

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata **Sladane Lj. Maslovara** za izradu doktorske disertacije Odlukom br. 35/102 od 09.04.2015. godine, imenovali smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Sladane Lj. Maslovara, master hemijskog inž. tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Uticaj trokomponentnih jonskih aktivatora na povećanje energetske efikasnosti alkalnog elektrolizera**“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Sladana Maslovara, rođena 07.06.1987 u Beogradu. Završila Treću beogradsku gimnaziju, prirodno-matematičkog smera. 2006. godine je upisala Tehnološko-metalurški fakultet, smer Hemijsko inženjerstvo. Osnovne studije je završila 2010. i stekla zvanje diplomiranog inženjera tehnologije-hemijska tehnologija. Odbranila je Završni rad sa temom „Energetsko i ekonomsko poboljšanje procesa sinteze metanola primenom Pinch metodologije“ koji je ocenjen ocenom 10. Master studije je upisala u septembru 2010 na Tehnološko-metalurškom fakultetu, smer Hemijsko inženjerstvo i završila u junu 2011. Prva od svoje generacije je stekla zvanje Master inženjera tehnologije- Master hemijskog inženjera. Odbranila je Master rad sa temom „Ispitivanje mogućnosti povećanja energetske efikasnosti procesa elektrolitičkog dobijanja vodonika primenom katalizatora na bazi prelaznih metala“ sa ocenom 10.

Doktorske studije na Studijskom programu Hemijsko inženjerstvo, Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, upisala je školske 2011/2012. godine. Položila je dvanaest ispita predviđenih planom i programom, uspešno prošla proveru znanja engleskog jezika i odbranila završni ispit sa prosečnom ocenom 10.0. Eksperimentalni deo doktorske teze uradila je u Institutu za nuklearne nauke „Vinča“ Univerziteta u Beogradu.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Od septembra 2011. godine zaposlena je u Laboratoriji za fizičku hemiju, Instituta za nuklearne nauke "Vinča", na projektu "Vodonična energija - razvoj novih materijala: elektrolitičko dobijanje vodonika, vodonične gorivne ćelije, izotopski efekat." (projekt br. 172045, Ministarstva za nauku Republike Srbije), 2011 – 2015, rukovodilac projekta dr Milica Marčeta Kaninski. Takođe je angažovana i u okviru Evropskog FP7-JTI projekta „Efficient use of resources in energy converting applications” Grant No. 303024. Zvanje istraživač saradnik je stekla 28.12.2011., a reizbor u isto 29.01.2015.

Kandidat je koautor **7** radova publikovanih u vrhunskim međunarodnim naučnim časopisima (kategorija **M21 i M22**) i tri saopštenja sameđunarodnih skupova (kategorija **M34**).

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija

Predmet		ocena	ESPB
1.	Hemijska kinetika	10	5
2.	Analogije fenomena prenosa	10	5
3.	Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
4.	Viši kurs termodinamike	10	5
5.	Specijalna poglavlja prenosa mase	10	4
6.	Prenos toplote i energetska integracija	10	5
7.	Viši kurs termodinamike	10	5
8.	Elektrohemijski i alternativni izvori električne energije	10	5
9.	Elektrokataliza	10	5
10.	Elektrodni materijali	10	5
11.	Ekonomika energetike	10	4
12.	Biomasa kao izvor energije	10	4
12.	Završni ispit	10	30
Ukupno			82

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja**Radovi objavljeni u vrhunskom međunarodnom časopisu - M21**

1. V. Nikolic, **S. Maslovara**, G. Tasic, T. Brdaric, P. Lausevic, B. Radak, M. Marceta Kaninski, Kinetics of hydrogen evolution reaction in alkaline electrolysis on a Ni cathode in the Presence of Ni-Co-Mo based ionic activators, Applied Catalysis B: Environmental, In Press, IF 6.007; ISSN: 0926-3373.
2. **S. Maslovara**, S. Miulovic, M. Marceta Kaninski, G. Tasic, V. Nikolic, Energy consumption of the electrolytic hydrogen production using Zn-Co-Mo based activators–Part I, Applied Catalysis A, 451 (2013) 216-219; IF 3.674; ISSN: 0926-860X.
3. **S. Maslovara**, M. Marceta Kaninski, I. Perovic, P. Lausevic, G. Tasic, B. Radak, V. Nikolic, Novel ternary Ni-Co-Mo based ionic activator for efficient alkaline water electrolysis, International Journal of Hydrogen Energy, 38 (2013) 15928-15933; IF 2.930; ISSN: 0360-3199.
4. S. Miulovic, **S. Maslovara**, I. Perovic, V. Nikolic, M. Marceta Kaninski, Electrocatalytic activity of ZnCoMo based ionic activators for alkaline hydrogen evolution–Part II, Applied Catalysis A, 451 (2013) 220-226; IF 3.674; ISSN: 0926-860X.
5. G. Tasic, **S. Maslovara**, D. Zugic, A. Maksic, M. Marceta Kaninski, Characterization of the Ni–Mo catalyst formed *in situ* during hydrogen generation from alkaline water electrolysis, International Journal of Hydrogen Energy, 36 (2011) 11588–11595; IF 4.053; ISSN: 0360-3199.
6. S. Miulovic, **S. Maslovara**, M. Seovic, B. Radak, M. Marceta Kaninski, Energy saving in electrolytic hydrogen production using Co-Cr activation - Part I, International Journal Hydrogen Energy, 37 (2012) 16770–16775; IF 3.348; ISSN: 0360-3199.

Rad objavljen u međunarodnom časopisu - M22

1. D. Zugic, I. Perovic, V. Nikolic, **S. Maslovara**, M. Marceta Kaninski, Enhanced performance of the solid alkaline fuel cell using PVA-KOH membrane, International Journal of Electrochemical Science, 8 (2013) 949–957; IF 3.729; ISSN: 1452-3981.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. **S. Maslovara**, S. Miulovic, M. Marceta Kaninski, I. Perovic, G. Tasic, D. Zugic, V. Nikolic, Energy consumption of the alkaline electrolyser using Zn-Co-Mo electrocatalyst for hydrogen evolution activity, Summer School on Electrochemistry for Environmental and Biomedical Applications, 17-21 June 2013., Cluj-Napoca, Romania, Poster Book Abstracts, p. 44.
2. S. Miulovic, **S. Maslovara**, I. Perovic, D. Zugic, G. Tasic, V. Nikolic, M. Marceta Kaninski, Alkaline electrolysis- lowering the energy consumption of hydrogen production by using Co-Cr based ionic activators, Summer School on Electrochemistry for Environmental and Biomedical Applications, 17-21 June 2013., Cluj-Napoca, Romania, Poster Book Abstracts, p. 46.
3. I. Perovic, **S. Maslovara**, P. Lausevic, V. Nikolic, S. Miulovic, D. Acimovic, M. Marceta Kaninski, Stoichiometric tungsten oxide based low platinum electrocatalysts for increasing CO tolerance in PEM FC, Eureka Workshop, 2–3 December, Freiburg, Germany.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada na projektu 172045 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Slađana Lj. Maslovara, master hemijski inženjer, kandidat je pokazao izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom.

Iz oblasti doktorske disertacije, kandidat je objavio **2** rada u časopisima međunarodnog značaja, kao i još **4** rada iz oblasti alkalne elektrolize i **1** rad iz gorivnih ćelija, što ukazuje na kandidatov veoma kvalitetan rad, pa tako ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja:

Značaj ove teme proizilazi iz koncepta koji se uobičajeno naziva *vodonična energija*, a svodi se na primenu vodonika kao medijuma za manipulaciju energijom (proizvodnja, skladištenje, transport, primena).

U literaturi postoje brojni primeri vodonične elektrodne reakcije. Kinetička ispitivanja u ovoj oblasti stara su koliko i sama elektrohemija i predstavljaju daleko najintenzivnije izučavanu elektrodnu reakciju, kako sa teorijskog, tako i sve više i sa praktičnog aspekta. Najperspektivniji način dobijanja vodonika na ovom stupnju razvoja tehnike predstavlja elektroliza u solarno-vodoničnoj sprezi, a debalans između termodinamički neophodnog minimuma energetskeg ulaganja i stvarne potrošnje pri konačnim intenzitetima (gustinama struje), moguće je smanjiti jedino elektrokatalizom i daljim razvojem elektrokatalizatora. Imajući u vidu sve ovo napred navedeno, predmet i cilj istraživanja ove doktorske teze biće upravo uloga vodonika u budućim energetskeim konceptima

Posebna pažnja posvećena je procesu alkalne elektrolize i pregledu i analizi komercijalno dostupnih alkalnih elektrolizera i načinima povećanja energetske efikasnosti pri proizvodnji vodonika, korišćenjem jonskih aktivatora, ali i ponovnim korišćenjem toplote dobijene u

proizvodnom procesu i sprečavanjem toplotnih gubitaka za vreme procesa u smislu korišćenja sistema za rekuperaciju otpadne toplote prilikom projektovanja razvijenih industrijskih elektrolitičkih sistema. Alkalni elektrolizer pri vrednostima napona većeg od termoneutralnog odaje višak dovedene električne energije u vidu toplote. Toplota koja se oslobađa u procesu elektrolize može se standardnim razmenjivačima toplote izdvojiti iz elektrolizera (održavanje temperaturene radne tačke na optimalnom položaju), a zatim se može koristiti u drugim delovima postrojenja. Optimizacija se vrši u cilju smanjenja ukupnih troškova, pri čemu ovaj kriterijum treba uskladiti i sa ostalim zahtevima procesa. Integracija alkanog elektrolizera sa razmenjivačem toplote i gorivnom ćelijom ima mogućnost primene u decentralizovanim sistemima napajanja električnom energijom. Primarni cilj razvoja alkalnih elektrolizera je povećanje brzine proizvodnje vodonika uz održanje datog nivoa energetske efikasnosti postrojenja, odnosno smanjenje gubitaka.

Takođe, pratiće se proces *in situ* aktivacije kojim se može postići značajno smanjenje potrošnje energije u procesu alkalne elektrolize. Posebna pažnja je posvećena razvoju matematičkog modela u softverskom paketu MATLAB. Razvijanje elektrohemijskog i termičkog modela omogućava analizu kompletnog alkalnog elektrolizera i predviđa osetljivost sistema na određene promene. Matematički model alkalnog elektrolizera će, kombinovanjem termodinamičkih, električnih i empirijskih elektrohemijskih podataka, predviđati ponašanje ćelije pri radu u industrijskim uslovima. Analizom energetskih bilansa dobiće se osnova za optimizaciju rada elektrolizera, na osnovu definisane kriterijalne funkcije. Predstavljanje ovakvog tipa modela alkanog elektrolizera, ima mogućnost njegovog daljeg intergrisanja sa modelima obnovljivih izvora energije u cilju povezivanja sa elektroenergetskim sistemima.

Izučavanje povećanja efikasnosti elektrolitičkog procesa dobijanja vodonika predstavlja oblast koja je veoma značajna i sa stanovišta tehnološke primene Problem efikasnog iskorišćenja energije predstavlja primarni zadatak u mnogim procesnim industrijama. Ozbiljan problem predstavlja i ekološki aspekt energetike – opasnosti efekata staklene bašte i globalnog zagrevanja po životnu sredinu su velikim delom posledice rada današnjih energetskih postrojenja. Osnovni pristup rešavanju ovih pitanja je prelazak na iskorišćavanje obnovljivih izvora energije. Budućnost ekonomije zasnovane na vodoniku u velikoj meri zavisi od cene vodonika na svetskom tržištu, odnosno pre svega od njegove jeftine, efikasne i dovoljno brze proizvodnje. Danas se sve više komercijalizuju metode za elektrolizu vode pri čemu prednjači alkalna elektroliza [1-4]. Kako bi se povećala efikasnost ovog procesa, akcenat je stavljen na razvoj novih elektrokatalitičkih materijala čijom bi se upotrebom smanjio nadnapon na elektrodama. Polazne hipoteze su bazirane na Brojerovoj teoriji intermetalnih veza, koja predviđa sinergički efekat na katalitičku aktivnost za reakciju izdvajanja vodonika u kombinaciji d-metala, kao i na *in situ* metodi aktivacije alkalne elektrolize [5-7]. Tehnološki napredak u domenu elektrodnih materijala i novih katalizatora, kao i primena najnovijih dostignuća elektrohemijske katalize, doveli su do značajnog poboljšanja karakteristika elektrolizera i njihove sve masovnije primene. Ranija istraživanja su pratila uticaj jednokomponentnih i dvokomponentnih sistema dodatih *in situ* u rastvor 6M KOH. Pokazano je da je jedan od boljih efekata primećen kod sistema Ni-Mo i Co-Mo, te je stoga u ovom doktoratu praćen uticaj još jednog d-metala u sistemu (NiCoMo, CoCuMo i NiCuMo) na elektrokatalitičku aktivnost za reakciju izdvajanja vodonika. Trokomponentni jonski aktivatori, ispitivani u ovoj tezi, su rezultirali povećanjem energetske efikasnosti reakcije izdvajanja vodonika i smanjenje zahteva za energijom alkalnog elektrolizera u poređenju sa standardnim rastvorom elektrolita. Nastali depoziti pokazuju veću aktivnost u odnosu na pojedinačne metale, ali i u odnosu na aktivnost plementih metala, koji su se

pokazali kao najbolji katalizatori za ovu reakciju [8-9]. Elektrodne prevlake dobijene *in situ* taloženjem trokomponentnih sistema pokazuju veću aktivnost za reakciju izdvajanja vodonika u odnosu na čiste elektrode, a utvrđeno je i da aktivnost ovih elektroda zavisi od koncentracije elektroaktivnih vrsta, gustina struje taloženja i temperatura.

Posebna pažnja je posvećena razvoju geometrije elektrolitičke ćelije gde je kao rezultat napravljen prototip alkalnog elektrolizera sa polimernom membranom koji radi na industrijskim uslovima (visoke temperature i visoke gustine struje). U skorije vreme sve više pažnje se posvećuje razvoju modela elektrolizera i gorivnih ćelija radi optimizacije celokupnog procesa dobijanja i eksploatacije vodonika kao goriva budućnosti [10-22]. Razvijen je matematički model u softverskom paketu MATLAB u cilju praćenja termodinamičkih i procesnih parametara alkalnog elektrolizera. Termodinamička analiza sistema je osnova za postavljanje i realizaciju ovog tipa modela. Iz tog razloga je detaljno proučena termodinamika elektrolitičkog procesa i na osnovu dobijenih rezultata postavljen je termički i elektrohemijski model alkalnog elektrolizera.

Literatura

1. G. Nicoletti, The hydrogen option for energy: A review of technical, environmental and economic aspects, *International Journal of Hydrogen Energy*, 20 (1995) 759-765.
2. L. Gandia, R. Oroz, A. Ursua, P. Sanchis, P. Diegues, Renewable Hydrogen Production□: Performance of an alkaline water electrolyzer working under emulated wind conditions, *Energy and Fuels*, 21 (2007) 1699–1706.
3. A. Midilli, I. Dincer, Key strategies of hydrogen energy systems for sustainability, *International Journal of Hydrogen Energy*, 32 (2007) 511-524.
4. C. Diaz, J. Monrabal, D. Gonzalez, D. Alfonso, Experimental results of hydrogen production control of a hydrogen energy buffer, *International Journal of Hydrogen Energy*, 40 (2015) 5013-5024.
5. S. Neophytides, S. Zafeiratos, G. Papakonstantinou, J. Jaksic, F. Paloukis, M. Jaksic, Extended Brewer hypo–hyper-d-interionic bonding theory I. Theoretical considerations and examples for its experimental confirmation, *International Journal of Hydrogen Energy*, 30 (2005) 131-147.
6. S. Neophytides, S. Zafeiratos, G. Papakonstantinou, J. Jaksic, F. Paloukis, M. Jaksic, Extended Brewer hypo–hyper-d-interionic bonding theory II. Strong metal-support interaction grafting of composite electrocatalysts, *International Journal of Hydrogen Energy*, 30 (2005) 393-410.
7. M. Jaksic, Advances in electrocatalysis for hydrogen evolution in the light of the Brewer-Engel valence-bond theory, *International Journal of Hydrogen Energy*, 12 (1987) 727–52.
8. S. Maslovara, S. Miulovic, M. Marceta Kaninski, G. Tasic, V. Nikolic, Energy consumption of the electrolytic hydrogen production using Zn–Co–Mo based activators—Part I, *Applied Catalysis A: General*, 451 (2013) 216-219.
9. M. Marceta, D. Stojic, S. Sovilj, S. Miljanic, Hydrogen generation from water electrolysis—possibilities of energy saving, *Journal of Power Sources*, 118 (2003) 315-319.
10. I. Ulleberg, Modeling of advanced alkaline electrolyzers: a system simulation approach, *International Journal of Hydrogen Energy*, 28 (2003) 21–33.
11. D. Pletcher, L. Xiaohong, S. Wang, A comparison of cathodes for zero gap alkaline water electrolyzers for hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37 (2012) 742-7435.

12. F. Sossan, H. Bindner, H. Madsen, D. Torregrossa, L. Chamorro, M. Paolone, A model predictive control strategy for the space heating of a smart building including cogeneration of a fuel cell-electrolyzer system, *Electrical Power and Energy Systems*, 62 (2014) 879–889.
13. C. Kjartansdottir, L. Nielsen, P. Moller, Development of durable and efficient electrodes for large-scale alkaline water electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, 38 (2013) 8221-8231.
14. A. Ursua, P. Sanchis, Static-dynamic modelling of the electrical behaviour of a commercial advanced alkaline water electrolyser, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37 (2012) 18598-18614.
15. P. Dieguez, A. Ursua, P. Sanchis, C. Sopena, E. Guelbenzu, E. Gandia, Thermal performance of a commercial alkaline water electrolyzer: Experimental study and mathematical modeling, *International Journal of Hydrogen Energy*, 33 (2008) 7338–7354.
16. M. Caspersen, J. Kirkegaard, Modelling electrolyte conductivity in a water electrolyzer cell, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37 (2012) 7436-7441.
17. Carapellucci R., Giordano L., Modeling and optimization of an energy generation island based on renewable technologies and hydrogen storage systems, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37 (2012) 2081-2093.
18. P. Artuso, R. Gammon, F. Orecchini, S. Watson, Alkaline electrolyzers: Model and real data analysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 (2011) 7956-7962.
19. E. Amores, J. Rodriguez, C. Carreras, Influence of operation parameters in the modeling of alkaline water electrolyzers for hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy*, 39 (2014) 13063-13078.
20. A. Djukic, M. Firak, Hydrogen production using alkaline electrolyzer and photovoltaic (PV) module, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 (2011) 7799-7806.
21. M. Rzaeva, O. Salamov, M. Kerimov, Modeling to get hydrogen and oxygen by solar water electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, 26 (2001) 195-201.
22. M. Giraldi, J. Francois, C. Martin del Campo, Life cycle assessment of hydrogen production from a high temperature electrolysis process coupled to a high temperature gas nuclear reactor, *International Journal of Hydrogen Energy*, 40 (2015) 4019-4033.

3. Polazne hipoteze

Tehnološki napredak u domenu elektrodnih materijala i novih katalizatora, kao i primena najnovijih dostignuća elektrohemijske katalize, doveli su do značajnog poboljšanja karakteristika elektrolizera i njihove sve masovnije primene.

Ranija istraživanja su pratila uticaj jednokomponentnih i dvokomponentnih sistema dodatih *in situ* u rastvor 6M KOH. Pokazano je da je jedan od boljih efekata primećen kod sistema Ni-Mo i Co-Mo, te će stoga u ovom doktorskom radu biti praćen uticaj još jednog d-metala u sistemu (NiCoMo, CoCuMo i NiCuMo) na elektrokatalitičku aktivnost reakcije izdvajanja vodonika. Biće ispitano kako trokomponentni jonski aktivatori, utiču na energetske efikasnosti reakcije izdvajanja vodonika, kao i na zahteve za energijom alkalnog elektrolizera u poređenju sa standardnim rastvorom elektrolita.

Polazne hipoteze su bazirane na Brojerovoj teoriji intermetalnih veza, koja predviđa sinergički efekat na katalitičku aktivnost za reakciju izdvajanja vodonika u kombinaciji d-metala, kao i na *in situ* metodi aktivacije alkalne elektrolize. Poslednjih godina su rađena ispitivanja *in situ* dodavanja jednokomponentnih i dvokomponentnih jonskih aktivatora na aktivnost niklene elektrode i efikasnost elektrolizera. Dodatak još jednog d-metala dodatno

utiče na povećanje efikasnosti procesa, razvijenost površine i stabilnost elektrode pri radu na industrijskim uslovima, tako da je dalja elektrohemijska analiza potvrdila pravi katalitički efekat. Korišćenjem kompleksirajućih sredstava na bazi nikla u sinergiji sa kobaltom u elektrolitičkom procesu dolazi do njihove disocijacije na jone. Nastali kompleksni joni imaju katalitički efekat, mada se striktno ne mogu nazvati katalizatorom jer sami učestvuju u reakciji, koncentracija im se smanjuje, što je eksperimentalno pokazano smanjenjem koncentracije u elektrolitu za vreme procesa. Ni^{2+} i Co^{3+} se redukuju do metala i deponuju se na katodi, a etilendiamin, kao jaka baza, ostaje u elektrolitu. Kobalt i nikl se vezuju za elektrodnu površinu pri čemu pokrivaju nečistoće na površini elektrode, koje bi inhibirale proces, čime se razvija sveža površina metala. Molibden je veoma interesantan za istraživanje zbog njegovih fizičkih i hemijskih osobina. Prevlaka molibdena na elektrodi je značajna i u primeni zaštite od korozije. Molibden se iz njegove soli ne može direktno deponovati na površinu elektrode u alkalnoj sredini. Međutim, u prisutvu metala iz grupe gvožđa (Ni, Co i Fe) i prisustva odgovarajućeg kompleksirajućeg sredstva, može doći do ko-depozicije.

Elektrolizeri su uređaji kod kojih se vrši konverzija električne energije u hemijsku gde se kao krajnji proizvod dobija vodonik jako visoke čistoće. Kako bi se opisali procesi u elektrolizeru, koristi se termodinamička analiza procesnih parametara. Postavljanjem energetske i toplotne bilansa dobija se osnova za dobijanje, a potom i rešavanje kriterijumskih funkcija. Predstavljanje ovakvog tipa modela alkalnog elektrolizera, ima mogućnost njegovog daljeg intergrisanja sa modelima obnovljivih izvora energije u cilju povezivanja sa elektroenergetskim sistemima.

4. Naučne metode istraživanja

U postupku realizacije naučnih rezultata, odnosno predmeta i cilja istraživanja, kao i da bi se potvrdile postavljene hipoteze, biće korišćene elektrohemijske analitičke metode ispitivanja elektrodnih reakcija: linearna voltametrika i elektrohemijska impedansna spektroskopija.

Neelektrohemijske metode koje su korišćene za ispitivanje morfologije elektrodnih površina su skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) i profilometrija.

U svim eksperimentima, bez obzira na metodu koja se primenjuje, neophodna je kontrola merenog potencijala kao i zadavane struje u ćeliji. Kako bi rezultati bili što precizniji moraju da se poštuju principi o konstrukciji ćelije, kao i osobine elektrode i elektrolita.

Radi smanjenja troškova i povećanja performansi elektroda korišćen je troškovno efikasan i tehnološki pojednostavljen proces: *in situ* elektrodna aktivacija. *In situ* aktivacija ima nekoliko potencijalnih prednosti u odnosu na druge zahtevne procese kao što je jonska implementacija. *In situ* aktivacija se postiže rastvaranjem supstanci direktno u elektrolitu tokom procesa proizvodnje vodonika. U ovom slučaju, efikasnost procesa će zavisiti od koncentracionih vrsta u rastvoru i od zadanih vrednosti temperatura i gustina struja.

Energetske promene u sistemu i elektrohemijski procesi koji se odvijaju u alkalnom elektrolizeru su osnove formiranja matematičkog modela u softverskom paketu MATLAB. Dobijanje ovakvog modela služi da poboljša praćenje parametara tokom procesa i da predvidi osetljivost sistema na određene promene.

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati dobijeni u toku rada na ovoj doktorskoj disertaciji mogu predstavljati značajan naučni doprinos na polju razvijanja novih elektro katalizatora koji utiču na povećanje efikasnosti elektrolitičkog procesa. U okviru istraživanja očekuje se nekoliko naučnih doprinosa:

- Određivanje uticaja trokomponentnih jonskih aktivatora na potrošnju energije u alkalnom elektrolizeru pri gustinama struje od 0.5 Acm^{-2} i povišenim temperaturama (industrijski uslovi), što do sada nije ispitivano;
- Ordeđivanje uticaja aktiviranog sistema na kinetiku i mehanizam reakcije izdvajanja vodonika;
- Ispitivanje aktivnosti trokomponentnih jonski aktivatora, kao katalitičkih materijala, na reakciju izdvajanja vodonika;
- Pronalaženje konstrukcionog rešenja alkalnog elektrolizera za efikasno dobijanje vodonika;
- Uspostavljen matematički model za alkalni elektrolizer, u softverskom paketu MATLAB, koji se bazira na termičkim i elektrohemisjkim proračunima sistema;

6. Plan istraživanja i struktura rada

U skladu sa predstavljenim planom, doktorska disertacija će sadržati sledeća poglavlja:

1. Opšti deo
2. Teorijski deo
3. Eksperimentalni deo
4. Rezultati i diskusija
5. Zaključak
6. Literatura
7. Prilozi

U okviru pojedinačnih poglavlja biće prikazano sledeće:

1. U *Opštem delu* biće objašnjena uloga vodonika u energetskom sistemu kao i načini njegovog dobijanja. Detaljno će biti objašnjen proces elektrolize vode kao i princip rada alkalnog elektrlizera;
2. U *Teorijskom delu* će biti dat kratak osvrt na Faradejeve zakone elektrolize, termodinamiku i efikasnost procesa, *in situ* aktivaciju, mehanizam izdvajanja vodonika, elektrokatalizu, kao i osnovne osobine elektrohemijskih tehnika koje su korišćene kod ispitivanja elektrodnih reakcija;
3. *Eksperimentalni deo* sadržaće opis aparature koja će se koristiti u izradi ove teze, kao i princip rada alkalnog elektrolizera;
4. *Rezultati i diskusija* prikazaće i komentarisati dobijene rezultate;
5. *Zaključak* će sumirati rezultate doktorske disertacije;
6. *Literatura* će sadržati navode citirane u disertaciji, kao i radove proistekle istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka Komisija smatra da kandidat Slađana Lj. Maslovara, master hemijski inž. tehnologije, ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, na osnovu izloženog, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom „**Uticaj trokomponentnih jonskih aktivatora na povećanje energetske efikasnosti alkalnog elektrolizera**“, naučno utemeljena i da će rezultati ovog rada imati značajan naučni doprinos naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu Slađani Lj. Maslovara odobri izradu doktorske disertacije sa navedenim naslovom. Za komentore se predlažu dr Mirjana Kijevčanin, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu i dr Milica Marčeta Kaninski, naučni savetnik, Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 29.04.2015.

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. Dr Mirjana Kijevčanin, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Milica Marčeta Kaninski, naučni savetnik
Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke
„Vinča“

Prof. Dr Ivona Radović, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Vladimir Nikolić, viši naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke
„Vinča“

Dr Gvozden Tasić, naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke
„Vinča“