

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta održanoj 20. 09. 2012. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom:

Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom

Posle pregleda doktorske disertacije kandidata, Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

**IZVEŠTAJ
o urađenoj doktorskoj disertaciji**

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija kandidata mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije napisana je na 200 strana, u okviru kojih se nalazi 95 slika, 58 tabela i 211 literaturnih navoda. Doktorska disertacija kandidata sadrži pet celina: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Zaključak i Literaturu. Takođe, sadrži kratak Izvod (na srpskom i engleskom jeziku), Spisak skraćenica, Spisak slika i Spisak tabela.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije:

- 29. 05. 2008. godine - Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je Odluka o prihvatanju predloga teme doktorske disertacije mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom**” i za mentora ove doktorske disertacije imenovana je dr Slavica Stevanović, red. prof. TMF.
- 27. 06. 2008. godine - Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom**”
- 20. 09. 2012. godine - Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom**”

Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju oblasti Hemija i hemijska tehnologija za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Biografski podaci o kandidatu

Mr Katarina Trivunac je rođena u Beogradu 25.03.1971. godine. Posle završene Pete beogradske gimnazije, upisala je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Diplomirala je u martu 1996. godine i stekla naziv diplomiranog inženjera neorganske hemijske tehnologije. Diplomski rad na temu "Analiza sorpcije toluena na aktivnoj ugljeničnoj tkanini pomoću piezoelektričnih senzora" odbranila je kod prof. dr Ljubinke Rajaković, na Katedri za analitičku hemiju. Tokom studija, u periodu septembar-novembar 1993. godine, u okviru programa IAESTE za razmenu studenata kao DAAD stipendista, boravila je na Institutu za hemiju Univerziteta u Regensburgu, Nemačka. Poslediplomske studije upisala je 1996. godine, na smeru Analitička hemija u tehnološkoj kontroli i položila sve ispite predviđene programom sa prosečnom ocenom 10. Magistarski rad na temu "Uklanjanje jona teških metala iz industrijskih otpadnih voda ultrafiltracijom" odbranila je u martu 2004. godine kod prof. dr Slavice Stevanović, na Katedri za analitičku hemiju. Radila je na Katedri za analitičku hemiju na Tehnološko-metalurškom fakultetu, kao saradnik preko Tržišta rada. U periodu 1998-1999 radila je u Laboratoriji za termotehniku i energetiku u Institutu za nuklearne nauke Vinča, kao stipendista Ministarstva za nauku i tehnologiju. Decembra 1999. godine se zaposlila kao asistent pripravnika na Katedri za analitičku hemiju na Tehnološko-metalurškom fakultetu. Od 2004. je zaposlena kao asistent. Po novom studijskom programu mr Katarina Trivunac je bila angažovana na realizaciji laboratorijskih vežbi na II, III i IV godini redovnih studija iz predmeta: Analitička hemija, Instrumentalne metode, Instrumentalne metode II, Separacione tehnike i Kontrola i unapređenje kvaliteta industrijskih proizvoda.

Oblast interesovanja naučno-istraživačkog rada mr Katarine Trivunac je usmerena na primenu separacionih membranskih tehnika za uklanjanje organskih zagađujućih materija i teških metala iz vode. Od 2000. godine mr Katarina Trivunac je uključena u projekte finansirane od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, odnosno Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije. Učestvovala je u realizaciji elaborata i studija i izradi više diplomskih radova iz oblasti membranskih separacija.

Pored navedenog, radila je recenzije za vrhunske međunarodne časopise: Journal of Hazardous Materials, Journal of Membrane Science, Desalination i Separation Science and Technology. Kandidat govori, čita i piše engleski jezik, a služi se francuskim i ruskim jezikom.

2. OPIS DISERTACIJE

Struktura i sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata mr Katarina Trivunac sadrži pet celina: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Zaključak i Literaturu. Na početku disertacije dat je kratak Izvod (na srpskom i engleskom jeziku), Spisak skraćenica, Spisak slika i Spisak tabela.

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U Uvodu disertacije je ukazano na zabrinjavajući porast koncentracije teških metala u otpadnim vodama i potrebi za razvojem pristupačnih metoda za prečišćavanje. Predstavljen je predmet disertacije koji se odnosi na razvoj i karakterisanje kombinovane kompleksirajuće-

mikrofiltracione metode za separaciju jona metala. Teorijski deo doktorske disertacije se sastoji iz četiri poglavlja: Voda kao životni resurs, Otpadne vode, Membranski separacioni procesi i Kompleksirajuće-mikrofiltracioni proces.

U poglavlju Otpadne vode izvršena je podela prema načinu nastanka otpadnih voda i definisane najopasnije zagađujuće materije. Posebna pažnja je posvećena prisustvu teških metala u vazduhu, zemljištu i vodi. Na kraju je dat pregled postojećih metoda i novih procesa za prečišćavanje otpadnih voda sa naglaskom na uklanjanje teških metala. U poglavlju Membranski separacioni procesi dati su teorijski osnovi procesa membranske separacije, parametara koji se koriste za karakterizaciju ovih procesa, modeli za predviđanje fluksa, modeli onečišćenja membrana, tehnike za poboljšanje fluksa i prednosti membranskih procesa.

U poglavlju Kompleksirajuće-mikrofiltracioni proces opisan je koncept kombinovanog procesa kompleksiranja metala sa makroligandima i mikrofiltracije nastalih kompleksa u cilju uklanjanja jona metala iz rastvora. Dat je pregled relevantnih literaturnih istraživanja, koja se odnose na korišćenje kombinovanog procesa za uklanjanje zagađujućih materija iz otpadnih voda, ispitivanja različitih kompleksirajućih agenasa. Razmotreni su mogući mehanizmi vezivanja jona metala sa izabranim kompleksirajućim agensima na bazi celuloze (natrijum-karboksimetil celuloza (Na-KMC) i dietilaminoetil celuloza (DEAE)).

Eksperimentalni deo se sastoji od nekoliko celina: Uvodna ispitivanja, Osnovna ispitivanja, Rezultati i diskusija i Zaključna razmatranja i modelovanje. U okviru poglavlja Uvodna ispitivanja, metodom ultraljubičaste spektroskopije (UV) praćeno je formiranje kompleksa između jona olova, cinka i kadmijuma i Na-KMC. U okviru poglavlja Osnovna ispitivanja dati su eksperimentalni uslovi ispitivanja optimalnih uslova za uklanjanje pojedinačnih metala iz otpadnih voda, za razdvajanje dvokomponentnih i trokomponentnih smeša metala i na kraju za smanjenje onečišćenja membrana tokom mikrofiltracije. Za praćenje kompleksirajuće-mikrofiltracionih procesa korišćene su različite analitičke eksperimentalne metode. Za određivanje koncentracije teških metala - atomska apsorpciona spektroskopija (AAS), za određivanje organske faze u vodenom rastvoru – merenje ukupnog ugljenika (TOC), za karakterizaciju membrana pre i posle mikrofiltracije - skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM).

U poglavlju Rezultati i diskusija izvršena je analiza i diskusija eksperimentalnih rezultata. Formiranje kompleksa između jona metala i Na-KMC je potvrđeno na osnovu izgleda apsorpcionih krivih kompleksiranih rastvora u poređenju sa rastvorom čiste Na-KMC. Utvrđena je zavisnost procesa od pH sredine i prisutnog anjona u rastvoru. Takođe, predloženi su mehanizmi formiranja kompleksa između ispitivanih metala i kompleksirajućih agenasa. U prvom delu prikazani su rezultati ispitivanja uklanjanja pojedinačnih jona teških metala iz vode. Ispitivan je uticaj različitih reakcionih parametara (pritiska, pH, početne koncentracije metala, koncentracije kompleksirajućeg agensa, tipa membrane i jonske jačine) na fluks permeata i koeficijent zadržavanja jona metala. Pokazano je da proces zavisi od pH vrednosti i jonske jačine rastvora. Kao važan činilac u kompleksirajuće-mikrofiltracionom procesu pokazala se vrsta anjona vezana za jon metala. Utvrđeno je da prisustvo acetatnog anjona dodatno stabilise formirani kompleks metala sa celulozom.

U drugom delu prikazani su rezultati ispitivanja simultane separacije jona teških metala iz dvokomponentnih i trokomponentnih smeša. Na osnovu izračunatih separacionih faktora je evidentno da je Na-KMC veoma efikasan kompleksirajući agens za uklanjanje olova, cinka i kadmijuma, ali da se u ispitivanim uslovima ne postiže selektivno razdvajanje jona. Rezultati eksperimenata sa DEAE ukazuju da se pravilnim izborom pH vrednosti može postići selektivnost separacije olova od cinka i kadmijuma.

U trećem delu prikazani su rezultati ispitivanja permeacionih i selektivnih karakteristika različitih mikrofiltracionih membrana. Pokazano je da onečišćenje zavisi od

vrste kompleksirajućeg sredstva, tipa membrane, pH vrednosti napojnih rastvora kao i anjona prisutnih u rastvoru. Tokom ispitivanja efekata čišćenja membrana utvrđeno je da se celulozno-nitratne membrane mogu regenerisati i da ne dolazi do većih promena u permeacionim i separacionim karakteristikama. U slučaju celulozno-acetatnih membrana dolazi do fizičkih i hemijskih modifikacija membrana u procesu mikrofiltracije i ove membrane se ne mogu ponovo koristiti.

U okviru poglavlja Zaključna razmatranja i modelovanje izvršena je sveobuhvatna analiza celokupnog kompleksirajuće-mikrofiltracionog procesa sa stanovišta mogućnosti primene. Razvijen je model za opisivanje ponašanja fluksa u opsegu primenjenog pritiska. Utvrđeno je veliko slaganje modela i eksperimentalnih vrednosti.

Na kraju rada izveden je Zaključak u kome su koncizno izneti postignuti rezultati u istraživanju, a koji odgovaraju postavljenim ciljevima disertacije i dat je spisak korišćene literature, biografija kandidata, izjave o autorstvu i istovetnosti štampane i elektronske verzije rada.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Mikrofiltracija je membranska separaciona tehnika koja se vrlo uspešno koristi za koncentrisanje i frakcionisanje rastvora makromolekula (proteina, poliaminokiselina, viših šećera). Poznato je da se ovom tehnikom ne mogu ukloniti joni metala iz vode. Međutim, ako se joni metala vežu sa makromolekulima nekih od navedenih jedinjenja, onda je moguće dobiti pozitivne rezultate i na ovom polju. Velika prednost ovako kombinovane kompleksirajuće-mikrofiltracione metode je visoka selektivnost separacije jona koja se može postići primenom selektivnog kompleksirajućeg sredstva, pa je moguće ostvariti selektivno razdvajanje više jonskih vrsta.

Iako postoje brojna istraživanja vezanih za iznalaženje što selektivnijih kompleksirajućih sredstava, dobijanje novih modifikovanih membrana sa poboljšanim permeacionim i selektivnim osobinama, kao i za usavršavanje postupaka za čišćenje membrana i regeneraciju kompleksirajućih sredstava, ona i dalje ne gube na aktuelnosti zbog brojnih prednosti membranskih procesa koje uključuju smanjenje operativnih troškova u odnosu na konkurentnu tehnologiju, uštedu produkata, regenerisanje sporednih produkata, uštedu vode, energije, hemikalija i dr. Sa stanovišta primene, otprilike 40% prodaje membrana je za procese obrade vode za piće i otpadnih voda, dok drugih 40% čine procesi u industriji hrane i pića u kombinaciji sa primenom u farmaceutske i medicinske svrhe. Razvoj tržišta je određen cenom energije, zahtevanog kvaliteta proizvoda, propisane zaštite okoline, novim medicinskim tretmanima kao i dostupnošću novih i boljih membrana i membranskih procesa.

U okviru doktorske disertacije mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom**” prvi put su proučeni i eksperimentalno ispitani mogućnost vezivanja i uslovi reakcije jona metala sa derivatima prirodnog polimera celuloze, kao što su DEAE (dietilaminoetil celuloza) i Na-KMC (natrijum-karboksimetil celuloza) kao kompleksirajućeg sredstva za jone metala. Ispitivanjem efikasnosti kombinovanog kompleksirajuće-mikrofiltracionog procesa za separaciju jona olova, cinka i kadmijuma u zavisnosti od pritiska, temperature, energije mešanja, pH vodenog rastvora, koncentracije jona metala, koncentracije kompleksirajućeg sredstva, jonske jačine rastvora, vrste pratećeg anjona, kao i uticaja drugih komponenata rastvorenih u vodi, utvrđeni su optimalni radni parametri za selektivnu separaciju dva ili više jona metala iz vodenih rastvora. Posebno aktuelna oblast

ispitivanja poslednjih godina jeste mehanizam onečišćenja membrana u kombinovanom kompleksirajuće–mikrofiltracionom procesu, kao i načini i sredstva za čišćenje membrana i regeneraciju kompleksirajućih sredstava. U ovoj doktorskoj disertaciji predložen je matematički model za predviđanje fluksa permeata za konkretan slučaj kompleksiranja jona teških metala derivatima celuloze, za različite tipove membrana. Na osnovu opsežnog pregleda literature, može se zaključiti da se istraživanja u okviru ove doktorske disertacije uklapaju u svetske trendove i ukazuju na značaj i aktuelnost proučavane problematike.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U literaturnom pregledu doktorske disertacije dat je 211 literaturnih navoda, od kojih najveći broj čine najnoviji radovi iz međunarodnih časopisa sa tematikom značajnom za izradu doktorske disertacije. Navedene reference su novijeg datuma i sadrže eksperimentalne rezultate istraživanja mnogih istraživača, analizu i diskusiju dobijenih rezultata i izvedene zaključke, kao i teorijske osnove primenjenih metoda ispitivanja, njihove mogućnosti i ograničenja. Kandidat je proširio do sada poznata saznanja o postupcima kompleksiranja i membranske filtracije jona teških metala koji uporno predstavljaju ozbiljan problem u zaštiti životne sredine. Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije i objavljenih radova koje je kandidat priložio, kao i iz popisa literature koja je korišćena u istraživanju, uočava se adekvatno poznavanje predmetne oblasti istraživanja, kao i poznavanje aktuelnog stanja istraživanja u ovoj oblasti u svetu.

Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

U ovoj doktorskoj disertaciji primenjene su savremene naučne metode za ispitivanje efikasnosti kombinovane kompleksirajuće-mikrofiltracione metode za separaciju jona teških metala iz vode. Atomska apsorpciona spektrometrija (AAS) je korišćena za određivanje koncentracija metalnih jona u vodenom rastvoru. Ultraljubičasta (UV) spektrometrija je korišćena za praćenje reakcije između jona teških metala i organskog polimera. Koncentracija organske komponente u napojnom rastvoru i permeatu određivana je metodom određivanja ukupnog organskog ugljenika (TOC). Karakterizacija membrana pre i posle mikrofiltracije vršena je primenom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM).

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Na osnovu objavljenih literaturnih podataka iz ove oblasti, eksperimentalnih ispitivanja i dobijenih rezultata iz ovog rada, ostvaren je veliki doprinos u razvoju novih kompleksirajućih sredstava za uklanjanje jona teških metala iz vode mikrofiltracijom. Podaci dobijeni ispitivanjem mikrofiltracionih procesa su važni sa aspekta potencijalne primene ispitivanih polimera u prečišćavanju kontaminiranih voda. Matematički model predložen u okviru ove doktorske disertacije može da se koristi za modelovanje procesa uklanjanja jona teških metala kombinovanom kompleksirajuće-mikrofiltracionom metodom. Verifikacija rezultata je potvrđena i od strane međunarodne naučne javnosti, objavljivanjem u vodećim međunarodnim časopisima iz domena ove problematike.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalan naučni rad

Kandidat mr Katarina Trivunac, dipl. inž. tehnologije je tokom izrade doktorske disertacije ispoljila izuzetnu stručnost u pripremi i realizaciji eksperimenata, korišćenju

različitih tehnika karakterizacije materijala i analizi rezultata. Kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Poseban naučni doprinos ove doktorske disertacije se ogleda u sistematskom ispitivanju mogućnosti i uslova primene celuloze i njenih derivata koji su u ovom radu prvi put uvedeni u kombinovani kompleksirajuće-mikrofiltracioni separacioni proces.

U okviru ove doktorske disertacije ostvaren je značajan doprinos u razumevanju međusobnih odnosa u sistemu metalni jon – polimer – membrana, objedinjujući i proširujući znanja o:

- mehanizmu reagovanja jona metala sa ispitivanim kompleksirajućim sredstvima,
- mehanizmu membranske filtracije nagrađenih metalnih kompleksa,
- uticaju ravnotežnih, hemijsko-kinetičkih i maseno-prenosnih parametara na efikasnost separacionog procesa,
- mehanizmu onečišćenja membrana, kao i o
- uslovima čišćenja i regeneracije mikrofiltracionih membrana.

Izborom optimalnih parametara procesa razvijen je model za predviđanje fluksa permeata u procesu prečišćavanja vode zagađene teškim metalima.

Na osnovu izloženog može se zaključiti da je kandidat svojim rezultatima dao značajan naučni doprinos pre svega u oblasti primene membranskih separacionih procesa za prečišćavanje voda.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru ove disertacije su koncipirana na osnovu definisanih ciljeva i detaljne analize literature iz oblasti primene kombinovanog kompleksirajuće-mikrofiltracionog procesa za prečišćavanje vode. S obzirom na složenost problematike primenjeno je više metoda istraživanja. U okviru ove doktorske disertacije primenjena je metodologija istraživanja zastupljena u literaturi, ali su primenjene i neke originalne metode ispitivanja mogućih mehanizama kompleksiranja metala makromolekulima, kao i ispitivanja permeacionih i selektivnih karakteristika membrana. Primenjena metodologija je omogućila da se dobiju relevantni podaci za objašnjenje mehanizama vezivanja jona metala za organske polimere, kao i mehanizama onečišćenja membrana u toku procesa mikrofiltracije. Uvidom u dostupnu literaturu iz ove oblasti istraživanja i rezultate istraživanja dobijene u okviru ovog rada, može se zaključiti da dobijeni rezultati predstavljaju napredovanje u ovoj oblasti. Posebno su značajni rezultati koji pokazuju da se ovaj kombinovani kompleksirajuće-mikrofiltracioni proces može praktično primenjivati za uklanjanje jona teških metala iz vode.

Očekivana primena rezultata u praksi

Rezultati predstavljeni u okviru ove doktorske disertacije omogućavaju bolje razumevanje procesa kompleksiranja i mikrofiltracije jona teških metala iz vodenih rastvora. Boljim uvidom u uticaj strukture i karakteristika napojnog rastvora omogućeno je modelovanje i optimizacija kompleksirajuće-mikrofiltracionog procesa za uklanjanje jona teških metala iz vode. U okviru ove doktorske disertacije određeni su optimalni uslovi za efikasnu separaciju jona teških metala iz dvokomponentnih i trokomponentnih smeša. Ovaj proces se uspešno može koristiti za prečišćavanje vode zagađene organskim polutantima i

jonima teških metala, pri čemu se membranski proces može modelovati matematičkim modelom predloženim u disertaciji.

Prikazani rezultati se mogu primeniti i kao osnova za dalja istraživanja sa ciljem poboljšanja efikasnosti procesa.

Verifikacija rezultata u časopisima i saopštenjima na konferencijama

Kandidat mr Katarina Trivunac je svoje rezultate potvrdila objavljivanjem radova u vodećim međunarodnim i nacionalnim časopisima i saopštavanjem radova na međunarodnim skupovima. Iz disertacije su proistekla dva rada objavljena u vrhunskim međunarodnim časopisima i dva rada objavljena u međunarodnim časopisima.

Radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima (M 21)

1. **Katarina Trivunac**, Slavica Stevanovic, Removal of heavy metal ions from water by complexation-assisted ultrafiltration, Chemosphere 64 (2006) 486-491 [ISSN: 0045-6535, IF=2,739]
2. **Katarina Trivunac**, Slavica Stevanovic, Effects of operating parameters on efficiency of cadmium and zinc removal by complexation-filtration process, Desalination 198 (2006) 282-287 [ISSN: 0011-9164, IF=1,057]

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja (M 23)

1. **Katarina Trivunac**, Zoran Sekulic, Slavica Stevanovic, Zinc Removal From Wastewater By Complexation-Microfiltration Process, Journal of the Serbian Chemical Society 77 (2012) 1661-1670 [ISSN: 0352-5139, IF=0,879]
2. **Katarina V. Trivunac**, Slavica M. Stevanović, Effects of operating parameters on efficiency of lead removal by complexation-microfiltration process, Hemijska Industrija 66 (2012) 461-467 [ISSN: 1451-9372, IF=0,610]

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u izvodu (M 34)

1. **K.Trivunac**, S.Stevanovic, Ultrafiltration method for the removal of heavy metal ions from industrial wastewaters, Belgrade, Serbia and Montenegro, Book of Abstracts Vol. II, ICOSECS 4, 227 (2004)
2. **K.Trivunac**, S.Stevanovic, Effects of operating parameters on efficiency of lead removal by complexation-ultrafiltration process, Euroanalysis XIII, Salamanca, Spain, Book of abstracts, PS2-203 (2004)
3. **K.Trivunac**, S.Stevanovic, Cadmium, lead and zinc removal from wastewater by complexation-ultrafiltration, Euromembrane 2004, Hamburg, Germany, Book of abstracts, 262 (2004)
4. **Katarina Trivunac**, Slavica Stevanovic, Effects of Operating Parameters on Efficiency of Cadmium and Zinc Removal by Complexation-Filtration Process, Permea 2005 Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Polanica Zdroj, Poland, Book of Abstracts 84-85 (2005)

5. **Katarina Trivunac**, Slavica Stevanovic Lead Removal from Wastewater by Complexation-Membrane Filtration Process, 1st South East European Congress of Chemical Engineering (SEECCh 1) Belgrade, Serbia and Montenegro, Book of Abstracts 159 (2005)

6. **K. Trivunac**, S. Stevanovic, Na-Carboxymethyl Cellulose As a Complexing Agent in Removal of Zinc From Water, VIIth Ibero-American Conference on Membrane Science and Technology, Sintra, Portugal, Book of Abstracts 137 (2010)

5. ZAKLJUČAK

Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega napred iznetog Komisija smatra da doktorska disertacija mr Katarine Trivunac, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „**Separacija jona metala kombinovanom kompleksirajuće – mikrofiltracionom metodom**” predstavlja značajan, originalni naučni doprinos u oblasti Hemije i hemijske tehnologije, što je potvrđeno objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja i saopštenja na međunarodnim konferencijama.

Predlog Komisije Nastavno-naučnom veću

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Izveštaj i da ga zajedno sa podnetom doktorskom disertacijom mr Katarine Trivunac da 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.

U Beogradu, 17. 12.2012.

Članovi Komisije:

1. Dr Slavica Stevanović, red. prof. TMF
2. Dr Ljubinka Rajaković, red. prof. TMF
3. Dr Željko Grbavčić, red. prof. TMF
4. Dr Antonije Onjia, naučni savetnik, INN Vinča