitivanja dvojnih i trojnih legura korišteni su različiti elektroliti sa i bez dodataka, različite gustine struje deponovanja prevlaka, kao i različiti režimi taloženja .

Višeslojne prevlake Zn-Fe različitog sastava sukcesivno nanešene pomoću pulsne strujne režima su pokazale šest puta veću korozionu otpornost u odnosu na odgovarajući monoslojni prevlaku. Višeslojna prevlaka cink–nikl uz korištenje dodatka tiamin-hidrohlora, korištenjem različitih katodnih gustina struje je pokazala za približno 50 puta veću korozionu otpornost u odnosu na monoslojni prevlaku cink–nikal [16].

Radna hipoteza sa ciljem istraživanja

Osnovni cilj ove teze je:

- istraživanje i primjena elektrohemijski deponovanih trojnih legura cinka, uz primjenu različitih strujnih i naponskih režima;
- karakterizacija metalnih prevlaka te ispitivanje korozivne stabilnosti sa ciljem optimizacije postupka i povećanja stepena korozivne zaštite pomoću metalnih prevlaka legura cinka;
- korištenje savremenih postupaka i materijala iz oblasti korozivne zaštite metala .

Imajući u vidu predviđene ciljeve istraživanja definisano je nekoliko osnovnih naučnih

polaznih hipoteza ove doktorske disertacije :

- Prevlake legura cinka dobijene elektrohemijским putem iz kiselih hloridnih kupatila, pokazuju veće vrijednosti korozivne otpornosti u odnosu na one prevlake dobijene iz sulfatnih i pirofosfatnih kupatila;
- Korištenjem pulsnoг strujnoг režima, prilikom elektrohemijske depozicije dvojnih legura cinka i elemenata trijade željeza, nastaju prevlake koje karakterišu sitnozrnasta struktura, manje površinske hrapavosti, a samim tim i poboljšane antikoroziivne osobine;
- Pretpostavka je da se elektrohemijском depozicijom trojne legure Zn-Ni-Co mogu objediniti pozitivne osobine dvojnih legura Zn-Co i Zn-Ni uz primjenu konstantnog i pulsnoг strujnoг režima, te dobiti prevlake poboljšanih antikoroziivnih karakteristika u odnosu na korozivne karakteristike dvojnih legura cinka i elemenata trijade gvožđa;
- Poboljšane osobine elektrohemijски deponovanih prevlaka trojne legure Zn-Ni-Co će eliminisati potrebu za naknadnom elektrohemijском ili hemijском obradom šticeanih metala nakon postupka galvanizacije što u velikoj mjeri pojednostavljuje tehnološki postupak

Materijal i metode rada

U cilju dobijanja odgovarajućih podataka potrebno je izvršiti elektrohemijскую depoziciju legure Zn – Ni - Co korištenjem standarne elektrohemijske ćelije kao i različita laboratorijska ispitivanja korištenjem odgovarajućih mjernih uređaja i instrumenata.

Za eksperimentalni rad potrebno je obezbijediti standardnu elektrohemijскую aparaturu (potenciostat, galvanostat i generator funkcija), odgovarajući anodni i katodni materijal (čelik, platinirani titan) kao i elektrolite za elektrohemijскую depoziciju.

Kao katodni materijal će se koristiti komercijalni čelik (čelični lim) definisanog hemijskog sastava. Anoda je sačinjena od platiniranog titana.

Hemijски sastav i koncentracije pojedinih sastojaka kupatila koja će se koristiti za elektrohemijскую depoziciju trojne legure cinka su dati u narednoj tabeli :

| | g/mol | Kupatilo 1 | <i>Kupatilo 2</i> | Kupatilo 3 |
|---|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | mol/dm ³ | mol/dm ³ | mol/dm ³ |
| ZnCl ₂ | 136.315 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| NiCl ₂ | 129.5994 | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| CoCl ₂ | 129.8392 | 0,01 | 0,04 | 0,07 |
| NH ₄ Cl | 53.49146 | 2,24 | 2,24 | 2,24 |
| KCl | 74.5513 | 1,61 | 1,61 | 1,61 |
| C ₆ H ₇ NO ₃ S | 173.18968 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Gelatin | | 7 g/l | 7 g/l | 7 g/l |

| | g/mol | Kupatilo 4 | Kupatilo 5 | Kupatilo 6 |
|--------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | mol/dm ³ | mol/dm ³ | mol/dm ³ |
| ZnCl ₂ | 136.315 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| NiCl ₂ | 129.5994 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| CoCl ₂ | 129.8392 | 0,01 | 0,04 | 0,07 |
| NH ₄ Cl | 53.49146 | 2,24 | 2,24 | 2,24 |
| KCl | 74.5513 | 1,61 | 1,61 | 1,61 |

| | | | | |
|--|-----------|-------|-------|-------|
| *C ₆ H ₇ NO ₃ S | 173.18968 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Gelatin | | 7 g/l | 7 g/l | 7 g/l |

*Sulfonilna kiselina

Priprema elektrolita će se vršiti u laboratoriju. Za uspješno izvođenje ovih postupaka potrebno je obezbijediti standardnu laboratorijsku opremu kao i hemikalije p.a. čistoće.

Postupak elektrohemijske depozicije se može podijeliti u dvije grupe eksperimenata :

1. Elektrohemijska depozicija uz korištenje konstantne struje različitih vrijednosti gustine struje ($1 - 5 \text{ Adm}^{-2}$)
2. Elektrohemijska depozicija uz korištenje pulsnog strujnog režima različitih vrijednosti odnosa vremena trajanja pulsa i vremena bez strujnog režima.

Nakon elektrohemijskog taloženja legura pristupit će se ispitivanju fizičko - mehaničkih osobina elektrohemijski deponovanih prevlaka, sa posebnim naglaskom na antikorozijske karakteristike u cilju uporedne analize dobijenih vrijednosti i zahtijevanih vrijednosti savremene industrije.

Pod fizičko - mehaničkim karakteristikama podrazumjeva se ispitivanje debljine prevlake, adhezija prevlake, unutrašnja naprezanja u prevlaci, tvrdoća prevlake, zatezna tvrdoća i duktilnost, otpornost na habanje, poroznost, korozija i pukotine u prevlaci, električna otpornost kontakata prevlake i otpornost metala prevlake, sposobnost lemljenja prevlaka.

Analiza korozivne stabilnosti deponovanih legura će se izvršiti na osnovu elektrohemijskih metoda (polarizaciona mjerenja) kao i standardnim metodama ispitivanja korozivne otpornosti (metoda slane komore).

Određivanje potencijala na kojima se dešavaju oksidacioni i redukcionni procesi određivaće se cikličnom voltametrijom.

Karakterizacija dobijenog metalnog depozita će se sprovesti kroz ispitivanje hemijskog i faznog sastava deponovane legure, kristalne strukture, te morfološke i topografske strukture.

Pregled metoda karakterizacije površine deponovanih legura cinka su date u narednoj tabeli :

| Karakteristika | Metoda |
|------------------------------------|--|
| Hemijski sastav legure | Atomska emisiona spektroskopija (AES ili AOS) |
| Fazni sastav i kristalna struktura | Difrakcija rentgenskih zraka (XRD) Ramanska spektroskopija Elektronska spektroskopija X-zracima (XPS) |
| Raspodjela veličine čestica | Difrakcija laserske svjetlosti |
| Morfologija i topografija | Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) Energetska disperziona atomska analiza (EDS) Mikroskopija međuatomskih sila (TEM ili AFM) |

Naučni doprinos istraživanja

Predložena doktorska disertacija obuhvata veoma aktuelna i značajna istraživanja u oblasti elektrohemijskog inženjerstva i tehnologije antikorozijske zaštite.

Naučni doprinos istraživanja je u funkciji razvoja sistema antikorozijske zaštite zasnovane

na elektrohemijskoj depoziciji trojnih legura cinka i elemenata trijade gvožđa kao i analizi korozione stabilnosti metalne prevlake u zavisnosti od različitih uslova provođenja procesa elektrohemijske depozicije. Primjenjene naučne metode kao i rezultati dobijeni u toku izrade ove doktorske disertacije će predstavljati doprinos savremenim naučnim saznanjima iz oblasti elektrohemije kao i efikasnim metodama zaštite od korozije. Neposredni praktični značaj dobijenih rezultata i njihova primena će se prvenstveno ogledati u razvoju novih sistema zaštite od korozije konstruktivnih materijala.

3. OCJENA I PRIJEDLOG

Na osnovu izloženog članovi komisije smatraju da kandidat Saša Mićin, dipl. inž. tehnologije, magistar tehničkih nauka, ispunjava sve Zakonom predviđene uslove za prijavu izrade doktorske disertacije. Predložena istraživanja su naučno i praktično opravdana, a rezultati koji se očekuju doprineće boljem poznavanju korozionih karakteristika elektrohemijski deponovanih trojnih legura cinka, a time i procesima u oblasti elektrohemijskog inženjerstva.

Komisija smatra da izradom ove doktorske disertacije postoje realni uslovi da se očekivani ciljevi ostvare i da se dođe do originalnih naučnih rezultata. U isto vrijeme, članovi komisije smatraju da je predložena tema: „Korozione karakteristike elektrohemijskih prevlaka trojnih legura cinka“, naučno zasnovana i da može biti predmet doktorske disertacije, jer bi očekivani rezultati predstavljali značajan naučni i stručni doprinos daljeg razvoja sistema zaštite od korozije, a u skladu sa zahtjevima savremene industrije.

Zbog toga Komisija smatra da su predložena tema: „Korozione karakteristike elektrohemijskih prevlaka trojnih legura cinka“, kao i kandidat, mr Saša Mićin, dipl. inž. tehnologije podobni, te predlaže Naučno – nastavnom veću Tehnološkog fakulteta u Banja Luci i Senatu Univerziteta u Banjoj Luci da prihvati ovaj Izveštaj i odobri izradu doktorske disertacije.

POTPIS ČLANOVA KOMISIJE



Dr Milan Antonijević, redovan profesor



Dr Miomir Pavlović, redovan profesor



Dr Jelena Penavin-Škundrić, redovan profesor



Dr Rada Petrović, docent



Dr Zora Levi, docent

Bor, 06.05.2013. godine,
Zvornik, 06.05.2013. godine
Banja Luka, 06.05.2013. godine

4. CITIRANA LITERATURA U POGLAVLJU PREGLED ISTRAŽIVANJA

1. O.Kurtz, J.Barthelmes, R.Ruther, F.Lagorce-Broc, M.Ruge, C.Donner, Untersuchung von Korrosionsschutzmechanisme mit Hilfe der Zyklischen Voltammetrie, Galvanotechnik 6/2012, 1209-1218
2. J.B. Bajat Prevlake legura cinka - elektrohemijsko dobijanje i koroziona stabilnost, Savez inženjera i tehničara za zaštitu materijala Srbije, Beograd 2009.
3. Violeta Vasilache, Sonia Gutt, Traian Vasilache, Georg Gutt, The influence of working parameters against composition of zinc-cobalt alloy co-deposited layers, METAL 2010, Roznov pod Radhostem, Czech Republic, EU, 2010,
4. Meysam Heydari Gharahcheshmeh, Mahmoud Heydarzadeh Sohi, Effect of temperature and Co^{2+} concentration of bath on composition of Zn-Co alloy coatings, Majlesi Journal of Mechanical Engineering, 3, 2,(2010).
5. Jelena B.Bajat, Sanja I. Stevanović, Bojan M. Jokić, Microstructure and corrosion behaviour of Zn-Co alloys deposited from three different plating baths, Journal of the Serbian Chemical Society 76, 11 (2011) 1537-1550.
6. Ilija Gadschov, Kathodisches und anodisches Verhalten von Kobalt in schwachsauren Elektrolyten zur Abscheidung von Zinn-Kobalt Legierungen, Galvanotechnik 3/2010, 503-508
7. N. Eliaz, K. Venkatakrishna, A. Chitharanjan Hegde, Electroplating and characterization of Zn-Ni, Zn-Co and Zn-Ni-Co alloys, Surface & Coatings technology 205(2010) 1969-1978.
8. J.B. Bajat, M.D. Maksimović, Elektrohemisko taloženje i koroziona stabilnost prevlaka Zn-Co legura, Zaštita materijala 47 (2006) broj 4, SITS, Beograd 2006.
9. D. Koleva, N. Boshkov, G. Raichevski, L. Veleva, Electrochemical corrosion behaviour and surface morphology of electrodeposited zinc, zinc-cobalt and their composite coatings, Trans. Institute of Metal Finishing 83 (2005) 188.
10. Madiha A.Shoeib, Electrodeposited Zinc/Nickel Coatings – A Review, Galvanotechnik 10(2011)2199-2205
11. J.B. Bajat, S. Stanković, B.M. Jokić, J.Solid State Electrochem.13(2009)755
12. Birgit Sontag, Konstantin Thom, Nina Dambrowsky, Bjorn Dingwerth, Zinc-Nicel Electroplating – Best Suited Electrolytes for a Diversity of Applications, Galvanotechnik 7(2009) 1499-1513
13. Bert Gysen, Anmerkungen zur Zink-Nikel Beschichtung, Galvanotechnik 9/2008, 2172-2176
14. Kei Higashi, Yasunori Hayashi, Hisaaki Fukushima, Tetsuya Akiyama, Hideki Hagi, A fundamental study of corrosion-resistant zinc-nicel electroplating (Nickel institute, 1990).
15. Anand Durairajan, Bala S. Haran, Ralph E. White, Branko N. Popov, Development of a new electrodeposition process for plating of Zn-Ni-X (X= Cd, P) alloys : I. Corrosion characteristics of Zn-Ni-Cd ternary alloys, Journal of the Electrochemical Society, (2000) 1781-1786.
16. Subbaiah YOGESHA, Ampar Chitharanjan Hegde Development of Composition Modulated Multilayer Alloy Coatings and their Corrosion Behavior, Journal of Metals, Materials and Minerals, 21,1 (2011) 83-92.