

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 8.03.2012 godine određeni smo za članove komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Aleksandre Nešić, dipl. inž., pod naslovom

„Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,,

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

I Z V E Š T A J
o urađenoj doktorskoj disertaciji

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija kandidata Aleksandre Nešić napisana je na 108 strana, u okviru kojih se nalazi 33 slike, 34 tabele i 193 literaturna navoda. Doktorska disertacija kandidata Aleksandre Nešić, dipl. inž. sadrži sledeća poglavlja: Uvod, Teorjski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura. Na početku disertacije dat je kratak izvod na srpskom i engleskom jeziku.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 15.12.2011. godine - sednica Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o odobravanju predloga teme doktorske disertacije Aleksandre Nešić, dipl. inž., pod nazivom **„Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,,** i za mentora ove doktorske disertacije imenovan je dr Dušan Antonović, redovni profesor TMF.
- 30.01.2012. godine sednica Veća naučnih oblasti tehničkih nauka (Univerzitet u Beogradu), na kojoj je data saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Aleksandre Nešić, dipl. inž., pod nazivom **„Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,,**
- 8.03.2012. godine - sednica Nastavno-naučnog već a Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Aleksandre Nešić, dipl. inž., pod nazivom **„Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,,**

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju oblasti Tehnološkog inženjerstva, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Biografski podaci o kandidatu

Aleksandra Nešić je rođena 25.1.1985. godine u Beogradu. Završila je XIII beogradsku gimnaziju na prirodno-matematičkom smeru u Beogradu. Na Tehnološko-metalurški fakultet upisala se 2004. godine, odsek za Neorgansku hemijsku tehnologiju. Diplomirala je juna 2009. godine, kao prvi student iz svoje generacije, na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju, sa radom na temu „Ispitivanje elektrohemijskog taloženja i korozione stabilnosti prevlaka legura cink-mangan“ sa ocenom 10. Srednja ocena tokom studija je 8,50.

Školske 2009/2010. godine upisala se na doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, studijski program Hemijsko inženjerstvo. Položila je sve ispite na doktorskim studijama sa srednjom ocenom 9,91. Završni ispit je odbranila sa ocenom 10. Zaposlena je u Institutu za nuklearne nauke „Vinča“, Laboratorija za hemijsku dinamiku i permanentno obrazovanje, Beograd, od 1.02.2011. godine. Zvanje istraživač saradnik je stekla 28.12.2011 godine. Trenutno je angažovana na projektu III-43009 „Nove tehnologije za monitoring i zaštitu životnog okruženja od štetnih hemijskih supstanci i radijacionog opterećenja“.

2. OPIS DISERTACIJE

Doktorska disertacija Aleksandre Nešić sadrži: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultate i diskusiju, Zaključak, Literaturu. Na početku disertacije dat je kratak izvod (na srpskom i engleskom jeziku). Na kraju disertacije nalazi se biografija kandidata.

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu je dat kratak opis aktuelne problematike u svetu vezan za zaštitu životne sredine, kao i predmet i cilj ovog istraživanja.

Teorijski deo disertacije sastoji se iz tri poglavlja: Boje i njihov uticaj na okolinu, Tretmani prerade otpadnih voda i Adsorbenti. U prvom poglavlju opisana je klasifikacija boja, njihova hemijska struktura i uticaj na životnu sredinu. U drugom poglavlju su navedene metode za prečišćavanje otpadnih voda, kao i prednosti i nedostaci tih metoda. Kako je metoda adsorpcije korišćena u ovom radu, deo drugog poglavlja je najviše posvećen opisu adsorpcije, kinetičkih modela adsorpcije i adsorpcionih izoterma. U trećem poglavlju je predstavljen značaj biopolimera hitozana i pektina za uklanjanje boja iz vodenih rastvora, njihova fizičko-hemijska i adsorpciona svojstva. U ovom poglavlju je, takodje, dat prikaz adsorbenata na bazi biopolimera i njihovih derivata za uklanjanje boja iz vodenih rastvora na osnovu literaturnih podataka.

Eksperimentalni deo je podeljen u 4 poglavlja: Reaktanti, Postupak dobijanja adsorbenata, Karakterizacija adsorbenata i Adsorpcija. U prvom poglavlju navedeni su svi materijali korišćeni u ovom istraživanju. U drugom poglavlju opisane su procedure dobijanja 4 različita kompleksa na kojima je ispitivana adsorpcija boje iz vodenih rastvora: hitozan/montmorilonit, hitozan/poli(itakonska kiselina), amidovani

pektin/montmorilonit i amidovani pektin/poli(itakonska kiselina). U trećem poglavlju opisane su metode koje su korišćene za karakterizaciju pomenutih kompleksa. Kompleksi su karakterisani sledećim metodama: Fourier transformisanom infracrvenom spektroskopijom (FTIR), Skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM), Termogravimetrijom i Elementarnom analizom. U četvrtom poglavlju je opisan proces, paramteri i uslovi adsorpcije.

Rezultati i diskusija su podeljeni u 4 poglavlja, s obzirom da su ispitivana 4 različita kompleksa za adsorpciju boje iz vodenih rastvora. U svakom poglavlju su opisani rezultati karakterizacije pomenutih kompleksa, adsorpcija pri različitim početnim parametrima, kao i kinetika i mehanizam adsorpcije. U prvom poglavlju ispitivana su svojstva kompleksa amidovani pektin/poli(itakonska kiselina) pri različitim odnosima ovih komponenti. Analizom FTIR spektara potvrđeno je da je došlo do formiranja kompleksa između amidovanog pektina i poli(itakonske kiseline). Poređenjem termograma kompleksa amidovani pektin/poli(itakonska kiselina) pri različitim udelima amidovanog pektina, uočeno je da termijska stabilnost raste sa porastom udela amidovanog pektina u kompleksu. Ispitivana je adsorpcija katjonske boje Basic Yellow 28 na ove komplekse. Rezultati su pokazali da ovi kompleksi nisu dovoljno stabilni u vodenom rastvoru boje Basic Yellow 28 i da ne dolazi do adsorpcije ove boje. Ispitivan je uticaj različitih umreživača na poboljšanje stabilnosti ovih kompleksa i adsorpcija azo boja na ove komplekse.

U drugom poglavlju ispitivana su svojstva kompleksa amidovani pektin/montmorilonit pri različitim udelima montmorilonita u kompleksu. Analizom FTIR spektara potvrđeno je formiranje kompleksa između amidovanog pektina i montmorilonita. Poređenjem termograma amidovani pektin/montmorilonit pri različitim udelima montmorilonita u kompleksu uočeno je da montmorilonit povećava stabilnost kompleksa amidovani pektin/montmorilonit naspram čistog amidovanog pektina. Međutim, ovaj efekat je najizraženiji pri niskim udelima montmorilonita u sistemu, dok pri višim udelima montmorilonita degradacija počinje na nižim temperaturama. Ispitivane su kinetika i mehanizam adsorpcije boje Basic Yellow 28 na ove komplekse. Ustanovljeno je da sa povećanjem koncentracije rastvora boje raste kapacitet adsorpcije na komplekse amidovani pektin/MMT, kao i sa povećanjem pH rastvora.

U trećem poglavlju su ispitivana svojstva kompleksa hitozan/poli(itakonska kiselina) pri različitim odnosima komponenti u kompleksu. Analizom FTIR spektara potvrđeno je da je došlo do formiranja kompleksa između hitozana i poli(itakonske kiseline). Ispitivana je adsorpcija anjonske boje Reactive Orange 16 na ove komplekse. Porast početne koncentracije boje rastvora, kao i porast pH do slabo bazne sredine dovodi do porasta kapaciteta adsorpcije Reactive Orange 16 boje na komplekse hitozan/PIA.

U četvrtom poglavlju ispitivana su svojstva kompleksa hitozan/montmorilonit pri različitim udelima montmorilonita u kompleksu. Morfologija i termijska degradacija ovih kompleksa je veoma slična sa kompleksima amidovani pektin/montmorilonit. Ispitivana je adsorpcija boje Reactive Orange 16 na ove komplekse. Ustanovljeno je da kapacitet adsorpcije boje Reactive Orange 16 boje na hitozan/MMT komplekse raste sa porastom početne koncentracije rastvora boje, kao i sa porastom pH rastvora do slabo bazne sredine. S porastom temperature kapacitet adsorpcije opada.

Najvažniji rezultati ovog istraživanja i doprinos disertacije su dati u poglavlju Zaključci. Na kraju disertacije navedena je Literatura, deveto poglavlje, koje sadrži sve reference korišćene u radu, reference koje su proistekle iz disertacije, objavljene u

vodećim naučnim časopisima i saopštene na značajnijim domaćim i međunarodnim konferencijama.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Ukupni tehnološki razvoj poslednjih decenija usmeren je na rešavanje dva krupna, globalna problema: zaštitu životne sredine i očuvanje prirodnih resursa. Poslednjih godina posebna pažnja se fokusira na biopolimere kojima je osnovna prednost nad ostalim konvencionalnim materijalima njihova biorazgradivost i ekonomičnost. Novija istraživanja u ovoj oblasti usmerena su ka procesima modifikacije površine u cilju povećanja afiniteta površine prema jonima i molekulima, povećane selektivnosti prema određenom jonu ili grupi jona, kao i poboljšanja opštih fizičko-hemijskih svojstava.

Rezultati istraživanja kandidata Aleksandre Nešić, prikazani u disertaciji pod nazivom „Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,„ predstavljaju značajan doprinos razvoju biomaterijala na bazi amidovanog pektina i hitozana i njihovoj potencijalnoj primeni u preradi otpadnih voda. U ovom radu je prikazana detaljna karakterizacija novosintetisanih materijala, kao i njihova sorpciona svojstva.

Na osnovu opsežnog pregleda dostupne literature, može se smatrati da ova istraživanja zasnovana na dobijanju novih materijala, njihovoj karakterizaciji, kao i ispitivanju sorpcionih karakteristika za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora, predstavljaju originalno rešenje mogućnosti njihove aplikacije u preradi otpadnih voda.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Na kraju disertacije data su 193 literaturna navoda, korišćena prilikom izrade doktorske disertacije. Najveći broj navedenih izvora čine najnoviji objavljeni radovi sa tematikom od suštinskog značaja za izradu doktorske disertacije. Navedene reference 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. U okviru korišćenih literaturnih navoda nalaze se i reference kandidata Aleksandre Nešić, proistekle iz ove disertacije, koje su objavljene u vodećim međunarodnim časopisima i saopštene na značajnim međunarodnim konferencijama. Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije i objavljenih radova u prijavi, koju je kandidat podneo, 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.

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Na osnovu do sada objavljenih literaturnih podataka, eksperimentalnih ispitivanja i dobijenih rezultata u okviru ove doktorske disertacije, ostvaren je značajan doprinos u razvoju novih materijala na bazi biopolimera za primenu u preradi otpadnih voda. Od posebnog značaja je mogućnost zamene konvencionalnih adsorbenata novodobijenim materijalima, zbog jednostavne procedure dobijanja, ekonomičnosti, netoksičnosti, biorazgradivosti, kao i zbog efikasne sorpcije boja pri niskim koncentracijama i

malim masama adsorbenta. Verifikacija rezultata je potvrđena objavljivanjem u vodećim međunarodnim časopisima iz domena ove problematike.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalan naučni rad

Kandidat Aleksandra Nešić je dipl. inž. tehnologije. Radi u Institutu za Nuklearne nauke Vinča, i bavi se ispitivanjem materijala na bazi biopolimera i njihovom modifikacijom s ciljem zaštite životne sredine. Kao istraživač saradnik angažovana je na projektima koje finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije. Dosadašnja istraživačka i stručna delatnost kandidata ogleda se u iskustvu u radu u oblasti tehnološkog inženjerstva. U svom radu kandidat Aleksandra Nešić posebnu pažnju posvetila je razvoju materijala na bazi biopolimera za primenu u preradi otpadnih voda. Pored poznavanja engleskog i nemačkog jezika, korišćenje PC-a (Microsoft Office, Microcal Origin, Adobe Photoshop) sa internet konekcijom u svakodnevnom radu, kvalifikuju kandidata za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Rezultati prikazani u tezi su u oblasti dobijanja novih materijala na bazi biopolimera, njihovoj karakterizaciji, i ispitivanjem njihovih sorpcionih karakteristika. Novosintetisani materijali pokazuju veći kapacitet adsorpcije od većine navedenih adsorbenata za uklanjanje navedenih boja iz vodenih rastvora. Prednost ovih materijala je što je potrebna veoma mala masa adsorbenta za efikasno uklanjanje boja iz vodenih rastvora. Poseban doprinos nauci predstavlja izučavanje materijala na bazi amidovanog pektina u sorpcione svrhe, s obzirom da u literaturi ne postoje rezultati sorpcionih karakteristika amidovanog pektina ili njegovog derivata. Takođe, ovo istraživanje je pokazalo da je moguće jednostavnom procedurom dobiti materijale s inkorporiranim visokim udelom montmorilonita u polimernoj matrici. Karakterizacija i svojstva ovih materijala ukazuju da mogu imati potencijalnu primenu i u drugim oblastima. Na osnovu izloženog može se zaključiti da doktorska disertacija ima naučni značaj.

Kritička analiza rezultata

Na osnovu definisanih ciljeva istraživanja određena je metodologija istraživanja koja je primenjena u doktorskoj disertaciji. S obzirom na složenost problematike, primenjeno je više metoda istraživanja. Metode koje su korišćene za karakterizaciju kompleksa su u skladu sa metodama iz literature. Kinetički modeli koji su korišćeni radi utvrđivanja kinetike i mehanizma adsorpcije boje na komplekse su u saglasnosti sa literaturom. Uvidom u dostupnu literaturu iz ove oblasti istraživanja i rezultate istraživanja dobijene primenom odabrane metodologije u okviru ovoga rada, može se primetiti da nije bilo značajnijih odstupanja i neslaganja rezultata od očekivanih.

Očekivana primena rezultata u praksi

Na osnovu rezultata ispitivanja u okviru ove doktorske disertacije očekivana primena kompleksa na bazi biopolimera je u uklanjanju boja iz otpadnih voda. S obzirom da su dobijeni kompleksi biorazgradivi, ekonomični i efikasni u uklanjanju boja, mogu zameniti konvencionalne adsorbente.

Verifikacija rezultata u časopisima i saopštenjima na konferencijama

Rezultati su potvrđeni objavljivanjem radova u vodećim međunarodnim časopisima i saopštavanjem većeg broja radova na međunarodnim skupovima. Iz disertacije su proistekla dva rada objavljena u vrhunskom međunarodnom časopisu, treći rad je podnet u vrhunskom međunarodnom časopisu Dyes and Pigments, a četvrti je u pripremi.

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu M21=8

1. Aleksandra R. Nesic , Snezana S. Trifunovic , Aleksandar S. Grujic , Sava J. Velickovic, Dusan G. Antonovic, Complexation of amidated pectin with poly(itaconic acid) as a polycarboxylic polymer model compound, Carbohydrate Research, 346 (2011) 2463-2468
DOI BR. 10.1016/J.CARRES.2011.08.021,
ISSN: 0008-6215, IF: 2.072
2. Aleksandra Nesic, Sava Velickovic, Dusan Antonovic, Characterization of chitosan/montmorillonite membranes as adsorbents for Bezactiv Orange V-3R dye, Journal of Hazardous materials (2012)
DOI BR. : 10.1016/j.jhazmat.2012.01.020,
ISSN: 0304-3894, IF: 4.14

Saopštenja sa naučnih skupova

Zbornici međunarodnih naučnih skupova- M30

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu- M34

1. Aleksandra Nesic, „Poly(itaconic acid) /pectin blends as membrane materials”, Ninth Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, 2010, Book of abstracts, V/5 (p. 40)
2. Aleksandra Nesic, Sava Velickovic, Dusan Antonovic, „Hybrid membranes based on pectin and organoclay for removing cations from wastewater“, 9th Symposium „Novel Technologies and economic development“, Leskovac, Serbia, 2011, Book of Abstracts, p.108
3. Aleksandra Nesic, Sava Velickovic, Dusan Antonovic, „The adsorption kinetics of Bezactiv Orange V-3R dye on chitosan/montmorillonite membranes”, Tenth Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, 2011, Book of abstracts, XI/4 (p.45)

5. ZAKLJUČAK

Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega napred iznetog Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata Aleksandre Nešić, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom: „**Karakterizacija i primena kompleksa na bazi hitozana i amidovanog pektina za uklanjanje azo boja iz vodenih rastvora,**„ predstavlja značajan i originalni naučni doprinos u oblasti tehnološkog inženjerstva, što je potvrđeno objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja i saopštenja na međunarodnim konferencijama.

Predlog komisije Nastavno-naučnom veću

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Izveštaj i da ga, zajedno sa podnetom disertacijom Aleksandre Nešić, da na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da, nakon završetka procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 19.mart.2012

1. Dr Dušan Antonović, red. prof TMF, mentor
2. Dr Melina Kalagasidis Krušić, docent TMF
3. Dr Antonije Onjia, naučni savetnik, INN Vinča
4. Dr Aleksandar Popović, van. prof. Hemijskog fakulteta, Beograd