

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 17.03.2011. godine određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, dipl. inž. tehnologije, pod naslovom: „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**”.

Posle pregleda doktorske disertacije kandidata mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

IZVEŠTAJ
o urađenoj doktorskoj disertaciji

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, dipl. inž., pod naslovom: „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**” napisana je na 132 strane, sadrži 49 slika, 22 tabele i 109 literaturnih navoda. Sadržaj teze je izražen kroz uobičajenu strukturu: *Izvod* (na srpskom i engleskom jeziku), *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak*, *Literatura* i *Prilozi*.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- **12.02.2007. godine** - sednica Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o odobravanju predloga teme doktorske disertacije mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, dipl. inž., pod nazivom „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**”; za mentora ove doktorske disertacije je imenovan prof. dr Branimir N. Grgur.
- **23.04.2007. godine** - sednica Stručnog veća za hemijsku tehnologiju, hemijsko inženjerstvo, biohemijsko inženjerstvo i metalurgiju (Univerzitet u Beogradu), na kojoj je data saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, pod nazivom: „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**”.
- **17.03.2011. godine** - sednica Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, pod nazivom „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**”.

Mesto disertacije u naučnoj oblasti

Istraživanja u okviru ove disertacije spadaju u naučnu oblast hemije i hemijske tehnologije (uža naučna oblast korozija i zaštita materijala), za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Biografski podaci o kandidatu

Mr Vladana N. Rajaković-Ognjanović rođena je 18.10.1975. godine u Beogradu. Posle završene VI Beogradske gimnazije, upisala je Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu 1994. godine. Diplomirala je 1999. godine, sa prosečnom ocenom tokom studija 8,70 i ocenom 10 na diplomskom ispitu na Katedri za Organsku hemijsku tehnologiju.

Tokom studija, u periodu od avgusta do decembra 1998, boravila je na stručnoj praksi na Institutu za hranu „Matforsk”, u Osu, u Norveškoj, gde je radila na razvoju i primeni multisenzorskog „Elektronskog nosa”, instrumenta koji se zasniva na nizu gasnih senzora koji se primenjuje u analizi kvaliteta hrane.

U periodu od januara 2000. do juna 2004. radila je na Elektrotehničkom institutu „Nikola Tesla” kao istraživač-saradnik u Laboratoriji za ispitivanje elektroizolacionih materijala. Istovremeno sa poslovima na Institutu, koji obuhvataju kontrolu i analizu elektroizolacionih materijala (transformatorskih ulja) intenzivno se bavi naučno-istraživačkim radom. U tom smislu, u periodu od septembra 2001. do decembra 2002. boravila je na Univerzitetu Ludvig-Maksimilijan u Minhenu, gde se bavila istraživanjima iz oblasti nanotehnologija. Učestvovala je sa saopštenjima na više naučnih skupova u zemlji i inostranstvu, objavila više naučnih radova u stručnim publikacijama, sarađivala na realizaciji više naučnih i stručnih projekata iz oblasti tehnološkog razvoja.

Od juna 2004. godine nalazi se u zvanju asisteta-pripravnika na Građevinskom fakultetu u Beogradu. U aprilu 2005. godine na istom fakultetu izabrana je u zvanje asistenta. Aktivno učestvuje u izvođenju nastave na I godini redovnih studija (računske vežbe na predmetu „Osnove ekološkog inženjerstva”) i III godini (računske i eksperimentalne vežbe na predmetu „Kvalitet vode”). Trenutno je angažovana na realizaciji projekata iz oblasti tehnološkog razvoja i iz oblasti integralnih i interdisciplinarnih istraživanja, koja su finansirana od strane Ministarstva za nauku i tehnologiju. Autor je ili koautor većeg broja publikovanih radova, saopštenja i monografija.

U cilju unapređenja svog stručnog i naučnog rada upisala je 2000. godine poslediplomske studije na TMF-u u Beogradu (profil: Organska hemijska tehnologija i polimerno inženjerstvo) i položila sve programom predviđene ispite. Magistarski rad sa temom: „Prečišćavanje zauljenih voda – destabilizovanje emulzija zamrzavanjem i mikrotalasnim zagrevanjem”, odbranila je 26. 11. 2004. godine na TMF-u, kod mentora prof. dr. Dejana Skale i time stekla akademski naziv magistra tehničkih nauka.

U aprilu 2006. godine prijavila je doktorsku disertaciju sa temom: „Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika” na TMF-u, na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju pod mentorstvom prof. dr. Branimira Grgura.

U decembru 2004. godine položila je stručni ispit iz oblasti tehnologije pred Komisijom Saveza inženjera i tehničara Srbije.

Kandidat govori, čita i piše engleski, služi se nemačkim i francuskim jezikom. Zahvaljujući tome aktivno održava naučnu komunikaciju sa saradnicima srodnih naučnih disciplina.

2. OPIS DISERTACIJE

Struktura i sadržaj disertacije

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

Doktorska disertacija mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović sadrži šest celina: *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultate i diskusiju*, *Zaključak*, *Literaturu* i *Priloge*, kao i izvode na srpskom i engleskom jeziku.

U *Izvodu* disertacije istaknuto je da je korozija složen proces i ispitivanje je, u skladu s najznačajnijim uticajima jona u vodi, bilo skoncentrisano na analizu korozije čelika u prisustvu, hlorid-, sulfat- i bikarbonat-jona. Rezultati su poslužili za određivanje kinetike korozije u model rastvorima. Analizom korozionih naslaga uočena je interakcija korodiranih cevi i vode. Posledica interakcije jeste degradacija kvaliteta vode i razaranje materijala. Pri analizi zavarenih spojeva

utvrđeno je da uslove zavarivanja treba podesiti tako da temperaturne promene pri zavarivanju traju što kraće kako bi se sprečilo rastvaranje i izluživanje čestica karbida po granicama zrna.

U *Teorijskom delu* disertacije dat je pregled dosadašnjih saznanja o uticaju ključnih parametara kvaliteta vode na koroziju čelika i saznanja o promeni kvaliteta vode usled kontakta sa korozionim proizvodima u cevnom distribucionom sistemu. Teorijski deo sadrži pregled najvažnijih literaturnih podataka vezanih za analizu kvaliteta vode i uticaja ključnih parametara vode na formiranje korozionih naslaga. Posledica dvosmerene interakcije između materijala i vode jeste degradacija kvaliteta vode i razaranje materijala.

U *Eksperimentalnom delu* disertacije detaljno je opisana metodologija rada, dat je opis korišćenih metoda i tehnika, kao i opis postupaka koji su primenjeni za pripremu i analizu uzoraka.

U poglavlju *Rezultati i diskusija* predstavljeni su najvažniji rezultati istraživanja. U preliminarnim ispitivanjima određen je opseg koncentracija ispitivanih jona u vodi na osnovu uporednog pregleda sastava i kvaliteta voda u Srbiji.

Rezultati ispitivanja promene koncentracije jona gvožđa za određeni vremenski period, u šaržnom sistemu, u prisustvu pločice od čelika, za hlorid-, sulfat- i bikarbonat- jone ukazali su da koncentracija rastvornog gvožđa kod svih ispitivanih rastvora ima isti trend nezavisno od koncentracije hloridnog, sulfatnog ili bikarbonatnog jona u rastvoru. Izračunati su i određeni gubici mase, struja korozije i gustina struje korozije. Kod sulfat- i hlorid- jona gubitak mase, brzina korozije i gustina struje korozije proporcionalna je porastu koncentracije jona. Kod bikarbonata trend je rastući, izuzev odstupanja za rastvor koncentracije bikarbonat jona od 1000 mg L⁻¹. U cilju sagledavanja efekata korozije čelične pločice merena je pH vrednost u rastvorima ispitivanih jona pre i posle izlaganja pločice korozionom dejstvu jona. Promena pH vrednosti i u najmanjoj meri utiče na promenu korozionog potencijala. Pored promene pH vrednosti svaka promena u koncentraciji rastvorenog gvožđa povećava stabilnost korozionih proizvoda. Rezultati dobijeni spektroskopijom elektrohemijske impedansije potvrđuju da je zbog niske koncentracije jona (hlorid- sulfat- i bikarbonat-jona) od 100 mg L⁻¹ brzina korozije ima malu vrednost. Otpor promeni naelektrisanja veliki je zbog niske aktivnosti jona u ispitivanom rastvoru.

Analiza korozionih naslaga sa korodiranih cevi koje su deo realnog sistema za distribuciju vode za piće u Beogradu pokazala je da se kod korodiranih cevi joni gvožđa oslobađaju bez definisane zavisnosti u odnosu na brzinu korozije gvožđa. Korodirane cevi u distributivnim sistemima utiču na kvalitet vode za piće. U ovom delu disertacije analizirani su parametri koji efektno i jednostavno mogu da ukažu na međusobni uticaj kvaliteta vode i koroziju cevi kao i posledice ovih interakcija. Izabrani su sledeći parametri: pH vrednost vode, temperatura vode, koncentracija kiseonika i koncentracija jona gvožđa u vodi. Mehanizmi oslobađanja jona gvožđa iz korodiranih cevi, uticaji hemijskih i hidrauličkih parametara na brzinu korozije mogu da dovedu do razvoja modela za kontrolu korozije i efikasniju primenu mera za sprečavanje korozije čime bi se smanjio negativan uticaj korozije na kvalitet vode, uz istovremeno povećanje pouzdanosti i radnog veka sistema za snabdevanje vode. Za sve materijale koji sadrže gvožđe korozija se najjednostavnije može prikazati kao anodna oksidacija gvožđa praćena redukcijom kiseonika iz vode. Smatra se da u vodi za piće za koju su karakteristične pH vrednosti oko 7 i u kojoj ima dovoljno rastvorenog kiseonika, redukcija kiseonika predstavlja dominantnu katodnu reakciju. Niže koncentracije gvožđa na nižoj temperaturi ukazuju da su korozioni procesi sporiji na nižim temperaturama. Uočeno je da povećanje temperature ubrzava koroziju. Uticaj temperature na koroziju može se objasniti i uticajem temperature na koncentraciju rastvorenog kiseonika rastvorenog u vodi. Koncentracija kiseonika u vodi opada sa padom temperature što direktno utiče na reakciju redukcije kiseonika kao depolarizatora. Sadržaj kiseonika rastvorenog u vodi utiče na primarne i sekundarne procese vezane za koroziju čelika u vodi. Kiseonik, kao depolarizator, učestvuje u primarnoj reakciji redukcije čime se održavaju uslovi bitni za odigravanje elektrohemijske korozije, a učestvuje i u sekundarnom procesu oksidacije dvovalentnog gvožđa u trovalentno. U ovom delu eksperimenata utvrđeno je da se koncentracija

jona gvožđa menja sa promenom koncentracije kiseonika u vodi. Rezultati merenja pokazali su da se sa porastom kiseonika smanjuje koncentracija jona gvožđa u vodi. Rezultati merenja ukazuju da niži sadržaj rastvorenog kiseonika utiče povoljno na oslobađanje jona dvovalentnog gvožđa iz korozionih naslaga, a viši sadržaj utiče na odigravanje i drugih sekundarnih reakcija.

Ispitivanjem uzroka pojave korozije kod varenog dela feritnog i austenitnog materijala utvrđeno je da je korozija u blizini zavarenog spoja feritnog i austenitnog materijala rezultat delovanja naponske, međukristalne (usled izluživanja karbida) i mikrogalvanske korozije (usled prisustva bakra i anodne polarizacije feritnog materijala u spoju sa austenitnim materijalom).

Na osnovu prikazanih rezultata izveden je *Zaključak* u kome su koncizno izneti postignuti rezultati u istraživanju, a koji odgovaraju postavljenim ciljevima disertacije.

Na kraju rada je dat spisak korišćene literature i prilozi.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Istraživanja u doktorskoj disertaciji pružaju nova saznanja o kinetici korozije čelika u zavisnosti od hemijskog kvaliteta vode. O uticaju koncentracije agenasa korozije na brzinu korozije čelika došlo se primenom različitih elektrohemijskih i analitičkih metoda i tehnika.

Interakciju korodiranih površina i uticaj kvaliteta vode na koroziju potrebno je analizirati primenom analitičkih tehnika i povezati sa interakcijom materijala i vode. Prepoznato je da kvalitet vode može uticati na oslobađanje jona gvožđa sa korodiranih površina. Utvrđeno je da su ključni parametri kvaliteta vode, koji imaju najveći značaj na oslobađanje jona gvožđa: rastvoreni kiseonik, pH vrednost i temperatura vode.

U delu disertacije koji se odnosi na koroziju u blizini zavarenog spoja zaključeno je da je korozija rezultat međudelovanja naponske, međukristalne i mikrogalvanske korozije. Pri analizi zavarenih spojeva utvrđeno je da uslove zavarivanja treba podesiti tako da temperaturne promene pri zavarivanju traju što kraće kako bi se sprečilo rastvaranje i izluživanje čestica karbida po granicama zrna.

Doprinos dela disertacije u kome je izučavana kinetika korozije čelika u zavisnosti od kvaliteta vode je model kinetike korozije čelika pri niskim koncentracijama agenasa korozije u vodi, a posebno funkcionalna zavisnost koncentracije jona gvožđa (koji su oslobođeni usled korozije čelika) sa sastavom i sadržajem odabranih anjona.

Doprinos disertacije u delu koji se bavi analizom uticaja korozionih naslaga na kvalitet vode je mogućnost bolje kontrole korozije u vodovodima.

Doprinos dela istraživanja koji se odnosi na koroziju vara je što su analize zavarenih spojeva ukazale na unapređenje optimalnih uslova pri zavarivanju.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U radovima Sarina i saradnika [Water research 38 (2004) 1259-1269] ispitivan je međusobni uticaj korozionih procesa u vodovodima i kvalitet vode. Rezultati istraživanja pokazuju da koncentracija jona gvožđa koje se oslobađa u vodu zavisi od rastvorljivosti korodiranih ljuski, odnosno od mikrostrukture i sastava korozionih naslaga. Energija neophodna za isporuku vode utvrđenim protokom je veća, a kvalitet vode je (zbog korozije) smanjen. Koncentracija jona gvožđa u vodi je ograničena, US EPA propisala je MDK za gvožđe od 0,3 mg L⁻¹ za vodu za piće. Korozija gvožđa u vodovodskim cevima predstavlja primarni uzrok prisustva jona gvožđa u vodi. Kuch [Corrosion science 28 (1988) 221-231] je u svojim istraživanjima otkrio da se kod korozionih naslaga starih do jedne godine, ne može, kao merilo za procenu brzine korozije koristiti potrošnja rastvorenog kiseonika. Neophodno je uvažiti činjenicu da se kiseonik troši i u drugim reakcijama koje nisu direktno povezane sa korozijom. Interakcija korodiranih površina vodovodskih cevi i vode dovodi do novih promena i u kvalitetu materijala i

u kvalitetu vode. Izdvojeni su parametri kvaliteta vode koji imaju najveći značaj za promene na korodiranim mestima cevi, to su: rastvoreni kiseonik, pH vrednost vode, alkalitet, puferski kapacitet, protok vode, temperatura i prisustvo inhibitora korozije. Na interakciju materijal cevi/voda takođe utiče način na koji je voda obrađena pre distribucije. U toku obrade vode, u vodi se mogu naći reagensi koji su namerno dodati u vodu u cilju unapređenja kvaliteta vode, međutim, ukoliko je koncentracija ovih jedinjenja veća od dozvoljene, to može dovesti do narušavanja kvaliteta vode, ali i do stvaranja uslova pri kojima se proces korozije ubrzava. To su jedinjenja koja se dodaju u cilju koagulacije, flokulacije, hlorisanja, ozonizacije, jedinjenja koja istovremeno predstavljaju aktivne depolarizatore u procesu korozije i mogu uticati na pojačan afinitet komponenata cevi prema koroziji.

Dobijeni rezultati prezentovani u ovoj doktorskoj disertaciji su proširili do sada poznata saznanja o ovoj kompleksnoj problematici koja povezuje kvalitet voda pri niskim koncentracijama agenasa korozije sa korozijom čelika.

Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

Naučne metode korišćene u istraživanju i opisane u ovoj doktorskoj disertaciji primenjene su za karakterizaciju i ispitivanje kvaliteta vode i koroziju čelika u kontaktu sa vodom. Navedene metode su zasnovane na teorijskom i eksperimentalnom proučavanju hemijskih procesa u vodi, koji se odvijaju pri koroziji čelika.

Hemijske analize pločice niskougljeničnog čelika koja je korišćena za koroziona ispitivanja obuhvatile su: atomsku apsorpcionu spektroskopiju za određivanje sadržaja gvožđa, mangana, cinka, kadmijuma, olova, nikla i bakra, jonsku hromatografiju za određivanje sadržaja hlorida i sulfata, spektrofotometriju za određivanje sadržaja fosfata. Pri analizi korozije pločice ispitivani su sledeći parametri kvaliteta vode: sadržaj reprezentativnih (hlorid, sulfat i bikarbonat) jona, u prisustvu pločice, ispitivan je jonskom hromatografijom, sadržaj gvožđa određivan je spektrofotometrijskom tehnikom, brzina korozije u rastvoru sa hloridnim, sulfatnim i bikarbonatnim jonima određena je preko gubitka mase, električna provodljivost vode određivana je konduktometrijskom metodom, a pH vrednost vode potenciometrijskom metodom.

Karakterizacija cevi i nastalih korozionih proizvoda urađena je primenom instrumentalnih tehnika i metoda osetljivih i pouzdanih za kvalitativnu i kvantitativnu analizu odabranih materijala. Primenjene su sledeće metode i tehnike: gravimetrijske, volumetrijske i atomske apsorpcione analize, za određivanje sastava uzoraka, skenirajuća elektronska mikroskopija za analizu mikrostrukture korozionih površina, rendgenska strukturna analiza za analizu čvrstih faza u odabranim uzorcima i BET adsorpciona izoterma za određivanje slobodne površine uzoraka.

Od parametara kvaliteta vode koji su značajni za karakterizaciju korozionih proizvoda u cevima ispitivani su sledeći: sadržaj gvožđa u vodi, UV-Vis spektrofotometrijskom metodom, niske koncentracije gvožđa urađena su na ICP-MS-u, sa granicom detekcije 1 ng L^{-1} , pH vrednost vode potenciometrijskom metodom, sadržaj rastvorenog kiseonika elektrohemijom metodom i temperatura vode termijskom metodom.

Kod uzoraka materijala koji čine var i kod vara ispitivane su sledeće karakteristike: sastav elemenata na površini uzorka rendgenskom fluorescentnom spektroskopijom, sadržaj elemenata gravimetrijskom analizom, metalografska optička ispitivanja uzoraka dobijena su slikanjem uzoraka i obradom dobijenih slika (mikrostrukture) pomoću odgovarajućeg kompjuterskog programa i opšta otpornost materijala na koroziju određena je polarizacionim ispitivanjima.

Naučne metode korišćene za ispitivanje kvaliteta vode i korozije čelika obuhvataju pored klasične hemijske analize i elektroanalitičkih metoda, i instrumentalne metode za praćenje koncentracije anjona i katjona. Navedene analitičke metode su savremene i adekvatne za primenu u sprovedenom istraživanju.

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Istraživanja u doktorskoj disertaciji pružaju nova saznanja o kinetici korozije čelika u zavisnosti od kvaliteta voda. O uticaju koncentracije agenasa korozije na brzinu korozije čelika došlo se primenom različitih elektrohemijskih i analitičkih metoda i tehnika.

Kod korodiranih cevi zavisnost oslobađanja gvožđa iz korozionih naslaga teško je modelovati matematičkim zavisnostima. Interakciju korodiranih površina i uticaj kvaliteta vode na koroziju potrebno je analizirati kroz analitičke tehnike i povezati sa interakcijom materijala i vode. Ključni parametri kvaliteta koji imaju najveći značaj na oslobađanje gvožđa su: rastvoreni kiseonik, pH vrednost i temperatura vode.

U delu disertacije koji se odnosi na koroziju u blizini zavarenog spoja zaključeno je da je korozija vara rezultat međudelovanja naponske, međukristalne i mikrogalvanske korozije. Pri analizi zavarenih spojeva utvrđeno je da uslove zavarivanja treba podesiti tako da temperaturne promene pri zavarivanju traju što kraće kako bi se sprečilo rastvaranje i izluživanje čestica karbida po granicama zrna.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat je tokom izrade doktorske disertacije ispoljio izuzetnu naučno-istraživačku sposobnost za samostalni naučni rad. Sistematičnost u koncipiranju rada, pripremi i vođenju eksperimenata, kao i u analizi postignutih rezultata, ukazuju na to da kandidat mr Vladana N. Rajaković-Ognjanović poseduje sposobnost i kvalitet koji su potrebni za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Krajnji rezultat ove doktorske disertacije ima dvostruki značaj:

- naučni, jer je na osnovu dobijenih rezultata predložen model kinetike korozije čelika pri niskim koncentracijama agenasa korozije kao i što je povezana koncentracija rastvorenog gvožđa i koncentracija ispitivanih anjona.
- praktični, jer je kod analize uticaja korozionih naslaga na kvalitet vode, predložena bolja kontrola korozije u vodovodima.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Ispitivanje uticaja koncentracije hlorid-, sulfat- i bikarbonat- jona na koroziju čelika, predstavlja značajan rezultat u unapređenju kvaliteta voda, pri industrijskom dobijanju, preradi, flaširanju voda, kao i tokom transporta i distribucije. Analiza prirodnih voda bila je polazna osnova za definisanje opsega koncentracija agenasa korozije za dalja ispitivanja korozije čelika u laboratorijskim uslovima primenom različitih analitičkih i elektrohemijskih tehnika i metoda. Od materijala su bili ispitani, niskougljenični i nerđajući (austenitne i feritne strukture) čelici. Rezultati su poslužili za određivanje brzine korozije, kao i za određivanje kinetike korozije čelika u ispitivanim rastvorima. Kod analize korozionih naslaga uočen je značaj interakcije korodiranih cevi i vode. Posledica interakcije jeste degradacija kvaliteta vode i razaranje materijala.

Uočeno je da se kandidat nije detaljnije bavio analizom bio-korozije, odnosno pojavom korozije u vodi u prisustvu mikroorganizama. U tom smislu biće potrebno izvršiti dalja ispitivanja u cilju utvrđivanja uticaja ovih agenasa korozije na kvalitet vode i na degradaciju materijala. Dalje smernice za rad i istraživanja mogle bi se odnositi i na analizu korozije u prisustvu korozionih inhibitora, što takođe nije obuhvaćeno istraživanjima u ovoj disertaciji.

Očekivana primena rezultata u praksi

Stručni i praktični doprinos rada je bolja kontrola korozije u vodovodima. Korozija cevi u distributivnim sistemima utiču na kvalitet vode za piće. Izabrani parametri koji su analizirani mogu efektno i jednostavno da ukažu na međusobni uticaj kvaliteta vode i koroziju cevi. Odabrani su sledeći parametri: pH vrednost vode, temperatura vode, koncentracija kiseonika i

koncentracija jona gvožđa u vodi. Analizom ovih parametara omogućava se bolja kontrola korozije u vodovodima.

Istraživanja koja se odnose na koroziju zavarenog spoja austenitnog i feritnog nerđajućeg čelika ukazala su da se mogu unaprediti uslovi pri zavarivanju. Proces treba podesiti tako da temperaturna promena pri zavarivanju bude što kraća, kako bi se onemogućilo rastvaranje i izluživanje čestica karbida po granicama zrna.

Objavljeni naučni radovi i saopštenja koji čine deo doktorske disertacije

Deo rezultata iz doktorske disertacije kandidat je prezentovao naučnoj javnosti u zemlji i inostranstvu publikovanjem: jednog rada u istaknutom časopisu međunarodnog značaja (M22), jednog rada u časopisu međunarodnog značaja (M23), tri saopštenja štampana u izvodu na naučnom skupu međunarodnog značaja (M34) i jednog rada sa naučnog skupa nacionalnog značaja štampana u celini (M63).

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu – M22

1. **Rajaković-Ognjanović V.**, Živojinović D., Grgur B., Rajaković Lj. , *Improvement of chemical control in the water-steam cycle of thermal power plants*, Applied Thermal Engineering Vol. 31, No. 1, 119-128, (2011), IF (2009)=1,922, ISSN: 1359-4311.

Rad u međunarodnom časopisu – M23

2. **Rajaković-Ognjanović V.**, Grgur B., *Corrosion of austenite and ferrite stainless steel weld*, Journal of the Serbian Chemical Society, IF (2009) = 0.820, ISSN 0352-5139. (Rad prihvaćen za štampu 24.12.2010.), potvrda u prilogu

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu – M34

1. **Rajaković-Ognjanović V.**, Grgur B., *The impact of water quality on the corrosion of water distribution pipes*, Second Regional Symposium on Electrochemistry South-east Europe (RSE-SEE), Belgrade, Serbia, Book of Abstracts CPA-O-03, 34 (2010), ISBN 978-86-7132-043-6.
2. Rajaković Lj., **Rajaković-Ognjanović V.**, Grgur B., *Corrosion in the Water-Steam Cycle in Thermal-Power Plants*, Euroanalysis 2009, Innsbruck, Austria, Book of abstracts P#078-B1, 74 (www.euroanalysis2009.at) (2009)
3. **Rajaković-Ognjanović V.**, Grgur B., *Two-way interaction: the impact of water quality on the corrosion of water distribution pipes and the change of water quality from the contact with the distribution materials*, CEOCOR, Wien, Austria 2009. Book of abstracts, Paper B01 (2009).

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini – M63

1. **Rajaković-Ognjanović V.**, Jovanović B., Milić O., Rajaković Lj., *Otpadne vode iz proizvodnje metalnog posuđa primer: fabrika „Metalac“*, Međunarodna konferencija: Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2009, Zbornik radova (ISBN - 13 978-86-82931-28-7) 93-98 (2009).

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega iznetog Komisija smatra da urađena doktorska disertacija mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**”, predstavlja originalni naučni i stručni doprinos u oblasti koja se bavi uticajem kvaliteta vode na koroziju materijala i interakcijom između korozionih proizvoda i degradacijom kvaliteta vode usled te interakcije. Ovom doktorskom disertacijom kandidat je dao značajan naučni doprinos u oblasti hemije i hemijske tehnologije, što je potvrđeno objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja i saopštenjima na međunarodnim i domaćim konferencijama.

Komisija smatra da urađena doktorska disertacija kandidata mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović pod nazivom „**Uticaj kvaliteta vode na koroziju čelika**” u potpunosti ispunjava sve zahtevane kriterijume i da je kandidat ispoljio izuzetnu naučno-istraživačku sposobnost u svim fazama izrade ove disertacije.

Predlog Komisije Nastavno-naučnom veću

Na osnovu kvaliteta i značaja postignutih rezultata, Komisija sa zadovoljstvom predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, da prihvati ovaj Izveštaj i da ga zajedno sa podnetom doktorskom disertacijom mr Vladane N. Rajaković-Ognjanović, dipl. inž. tehnologije, učini dostupnim na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd, 30.03.2011. god.

Članovi Komisije

Dr Branimir Grgur, red. prof.

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Dr Dejan Ljubisavljević, red. prof.

Građevinski fakultet, Beograd

Dr Jelena Bajat, vanr. profesor

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd