

PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	mr Stojan Božović
Fakultet	Metalurško - tehnološki fakultet Podgorica
Studijski program	Hemijska tehnologija
Broj indeksa	1/16
Ime i prezime roditelja	Milorad Božović
Datum i mjesto rođenja	11.10.1990., Nikšić, Crna Gora
Adresa prebivališta	Gornje Polje bb, Vir Vidrovan 81400 Nikšić, Crna Gora
Telefon	067/499-528
E-mail	stojan.bozovic90@yahoo.com
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	Master studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu - smer hemijsko inženjerstvo, 02.07.2015., 8,22 Specijalističke studije na Metalurško - tehnološkom fakultetu u Podgorici - Univerzitet Crne Gore- smjer hemijska tehnologija- organsko usmjerenje, 11.10.2013., 7,87 Osnovne studije na Metalurško - tehnološkom fakultetu u Podgorici -Univerzitet Crne Gore - smjer hemijska tehnologija, 26.06.2012., 6,94
Radno iskustvo	P.Z.U. Apoteka Lijek Podgorica- pripravnik preko Programa stručnog osposobljavanja 15.01.2014.- 15.10.2014.
Popis radova	Stojan Božović, Sanja Martinez, Veselinka Grudić, Aleksandra Gezović, Sinergijski efekt propolisa, tanina i benzoata na korozijsko ponašanje metala u 0,51M NaCl, 23. Međunarodno savjetovanje o zaštiti materijala i industrijskom finišu, KORMAT 2018, Zagreb, 25.04.2018., 102-111 (recenziran)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	„Sinergijski efekat ekološki prihvatljivih inhibitora na antikorozijsku zaštitu u hloridnom medijumu”
Na engleskom jeziku	"Synergic effect of environmentally acceptable inhibitors on anticorrosion protection in the chloride medium"
Obrazloženje teme	
U pozadini brojnih ekoloških katastrofa koje su se događale u prošlosti, a događaju se i danas u industrijama svijeta nalazi se korozija [1, 2]. Ovaj fenomen, prisutan svuda, se ne može zaustaviti, ali se može spriječiti. Metal se može zaštititi od korozije različitim metodama, a najčešći načini zaštite su elektrohemijska zaštita (katodna i anodna zaštita), zaštita obradom korozione sredine (inhibitori i sl.), zaštitnim prevlakama, zaštita konstrukcionim metodama i izborom konstrukcionih materijala otpornih na koroziju [2].	

Između svih nabrojanih metoda, danas se za prevenciju i kontrolu korozije sve više upotrebljavaju inhibitori. Korozioni inhibitori su takve supstance koje se fizičkim, fizičko-hemijskim ili hemijskim vezama vežu za površinu metala formirajući tanak film koji je najčešće mononuklearan i uspješno smanjuje brzinu korozije [3,4].

Primjena inhibitora korozije afirmisala se na mnogim tehničkim područjima, gdje se druge metode zaštite od korozije (npr. prevlačenje) nijesu pokazale uspješnim. Oni se koriste u sistemima za grijanje i hlađenje, u parnim kotlovima, pri dobijanju i preradi nafte i gasa, u hemijskoj industriji, pri hlađenju i podmazivanju tokom obrade rezanjem, pri kiselinskom nagrizanju metalnih predmeta, za zaštitu čelične armature u betonu itd. [5,6]. Osim što se inhibitorima postižu značajne uštede i omogućuje kvalitetniji rad, oni služe i za sprječavanje pukotina zbog naponske korozije, vodonične bolesti metala i korozionog zamora, a naročito su pogodni za zaštitu od korozije unutrašnjosti cijevi i drugih šupljih predmeta za vrijeme njihove upotrebe ili skladištenja [5].

Mnogi inhibitori koji su se uspješno koristili dugi niz godina su neorganske soli ili organska jedinjenja s toksičnim svojstvima i ograničenom primjenom. Od 1980. godine veća se pažnja posvećuje uticaju inhibitora na životnu sredinu i ljudsko zdravlje, pa se danas uglavnom koriste inhibitori prihvatljivi za okolinu kao što su: tanini, prirodni polimeri i ekstrakti biljaka [7,8]. Ekstrakti lišća, sjemena i korijena različitih biljaka i voća pokazali su se efikasnim korozionim inhibitorima u različitim agresivnim sredinama [9-12].

Jedinjenja koja se ispituju kao inhibitori korozije biraju se prije svega na osnovu njihove strukture i hemijskog sastava. Dobre inhibitorske osobine posjeduju inhibitori koji u svom sastavu imaju heteroatome (atomi sumpora, azota, kiseonika), koji imaju jak afinitet prema metalima što omogućava lakšu adsorpciju organskih molekula na površinu metala, kao i lakše građenje zaštitnih filmova.

Cilj ove doktorske disertacije je ispitivanje sinergijskog efekta tri ekološki prihvatljiva inhibitora (propolisa, tanina i natrijum benzoata) uz dodavanje polietilen glikola (PEG-a) i skroba kao emulgatora na inhibiciju korozije metala i legura u neutralnoj hloridnoj sredini i određivanje optimalne koncentracije inhibitora pri kojoj oni pokazuju najveću efikasnost.

Tanini spadaju u grupu netoksičnih, biorazgradivih organskih jedinjenja. To su polifenoli biljnog porijekla koji se obično dobijaju iz kore drveća kao što su mimoza, kesten i sl. Osnovne komponente tanina su: šećeri, galna kiselina i flavonoidi [13]. Zbog blizine hidroksilnih grupa na aromatičnim prstenovima u stanju su da formiraju helate sa metalnim kationima, što ih čini efikasnim inhibitorima korozije metala u kiseloj sredini [13-16].

Natrijum benzoat je bezbojna supstanca koja se koristi pri konzerviranju hrane. To je so benzojeve kiseline koja se dobija reakcijom benzojeve kiseline sa natrijum hidroksidom. Natrijum benzoat se primjenjuje kao inhibitor korozije metala i legura. Mehanizam inhibicije korozije benzoatom nije sasvim rasvijetljen, ali se smatra da inhibira koroziju adsorpcijom na površini metala formirajući zaštitni film koji sprječava prolaz agresivnih jona [17-19].

Propolis je smolasta supstanca, koju pčele sakupljaju sa listova i stabala biljaka i drveća i predstavlja mješavinu pčelinjeg voska, polena i enzima. Sastav propolisa varira zavisno od vegetacije, vremena i područja sakupljanja. Opšte je prihvaćeno da propolis sadrži: 50% smole, 30% voska, 10% esencijalnih i aromatičnih ulja, 5% polena i 5% drugih supstanci, najčešće flavonoida. Pretpostavlja se da flavonoidi, koji su prisutni u propolisu imaju jako dobra antioksidativna svojstva [20]. Zahvaljujući hemijskom sastavu propolis djeluje kao inhibitor korozije metala tako što se adsorbuje na metalnoj površini [21-25].

Zahvaljujući osobinama polimera kao što: biorazgradivost, netoksičnost, dostupnost, obnovljivost, rastvorljivost u vodi i sl. upotreba polimernih materijala (prirodnih i sintetičkih) u kontroli korozije metala i legura u različitim agresivnim sredinama postala je vrlo aktuelna [26]. Polimeri i njihove smješe su efikasniji inhibitori korozije u odnosu na jednostavna organska

jedinjenja jer posjeduju višestruke funkcionalne i supstituentne grupe koje djeluju kao donori ili akceptor elektrona. Inhibitorsko dejstvo polimera se objašnjava formiranjem kompleksnih jedinjenja sa jonima metala koji predstavljaju zaštitni film na površini [27].

Polietilen glikol (PEG) je biopolimer koji djeluje kao plastifikator. Ova biopolimerna tečna supstanca se zbog svoje netoksičnosti primjenjuje u različitim proizvodima te ima značajnu primjenu u formiranju prevlaka koje se nanose na različitim površinama u vodenim i nevodenim sredinama. Odabran je kao dodatak inhibitorskoj smjesi jer se očekuje da će uticati na povećanje inhibicione efikasnosti ispitivanih inhibitora promjenom svojstava formiranog inhibitorskog sloja [28].

Skrob je prirodni biopolimer, koji u svojoj strukturi sadrži od 20 do 25 % amiloze i od 70 do 75 % amilopektina [33]. Poznato je da na površini elektrode formira film, koji predstavlja barijeru za ulazak kiseonika iz vazduha, kao i prolazak kapljica vodene pare, što efikasno utiče na inhibiciju korozije. Zbog toga je i odabran kao komponenta smješe u cilju poboljšanja inhibicionih svojstava korišćenih inhibitora.

Dodatno, skrob i PEG mogu djelovati kao emulgatori koji potpomažu ravnomjernu raspodjelu propolisa u rastvoru.

Novina ove disertacije je to što je ispitivano sinergijsko dejstvo smješe od pet komponenti kao inhibitora korozije metala i legura (bakar, aluminijum, cink, kalaj, čelik) u neutralnoj sredini, dok je u većini ranijih radova ispitivana inhibicija korozije u kiseloj sredini i s manjim brojem komponenti.

Sinergijsko dejstvo hemijskih jedinjenja je veoma važno u procesu inhibicije korozije metala i legura i služi kao osnova za većinu savremenih smješa koje se koriste kao inhibitori korozije [35]. Sinergizam omogućava veću efikasnost i pri niskim koncentracijama primijenjenih inhibitora [36,37].

Metali i legure su tokom primjene često izloženi dejstvu agresivne sredine kao rezultat čega dolazi do njihove korozije. Stoga je sprječavanje korozionog propadanja metala i legura izuzetno važno, a primjena inhibitora korozije u ovoj oblasti se pokazala kao veoma uspješna. Istraživanje inhibicije korozije metala i legura, kao i iznalaženje prirodnih inhibitora ili njihove smješe koja će pri optimalnim koncentracijama imati efikasnost komercijalno dostupnih inhibitora ja značajno prije svega za njihovu praktičnu primjenu.

Pregled istraživanja

Na osnovu do sada pregledane literature iz odabrane oblasti istraživanja, pokazalo se da je velika pažnja poklonjena elektrohemijском i korozionom ponašanju metala i legura, kao i njihovoj antikorozionoj zaštiti u različitim agresivnim sredinama. Tokom ispitivanja ponašanja metala u različitim sredinama i pri različitim uslovima korišćene su elektrohemijske eksperimentalne metode.

Kao potencijalni inhibitori korozije metala izučavana su organska jedinjenja u različitim sredinama: kiselim, neutralnim i alkalnim.

Pregled literature pokazuje da su tanini efikasni anodni inhibitori korozije bakra u hloridnim rastvorima. Kompleksno jedinjenje nastalo reakcijom jona bakra i tanina formira zaštitni film na površini bakra koji sprječava njegovo dalje rastvaranje [13,14]. Oki i saradnici [15] su inhibiciju korozije čelika taninom u rastvoru HCl objasnili formiranjem sloja tanata na površini. Tanini su poznati i kao konvertori rđe, jer imaju sposobnost pretvaranja rđe u tanate [16].

Kahraman je istražujući atmosfersku koroziju čelika konstatovao da se natrijum benzoatom može uspješno spriječiti korozija, ali i da su performanse ovog inhibitora u velikoj mjeri vremenski zavisne [15]. Rafi i saradnici [16] su ustanovili značajno veću efikasnost natrijum benzoata kao inhibitora korozije Al - kompozita u rastvoru H_3BO_3 nego u rastvoru NaCl.

Prisustvo hloridnih jona ne samo da smanjuje sloj oksida na površini legure, već je i adsorbovani sloj benzoata manje efikasan.

Dejstvo propolisa kao inhibitora korozije metala i legura (čelika, bakra, aluminijuma, bronz) je predmet istraživanja brojnih autora [21 - 25]. Pokazano je da propolis, mehanizmom fizičke adsorpcije na površini, efikasno sprječava koroziju čelika u kiseloj i neutralnoj sredini. Efikasnost zaštite raste sa porastom koncentracije i opada sa porastom temperature [21,22]. Slično ponašanje propolisa kao inhibitora korozije legure Al u rastvoru HCl potvrdili su i Hachelef i saradnici metodom elektrohemijske impedansne spektroskopije [23]. Dostupni literaturni podaci ukazuju da je propolis efikasan inhibitor korozije legura bakra u jako kiseloj sredini, kao i da njegovo zaštitno dejstvo u velikoj mjeri zavisi od vremena dejstva elektrolita [24,25].

Polietilen glikol je efikasan inhibitor korozije legura aluminijuma [29], olova [23], čelika [28, 31]. Zahvaljujući polimernoj strukturi PEG sadrži više različitih funkcionalnih grupa koje mu omogućavaju lakšu adsorpciju na površini metala, a time i efikasnu zaštitu od dejstva agresivne sredine. Osim toga, poznato je PEG kao dodatak elektrolitu pospješuje dejstvo inhibitora, olakšavajući njegovu depoziciju na površini metala [32].

Skrob je prirodni polimer, koji se takođe lako adsorbuje na površini metala i stvara zaštitne filmove [29, 30]. I pored dostupnosti i ekološke prihvatljivosti, upotreba skroba kao inhibitora korozije još uvijek je minimalna. Stoga je i mehanizam njegovog djelovanja, posebno u neutralnoj sredini nerazjašnjen.

Pregledom literature konstatovano je da djelovanje navedenih inhibitora u oblasti antikorozone zaštite metala i legura u neutralnim hloridnim rastvorima nedovoljno istraženo, tako da nema podataka o njihovoj efikasnosti i mehanizmu djelovanja u takvim uslovima. Takođe, dostupni literaturni podaci govore o inhibicionom dejstvu pojedinačnih inhibitora, dok je njihov mogući sinergijski efekat ostao nerazjašnjen.

Za praktičnu primjenu inhibitora veoma je značajna i vremenska stabilnost adsorbovanog sloja na površini metala. Literaturni podaci o stabilnosti zaštitnog filma inhibitora korišćenih u ovom radu na površini metala i legura su veoma oskudni, pa i zadržavanje inhibitorskog sloja na površini metala predstavlja značajnu komponentu istraživanja. Nadalje, o uticaju hidrodinamičkih uslova na efikasnost antikorozone zaštite ima vrlo malo podataka, pa će se i ovom aspektu posvetiti pažnja.

Cilj i hipoteze

Cilj ove disertacije je smanjenje brzine korozije metala u neutralnom hloridnom medijumu do prihvatljivo niske vrijednosti sinergijskim djelovanjem ekološki prihvatljivih inhibitora (propolisa, tanina i natrijum benzoata) uz dodavanje polietilen glikola (PEG-a) i skroba kao emulgatora. Određivanje optimalne koncentracije pri kojoj se postižu najbolji rezultati i određivanje vremena dugotrajnosti zaštite je takođe predmet ovog istraživanja. Takođe će biti proučavana i zavisnost efikasnosti ispitivane smjese inhibitora od temperature kako bi se odredili kinetički parametri procesa korozije. Analiziraće se adsorpcione izoterme, s ciljem pronalaženja modela koji najbolje opisuje proces adsorpcije inhibitora, a dobijeni rezultati koristiće se za određivanje ključnih termodinamičkih parametara procesa adsorpcije inhibitora. U literaturi je pronađeno da propolis svoje inhibitorsko dejstvo ispoljava tako što se adsorbuje na površini metala, tanin ispoljava inhibitorsko dejstvo tako što formira sloj željeznog tanata na površini metala, dok benzoat svoje inhibitorsko dejstvo ispoljava tako što pasivira površinu metala. Pošto se literaturni podaci uglavnom odnose na efikasnost navedenih inhibitora u kiseloj sredini, neophodno je eksperimentima potvrditi hipotezu rada, odnosno pokazati da se sinergijskim djelovanjem inhibitora postiže zadovoljavajuća efikasnost u neutralnim hloridnim rastvorima.

Miješanje rastvora poboljšava disperzibilnost propolisa, a time i njegovu inhibitorsku efikasnost. Dodatkom skroba i PEG kao emulgatora postići će se zadovoljavajuća depozicija i iz mirnog rastvora, što takođe predstavlja jednu od hipoteza rada. Naime, treba dokazati i hipotezu da je inhibicija korozije efikasna i u protočnom i u mirnom sistemu, što je veoma značajno za efikasnu šaržnu primjenu istraživanih inhibitora u protočnim sistemima. S obzirom na značaj metala i legura i na njihovu čestu primjenu u neutralnom hloridnom medijumu, sasvim je opravdano posvetiti se ispitivanju u ovoj oblasti

Materijali, metode i plan istraživanja

Za elektrohemijska ispitivanja koristiće se uređaj Palm Sens 3, koji je povezan sa računarom, odnosno softverom za elektrohemijska ispitivanja PC Trace 3.5. Mjerenja će se vršiti u troelektrodnom sistemu. Kao radna elektroda koristiće se valjkasti uzorak metala, koji je prethodno zalemljen za izolovanu bakarnu žicu, kako bi se ostvario dobar električni kontakt i sa svih strana izolovan polimernom masom. Radnu elektrodu predstavljaje neizolovana baza valjka koja će biti u kontaktu sa elektrolitom. Površina elektrode iznosi $0,2 \text{ cm}^2$. Elektroda će prije mjerenja biti mehanički očišćena brušenjem brusnim papirima finoće 240, 600 i 800, zatim ultrazvučno odmašćena u etanolu i isprana redestilovanom vodom, pa uronjena u radni elektrolit. Zasićena kalomelova elektroda služiće kao referentna. Kao pomoćna elektroda koristiće se super čisti grafit valjkastog oblika. Sve vrijednosti potencijala u radu biće prikazane u odnosu na zasićenu kalomelovu elektrodu (ZKE).

Od elektrohemijskih metoda koristiće se sljedeće metode:

- Metoda linearne polarizacije u intervalu potencijala $\pm 250 \text{ mV}$ u odnosu na potencijal otvorenog kola pri brzini skeniranja od 1 mV/s u mirnom rastvoru, kao i u rastvoru sa miješanjem pri brzinama od 100, 250, 450 i 700 o/min ,
- Elektrohemijska impendansna spektroskopija (EIS) u frekvenciji od 1 mHz do 50 kHz u mirnom rastvoru, nakon 24 h stajanja u čistom $0,51 \text{ M NaCl}$ bez inhibitora i sa inhibitorima. Nakon toga elektrode sa formiranim slojem premjestiće se u $0,51 \text{ M NaCl}$, pri čemu će mjerenja elektrohemijskom impendansnom spektroskopijom biti vršena u mirnom rastvoru, dok će linearna polarizacija biti primijenjena u mirnom rastvoru, kao i u rastvoru sa miješanjem pri navedenim brzinama.

Za praćenje brzine korozije u dužem vremenskom periodu koristiće se ručni MS1500L uređaj za koroziona ispitivanja (RCSL) povezan na LPR probu Model 2000, sa dva metalna pina. Ovom metodom mjeriće se brzina korozije i piting korozije. Pinovi se prije upotrebe mehanički obrađuju brušenjem brusnim papirom finoće 240 i nakon toga ultrazvučno odmašćuju etanolom, pa zatim isperu redestilovanom vodom. Pinovi se potapaju u rastvor $0,51 \text{ M NaCl}$ bez inhibitora, kao i sa inhibitorima i ostavljaju da stoje 24 h, nakon čega se na njima formira sloj. Potom se sa slojem prebacuju u $0,51 \text{ M NaCl}$, pri čemu se vrše mjerenja u mirnom rastvoru, kao i u rastvoru sa miješanjem pri brzinama od 90 do 150 o/min

Ispitivanja će se vršiti u rastvoru $0,51 \text{ M NaCl}$ bez prisustva inhibitora, kao i u prisustvu inhibitora: propolisa, tanina i natrijum benzoata pojedinačno i u smješi sva tri inhibitora sa i bez dodatka polietilen glikola (PEG-a) i skroba kao emulgatora. Istraživanja će se sprovoditi u mirnom rastvoru, kao i u rastvoru sa miješanjem pri različitim brzinama.

U cilju ispitivanja osobina oksidnog sloja bez i u prisustvu inhibitora biće snimani FTIR spektri korišćenjem Perkin Elemer spektrometra Spectrum One. Spektri će biti dobijeni u području od 400 do 4000 cm^{-1} , rezolucijom skeniranja 4 cm^{-1} . Peleti koji će biti korišćeni kao uzorci za snimanje dobijaju se u kalupu pomoću hidraulične prese. Uzorci će se praviti skidanjem korozionih produkata sa površine čeličnih pločica trljanjem sa 350 g KBr , koji će predstavljati nosač.

Metodom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM) biće snimani optički izgled površine uzoraka izloženih dejstvu čistog $0,51 \text{ M NaCl}$, kao i rastvoru NaCl sa navedenim inhibitorima,

, pri uvećanjima od 10x, 35x, 100x, 1000x, 2000x i 5000x, nakon čega će pomoću EDX metode biti određeni elementi koji su prisutni u uzorcima.

Pored navedenih metoda vršiće se i sljedeća istraživanja: ispitivanje u slanoj komori, XRD metoda, ispitivanje dugotrajnosti zaštite elektrode najdjelotvornijom kombinacijom inhibitora i mjerenje koncentracije metala u elektrolitu pomoću spektrofotometrije - ICP-MS.

Svi eksperimenti biće urađeni na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu, koji posjeduje opremu za navedena ispitivanja.

Očekivani naučni doprinos

Tokom istraživanja ponašanja metala i legura u rastvoru NaCl očekuje se naučno objašnjenje za optimalnu smjesu inhibitora kojom će se pri niskim koncentracijama dostići efikasnost komercijalno dostupnih inhibitora. Naime, na osnovu elektrohemijskih ispitivanja koja će biti sprovedena odrediće se mehanizam interakcije inhibitora i površine elektrode. Zaštitna barijera može biti formirana adsorpcijom molekula inhibitora na površini metala ili formiranjem nerastvornih kompleksa na površini elektrode. U oba slučaja dolazi do formiranja barijere između površine elektrode i agresivnih jona koji mogu izazvati rastvaranje legure. Svi inhibitori koji će biti ispitivani su ekološki prihvatljivi i u svojoj molekularnoj strukturi sadrže heteroatome, kao što su: azot, sumpor i kiseonik, čije prisustvo poboljšava inhibiciona svojstva inhibitora. Pored toga, očekuje se da istraživana smjesa inhibitora uz dodatak emulgatora efikasno inhibira koroziju u mirnom i miješanom rastvoru, čime bi se dokazala efikasna primjena inhibitora za sprječavanje korozije u stacionarnim i protočnim sistemima izgrađenim od metala, što otvara značajnu mogućnost za primjenu u industriji.

Spisak objavljenih radova kandidata

Stojan Božović, Sanja Martinez, Veselinka Grudić, Aleksandra Gezović, Sinergijski efekt propolisa, tanina i benzoata na korozijsko ponašanje metala u 0,51M NaCl, 23. Međunarodno savjetovanje o zaštiti materijala i industrijskom finišu, KORMAT 2018, Zagreb, 25. 04. 2018., 102-111 (recenziran)

Popis literature

- 1.I. Esih, Z. Dugi, Tehnologija zaštite od korozije I, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- 2.E. Stupnišek-Lisac, Korozija i zaštita konstrukcijskih materijala, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2007.
3. M. Gojić, Površinska obradba materijala, Denona d.o.o., Zagreb, 2010.
4. J. T. Nwabanne, V. N. Okafor, Inhibition of the corrosion of mild steel in acidic medium by *Vernonia Amygdalina*: Adsorption and thermodynamics study, Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences **2** (2011) 4, 619-625.
5. E. E. Oguzie, Corrosion inhibitive effect and adsorption behaviour of *Hibiscus Sabdariffa* extract on mild steel in acidic media, Portugaliae Electrochimica Acta **26** (2008) 303-314.
6. I. Juraga, V. Šimunović, I. Stojanović, Primjena inhibitora u zaštiti od korozije u brodogradnji, Opatija, Sorta 2006.
7. A. Y. El-Etre, M. Abdallah, Natural honey as corrosion inhibitor for metals and alloys. II. C-steel in high saline water, Corrosion science **42** (2000) 731-738.
8. A. M. Abdel-Gaber, B. A. Abd-El-Nabey, I. M. Sidahmed, A. M. El-Zayady, M.Saadawy, Inhibitive action of some plant extracts on the corrosion of steel in acidic media, Corrosion Science **48** (2006) 2765-2779.
9. S. T. Arab, A. M. Al-Turkustani, R. H. Al-Dhahiri, Synergistic effect of *Azadirachta Indica* extract and iodide ions on the corrosion inhibition of aluminium in acid media, Journal of the Korean Chemical Society **52** (2008) 3, 281-294.

10. O. K. Abiola, A. O. James, The effects of *Aloe vera* extract on corrosion and kinetics of corrosion process of zinc in HCl solution, *Corrosion Science* **52** (2010) 661-664.
11. A. Y. El-Etre, Inhibition of acid corrosion of carbon steel using aqueous extract of olive leaves, *Journal of Colloid and Interface Science* **314** (2007) 578-583.
12. L. R. Chauhan, G. Gunasekaran, Corrosion inhibition of mild steel by plant extract in dilute HCl medium, *Corrosion Science* **49** (2007) 1143-1161.
13. J. Mabrouk, M. Akssira, M. Azzi, M. Zertoubi N Saib, A Messaoudi, A Albizane and S Tahiri, Effect of vegetal tannin on anodic copper dissolution in chloride solutions *Corros. Sci.*, **46** (2004) 1833.
14. A. M. Shah , A. A. Rahim, S. A. Hamid and S. Yahya, Green Inhibitors for Copper Corrosion by Mangrove Tannin, *Int. J. Electrochem. Sci.*, **8** (2013) 2140 - 2153
15. Makenjuola O., Ebitei C., Collins A., Tambari K. O., Corrosion Inhibition of Mild Steel in Hydrochloric Acid by Tannins from *Rhizophora Racemosa*, *Materials Sciences and Applications*, **2** (2011) 592-595
16. A. A. Rahim, M. J. Kassim, E. Rocca and J. Steinmetz, Mangrove (*Rhizophora apiculata*) tannins: an eco-friendly rust converter, *Corrosion Engineering, Science and Technology* **4** (2011) 425 -430
17. Sibel ZOR, The Effects of Benzoic Acid in Chloride Solutions on the Corrosion of Iron and Aluminum, *Turk J Chem* **26** (2002) , 403 - 408.
18. Ramazan Kahraman, Inhibition of Atmospheric Corrosion of Mild Steel by Sodium Benzoate Treatment, *Journal of Materials Engineering and Performance* **11**, (2002) 46 -50
19. Rafi D., Shafqat Q.A., Shahzad M., Ahmad E., Asghar Z., Rafiq N., Qureshi A.H., Syed W., Pasha R., Inhibitor effects of sodium benzoate on corrosion resistance of Al6061-B4C composites in NaCl and H₃BO₃ solutions, *Materials Research Express*, **3** (2016)
20. Rebiai A., Lanez T., Belfar M.L. Total polyphenol contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Algerian propolis. *Int J Pharm Pharm Sci*, 2014, **6** (1), 395-400
21. Fouda A.S., Badr H., Aqueous extract of propolis as corrosion inhibitor for carbon steel in aqueous solutions, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, **7** (2013) 350-359
22. Femiana Gapsari, Rudy Soenoko, Agus Suprpto, and Wahyono Suprpto, Bee Wax Propolis Extract as Eco-Friendly Corrosion Inhibitors for 304SS in Sulfuric Acid, *International Journal of Corrosion*, 2015
23. Hachelef H., Benmoussat A., Khelifa A., Athmani D., Bouchareb D., Study of corrosion inhibition by electrochemical impedance spectroscopy method of 5083 aluminum alloy in 1 M HCl solution containing propolis extract, *J. Mater. Environ. Sci.*, **7** (2016) 1751
24. Simona Varvara, Roxana Bostan, Otilia Bobis, Luiza Gaina, Florin Popa, Vicente Mena, Ricardo M. Souto, Propolis as a green corrosion inhibitor for bronze in weakly acidic solution, *Applied Surface Science* **426** (2017) 1100–1112
25. Hachelef H., Benmoussat A., Khelifa A., Meziane M., Study of the propolis extract as a corrosion inhibitor of copper alloy in ethylene glycol / water 0.1 M NaCl, *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, **9** (2017) 650-658
26. D. E. Arthur et al., A review on the assessment of polymeric materials used as corrosion inhibitor of metals and alloy, *International Journal of Industrial Chemistry*. **4**(2) (2013) 1-9.
27. S. Rajendran et al. , Corrosion behaviour of carbon steel in polyvinyl alcohol, *Anti-Corrosion Methods Mater.* **52** (2005) 102-107
28. Deyab M.A., Sayed S., M. Abd El-Rehim, Influence of Polyethylene Glycols on the Corrosion Inhibition of Carbon Steel in Butyric Acid Solution: Weight Loss, EIS and Theoretical Studies, *Int. J. Electrochem. Sci.*, **8** (2013) 12613 – 12627

29. M. Abdallah, H.E. Megahed, M. A. Radwan , E. Abdfattah, Polyethylene Glycol Compounds As Corrosion Inhibitors for Aluminium in 0.5M Hydrochloric Acid Solutions, *Journal of American Science* 2012;8(11)
30. Vani R, Praveen B M and Girish Kumar, POLYETHYLENE GLYCOL AS A CORROSION INHIBITOR FOR LEAD AND LEAD FREE SOLDERS IN ACIDIC MEDIUM, *Int. J. Mech. Eng. & Rob. Res.* 2015
31. Jafar Ghani Majeed and Basim Ajel Sadkhan, Comparison Of The Corrosion Inhibition Efficiencies Of Low Carbon Steel In Different Acidic Mediums Using Some Polyethylene Glycols, *Journal of Engineering and Development*, Vol. 17, No.4, October 2013, ISSN 1813-7822
32. X. Y. Wang, J. M. Wang, Q. L. Wang, H. B. Shao and J. Q. Zhang, The effects of polyethylene glycol (PEG) as an electrolyte additive on the corrosion behavior and electrochemical performances of pure aluminum in an alkaline zincate solution, *Materials and Corrosion* 2011, 62, No. 12
33. Charitha B.P, Padmalatha R., Starch as an ecofriendly green inhibitor for corrosion control of 6061- Al alloy, *J. Mater. Environ. Sci.* 8 (2017) 78- 89
34. Nwanonenyi S.C., Ogbobe O., and Oguzie E.E., Protection of Mild Steel Corrosion in Sulphuric Acid Environment Using Wheat Starch, *International Journal of Engineering and Technologies*, 2017, Vol. 10, pp 11-21
35. Roland Tolulope Loto, Anti-corrosion performance of the synergistic properties of benzenecarbonitrile and 5-bromovanillin on 1018 carbon steel in HCl environment, *SCIENTIFIC REPORTS* 7: 17555
36. A.Y. Musa, A.B. Mohamad, A.B., A.A.H. Kadhum, M.S. Takriff, L.T. Tien, Synergistic effect of potassium iodide with phthalazone on the corrosion inhibition of mild steel in 1.0 M HCl *Corros. Sci.* 53 (2011) 3672
37. K. T. Kim, H. Y. Chang, B. T. Lim, H. B. Park and Y. S. Kim, New Mechanism on Synergistic Effect of Nitrite and Triethanolamine Addition on the Corrosion of Ductile Cast Iron, *Adv. Mater. Sci. Eng.*, (2016). pp. 1-14

SAGLASNOST PREDLOŽENOG/IH MENTORA I DOKTORANDA SA PRIJAVOM		
Odgovorno potvrđujem da sam saglasan sa temom koja se prijavljuje.		
Prvi mentor	dr Veselinka Grudić	<i>V. Grudić</i>
Drugi mentor	dr Sanja Martinez	<i>Ms</i>
Doktorand	mr Stojan Božović	<i>Stojan Božović</i>
IZJAVA		
Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavio/la ni na jednom drugom fakultetu.		
U Zagrebu, 22.05.2018.		
		Ime i prezime doktoranda Stojan Božović



UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
HEMIJSKA TEHNOLOGIJA

Broj dosijea: 1/2016

Na osnovu člana 165 Zakona o opštem upravnom postupku ("Službeni list RCG" br. 60/03) i službene evidencije, a po zahtjevu Božović Milorad Stojan, izdaje se

POTVRDA O STUDIRANJU

Student **Božović Milorad Stojan**, rođen **11-10-1990** godine u mjestu **Nikšić**, opština **Nikšić**, Republika **Crna Gora**, upisan je studijske **2016/2017** godine, u **I** godinu studija, kao student koji se **samofinansira** na **akademske doktorske studije**, studijski program **HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**, koji realizuje **METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET** - Podgorica Univerziteta Crne Gore u trajanju od **3 (tri)** godine sa obimom **180 ECTS** kredita.

Studijske **2017/2018** godine prijavio je *da sluša* **1** predmeta sa **24.00** (dvadesetčetiri) ECTS kredita.

Po prvi put iz **II (druge)** godine, prijavio je *da sluša* **0** predmeta sa **0.00** (nula) ECTS kredita, što iznosi 0.00% od ukupnog broja ECTS kredita u **II** godinu.

Saglasno Statutu Univerziteta Crne Gore, **Božović Milorad Stojan** je po prvi put prijavio *da sluša* **manje od 2/3**, odnosno **66,67% (šezdesetšest 67/100 %)**, od ukupnog broja ECTS kredita sa **II** godine i studijske **2017/2018** nema status redovnog studenta koji se **samofinansira**.

Uvjerenje se izdaje na osnovu službene evidencije, a u svrhu ostvarivanja prava na: (dječji dodatak, porodičnu penziju, invalidski dodatak, zdravstvenu legitimaciju, povlašćenu vožnju za gradski saobraćaj, studentski dom, studentski kredit, stipendiju, regulisanje vojne obaveze i slično).

Broj:
Podgorica, 23.05.2018 godine



39
SEKRETAR,



MATIČNI LIST

Broj indeksa: 1 / 16

Prezime i ime: **Božović Stojan**

Broj indeksa: 1 / 16

Status: **Student**

Prosjeak studija: **7.20** (6 predmeta)

Godina: I		Prosjeak na godini: 7.20 (6 predmeta)			
Predmet	Semestar	Plan	Datum ispita	Ocjena	ECTS
1. ELEKTROHEMIJA RASTOPA	1	2012	06-02-2017	D (zadovoljavajući)	6.00
2. FENOMENI PRENOSA	1	2012	06-02-2017	D (zadovoljavajući)	8.00
3. HEMIJSKA KINETIKA	1	2012	21-03-2017	D (zadovoljavajući)	8.00
4. HEMIJSKA TERMODINAMIKA - VIŠI KURS	1	2012	21-03-2017	E (dovoljan)	8.00
5. DOKTORSKI RAD	2	2012			24.00
6. ELEKTROHEMIJSKI IZVORI STRUJE - GORIVNI SPREGOVI	2	2012	06-07-2017	B (vrlo dobar)	6.00

60.00

Ostvareni uspjeh u toku dosadašnjih studija: *Božović Stojan* evidencioni broj: 1 / 16

- od ukupno **60.00** ECTS kredita osvojeno je **36.00** ili **60.00** %
- sa srednja ocjena položenih ispita "**D**" (**7.11**)
- indeks uspjeha **4.27**.