

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/76
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

03.03.2016.
(Датум)

З А Х Т Е В

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Синтеза, карактеризација и примена полимерних композитних магнетних мембрана на бази етилцелулозе“.

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

АЛЕКСАНДАР (Предраг) СТАЈЧИЋ, дипл. инж.

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

3. Година дипломирања: 2009.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

Студент је уписан на докторске академске студије шк. 2010/2011. године.

6. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

Година одбране магистарске тезе: /

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће,
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној **03.03.2016. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 76. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 29. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 03.03.2016. године, донета је

О Д Л У К А

**о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације**

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **АЛЕКСАНДРА СТАЈЧИЋА**, дипл. инж., под називом: **„Синтеза, карактеризација и примена полимерних композитних магнетних мембрана на бази етилцелулозе“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др **Radmila Jančić-Heinemann**, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду на сагласност, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Александар Стајчић

Име и презиме ментора: Др Радмила Јанчић Heinemann

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Alzarrug F.A., Dimitrijević M.M., Jančić Heinemann R.M., Radojević V., Stojanović D.B., Uskoković P.S., Aleksić R., The use of different alumina fillers for improvement of the mechanical properties of hybrid PMMA composites, *Materials & Design*, Volume 86, 5 December 2015, Pages 575–581, (ISSN 0261-3069 *Materials Science, Multidisciplinary* (43/259) (IF 3,507) doi:10.1016/j.matdes.2015.07.069
2. Stojanović D. B., Zrilić M., Jančić-Heinemann R., Živković I., Kojović A., Uskoković P.S. and Aleksić R., Mechanical and anti-stabbing properties of modified thermoplastic polymers impregnated multiaxial p-aramid fabrics, vol 24 (8), (2013) pp. 772-776 (ISSN 1099-1581, *Polymer Science* 22/79, IF 2,007) DOI: 10.1002/pat.3141
3. Djošić M.S., Mišković-Stanković V.B., Kačarević-Popović Z.M., Jokić B.M., Bibić N., Mitrić M., Milonjić S.K., Jančić-Heinemann R., Stojanović J., „Electrochemical synthesis of nanosized monetite powder and its electrophoretic deposition on titanium“ *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 341, Issues 1-3, 5 June 2009, Pages 110-117 (IF 1,926 ISSN: 0927-7757) *Chemistry, Physical* (53/113) doi:10.1016/j.colsurfa.2009.03.046
4. SrdjanTadić, Radmila Jančić-Heinemann, Katarina Čolić, Aleksandar Sedmak, „High-temperature deformation behaviour of Ti3Al–11Nb intermetallic“, *International Journal of Materials Research*, [4] 2011 Page 452-456 (IF 0,86 за 2010, 20/73 *metallurgy and Metallurgical Engineering*, ISSN 1862-5282)
5. Marija M. Dimitrijević, Djordje Veljović, Milica Posarac-Marković, Radmila Jančić-Heinemann, Tatjana Volkov-Husović, Milorad Zrilić, “Mechanical Properties Correlation to Processing Parameters for Advanced Alumina Based Refractories”, *Science of Sintering*, 44 (2012) 25-33 (*Materials Science, Ceramics* 21/25, IF 0.27)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 02.03.2016.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET**

Predmet: Podobnost teme i kandidata Aleksandra Stajčića za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta br. 35/542 od 03.12.2015. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Aleksandra Stajčića, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Sinteza, karakterizacija i primena polimernih kompozitnih magnetnih membrana na bazi etilceluloze“. (Synthesis, characterization and use of magnetic polymer composite ethyl cellulose based membranes)

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Aleksandar Stajčić rođen je 12.09.1980. godine u Beogradu gde je završio osnovnu školu kao i Petu beogradsku gimnaziju. Na osnovnim studijama Tehnološko-metalurškog fakulteta, u Beogradu, smer Hemijsko inženjerstvo, diplomirao je 2009. Diplomski rad pod nazivom „Proračun napona nadzemnog horizontalnog rezervoara za propan – butan gas“ odbranio je sa ocenom 10.

Doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, studijski program Inženjerstvo materijala upisao je školske 2010/11. U okviru doktorskih studija, položio je sve ispite, sa prosečnom ocenom 9,38. Završni ispit pod nazivom „Elastična svojstva polimernih kompozitnih membrana“ odbranio je u oktobru 2014. godine sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu: dr Slaviša Putić, red. prof., dr Mirjana Kijevčanin, red. prof. i dr Radmila Jančić-Heinemann, red. prof.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Aleksandar Stajčić, dipl. inž. tehnologije, je od 01.01.2011. zaposlen u Centru za materijale i metalurgiju, Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu kao istraživač pripravnik, a od 25.09.2012. u zvanju istraživač saradnik. Trenutno je angažovan je na projektu Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije: TR-34011 „Razvoj opreme i procesa dobijanja polimernih kompozitnih materijala sa unapred definisanim funkcionalnim svojstvima“. Takođe je angažovan na tekućim projektnim zadacima bilateralne saradnje sa češkom Akademijom nauka – Institut za fiziku materijala, u Brnu. Na projektu „Višekomponentni metalni sistemi – nanostrukturni materijali sa različitim funkcionalnim karakteristikama“. Učestvovao je u izradi Studije izvodljivosti i ekonomske opravdanosti

izgradnje fabrike cementa u Ugljeviku.

Kandidat je usmerio svoj naučno istraživački rad u nekoliko oblasti: sinteza i karakterizacija visokokoercitivnih i visokoremanentnih retkozemnih magnetnih materijala, dizajn i razvoj novih tehnologija za dobijanje magnetnih kompozitnih materijala kao i u pravcu sinteze, testiranja i primene polimernih membrana za obogaćivanje vazduha kiseonikom, što je veoma aktuelna tema danas.

Aleksandar Stajčić je u okviru doktorskih studija položio sve ispite (13) predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,38. Završni ispit (pristupni rad za izradu doktorske disertacije) pod nazivom „Elastična svojstva polimernih kompozitnih membrana“ odbranio je u oktobru 2014. godine sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu: dr Slaviša Putić, red. prof., dr Mirjana Kijevčanin, red. prof. i dr Radmila Jančić-Heinemann, red. prof. Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija:

R. br.	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1.	Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala	10	6
2.	Termodinamika čvrstog stanja	7	5
3.	Metoda konačnih elemenata u inženjerstvu materijala	10	4
4.	Odabrana poglavlja matematičke analize	9	5
5.	Biokompozitni materijali	10	4
6.	Ambalaža za specijalne namene	10	4
7.	Struktura i svojstva kompozitnih materijala	10	5
8.	Hemijska kinetika	6	5
9.	Kvantifikacija vizuelnih informacija u ispitivanju materijala	10	4
10.	Procesiranje i rast monokristala materijala za elektroniku	10	4
11.	Mehanika laminarnih kompozitnih ploča i ljuski	10	3
12.	Fizičko-mehanička ispitivanja materijala	10	4
13.	Završni ispit – pristupni rad za izradu doktorske disertacije	10	30
	Ukupno	9,38	83

Aleksandar Stajčić je autor i koautor 2 rada u vrhunskom međunarodnom časopisu M21, 2 rada u međunarodnom časopisu M23, 1 rada u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom M24, 7 saopštenja sa međunarodnog skupa štampanih u celini M33, 10 saopštenja sa međunarodnog skupa štampanih u izvodu M34, 1 rada u vodećem časopisu nacionalnog značaja M51, 2 rada u časopisu nacionalnog značaja M52 i 1 tehničkog rešenja M83.

Spisak objavljenih radova i saopštenja

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja - M20

- **Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu - M21**

Aleksandar Grujić, Mirko Stijepović, Jasna Stajić-Trošić, Slaviša Putić, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Radoslav Aleksić, Dynamic Mechanical Behaviour of Polymer Bonded Nd-Fe-B Composite Materials, Materials Transactions, vol. 52 (2) (2012) p. 395-400. (ISSN: 1345-9678; IF (2010): 0.787; Metallurgy & Metallurgical Engineering 22/76] Izdavač: Sendai: Japan Institute of Metals)

Dragutin M. Nedeljković, **Aleksandar P. Stajčić**, Aleksandar S. Grujić, Jasna T. Stajić-Trošić, Milorad M. Zrilić, Jasmina S. Stevanović, Saša Z. Drmanić, *The application of zeolite nanopowder for the construction of the dense composite polymer membranes for carbon dioxide separation*, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, vol. 7 (1) (2012) p. 269-278. (ISSN: 1842-3582; IF (2010): 2.079)

- **Rad u međunarodnom časopisu – M23**

Dragutin Nedeljkovic, Marija Stevanovic, Mirko Stijepovic, **Aleksandar Stajcic**, Aleksandar Grujic, Jasna Stajic-Trosic, Jasmina Stevanovic, *The possibility of the application of the zeolyte powders for the construction of the membranes for the carbon dioxide separation*, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, vol. 21 (2) (2015) p. 277-284. (ISSN: 1451-9372; IF (2014): 0.892)

Aleksandar P. Stajčić, Jasna T. Stajić-Trošić, Aleksandar S. Grujić, Mirko Z. Stijepović, Nada L. Lazić, Tomáš Žák, Radoslav R. Aleksić, *Hybrid Nd-Fe-B/barium ferrite magnetic materials with epoxy matrix*, Hemijska industrija, vol 66 (3) (2012) p. 301-308. (ISSN: 0367-598X; IF (2012): 0.463)

- **Rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom – M24**

Jasna Stajić-Trošić, Aleksandar Grujić, Mirko Z. Stijepović, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Tomas Žak, Magnetic Behaviour Of Hybrid Magnetic Composite Materials, Zaštita Materijala 55 (2) (2014) 170-172, ISSN: 0351-9465

Zbornici međunarodnih naučnih skupova – M30

- **Saopštenje sa međunarodnog naučnog skupa štampano u celini – M33**

Aleksandar Stajčić, Senka Marjanović, Slaviša Putić, "Fatigue crack growth in glass-epoxy composites" 42nd International October Conference on Mining and Metallurgy, October 10 – 13, 2010, Kladovo, Serbia, p. 278-281

Aleksandar Stajčić, Marija Dimitrijević, Dejan Trifunović, Srđan Tadić, Radmila Jančić Heinemann, Jasna Stajić Trošić “Microstructure of sintered materials examined using Image Analysis” *42nd International October Conference on Mining and Metallurgy*, October 10 – 13, 2010, Kladovo, Serbia, p. 368-371

Jasna Stajić-Trošić, Aleksandar Grujić, Mirko Z. Stijepović, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Tomáš Žák, “Magnetic behaviour of hybrid magnetic composite materials”, proceedings of *III International congress: Engineering, environment and materials in processing industry*, March 04 to 06, 2013, Jahorina, Serbia

Aleksandar Grujić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Z. Stijepović, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Jasmina Stevanović, “Polymer bonded magnetic composites based on Nd-Fe-B”, proceedings of *III International congress: Engineering, environment and materials in processing industry*, March 04 to 06, 2013, Jahorina, Serbia

Jasna T. Stajić-Trošić, Aleksandar S. Grujić, Dragutin M. Nedeljković, **Aleksandar P. Stajčić**, Mirko Z. Stijepović, Tomaš Žák, Radoslav R. Aleksić, „Magnetic Behaviour of Polymer Bonded Nd-Fe-B Composite Materials“, *15th International Research/Expert Conference Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, TMT 2011*, September 12th – 18th 2011, Prague, Czech Republic, p. 773-776

Dragutin M. Nedeljković, Aleksandar S. Grujić, **Aleksandar P. Stajčić**, Jasna T. Stajić-Trošić, Jasmina S. Stevanović, Mirko Z. Stijepović, Vesna J. Radojević, „The Influence of the Reaction Parameters for the Synthesis of the Polymer Suitable for the Construction of the Membranes With Variable size of Pores“, *15th International Research/Expert Conference Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, TMT 2011*, September 12th – 18th 2011, Prague, Czech Republic, p. 781-784

Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Aleksandar Grujić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Stijepović, „Mixed matrix membranes based on polymer matrix and nanosized inorganic fillers for carbon dioxide separation“, *4th International Scientific Conference on Defensive Technologies*, October, 6th – 7th 2011, Belgrade, Serbia, p. 611-615

- **Saopštenje sa međunarodnog naučnog skupa štampano u izvodu – M34**

Dragutin M. Nedeljković, **Aleksandar P. Stajčić**, Aleksandar S. Grujić, Mirko Z. Stijepović, Jasna T. Stajić-Trošić, The Application of the Polymer – Zeolyte Composite Materials for Waste Gas Treatment, 13th Young Researchers Conference – material science and engineering December 10-12, 2014 Hall 2 SASA Institutes – Knez Mihajlova 36 Belgrade Serbia, pp 39, **ISBN: 978-86-80321-30-1**

Aleksandar Stajčić, J. Stajić-Trošić, S. Putić, P.S. Uskoković, F. Radovanović, R. Aleksić,

Novel hydrogel pore-filled composite membranes for heavy metal adsorption, YUCOMAT 2014, September 1-5, 2014, Herceg Novi, Montenegro, pp 98 <http://www.mrs-serbia.org.rs/images/YUCOMAT-2014.pdf>

A. Stajčić, A. Grujić, J. Stajić-Trošić, M. Stijepović, D. Nedeljković, S. Putić, P. S. Uskoković, „The Toughness and Fatigue Analysis of Nd-Fe-B/Epoxy Magnetic Composites“, *13th Annual Conference YUCOMAT 2011.*, 05.-09. September 2011, Herceg Novi, Montenegro, p. 114

Dragutin Nedeljković, Aleksandar Grujić, **Aleksandar Stajčić**, Jasna Stajić-Trošić, Radoslav Aleksić, „Synthesis of polymer material suitable for the construction of membrane with variable pore sizes“, *International workshop: Implementation of Nanomembrane Technology in the Pharmaceutical Industry*, 09.-10. September 2011., Sofia, Bulgaria, p. 39.

A. Stajčić, D. Nedeljković, A. Grujić, J. Stajić-Trošić, „Composite Polymer Membranes for Carbon Dioxide Separation“, *16. European Conference on Analytical Chemistry – Challenges in Modern Analytical Chemistry*, 11.-15. September 2011., Belgrade, Serbia, p. 81

Dragutin M. Nedeljković, Jasmina S. Stevanović, **Aleksandar P. Stajčić**, Aleksandar S. Grujić, Jasna T. Stajić-Trošić, „Living polymerization of material for the membrane for controlled drug delivery“, *2nd International workshop: Characterization, properties and application of nanostructured ceramics, polymers and composites*, 24. – 25. October, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 33

D. Nedeljković, A. Grujić, **A. Stajčić**, J. Stevanović, P. Vukotić, J. Stajić-Trošić, „Group Transfer Copolymerization of 2-(methoxyethoxy)ethyl methacrylate and tert-butyl Methacrylate by the Benzoate Catalyst“, *2nd International workshop: Characterization, properties and application of nanostructured ceramics, polymers and composites*, 24. – 25. October, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 34

D. Nedeljković, A. Grujić, **A. Stajčić**, J. Stevanović, P. Vukotić, J. Stajić-Trošić, „Effects of the Counter Ion to the Anionic Polymerization of the Methacrylates that Contain Alkoxy Groups in the Side Chain“, *2nd International workshop: Characterization, properties and application of nanostructured ceramics, polymers and composites*, 24. – 25. October, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 35

D. Nedeljković, A. Grujić, **A. Stajčić**, J. Stajić-Trošić, J. Stevanović, R. Aleksić, „Tetrabutylammoniumbenzoate catalyzed group transfer copolymerization of tert-butyl methacrylate“, *10th Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering*, December 21–23, 2011, Belgrade, Serbia, Program and the Book of Abstracts, p. 47

Aleksandar Grujić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Z. Stijepović, **Aleksandar Stajčić**, Jasmina Stevanović, Nada Lazić, Radoslav Aleksić, Lightly Filled Nd-Fe-B Magnetic Composite Materials with Polymer Matrix, European Congress on Advanced Materials and Processes -

EUROMAT 2011, September 12-15, 2011, Montpellier, France, Book of Abstract, p. A21-P-2-03, 2009

- **Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja – M51**

Aleksandar Stajčić, Aleksandra Nastasović, Jasna Stajić-Trošić, Jelena Marković, Antonije Onjia, Filip Radovanović, Novel membrane-supported hydrogel for removal of heavy metals, Journal of Environmental Chemical Engineering, doi: 10.1016/j.jece.2015.01.005, ISSN: 2213-3437

- **Rad u časopisu nacionalnog značaja – M52**

Aleksandar Grujić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Z. Stijepović, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Jasmina Stevanović, Polymer bonded magnetic composites based on Nd-Fe-B, Zaštita materijala 54 (4) (2013) 361-365

Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Jasna Stajić-Trošić, Aleksandar Grujić, Primena Zeolitnih Prahova za Izradu Kompozitnih Polimernih Membrana za separaciju Ugljen-Dioksida, Tehnika-novi materijali, rad prihvaćen za štampu, 2015.
[ISSN: 0354-2300] Izdavač: Savez inženjera i tehničara Srbije

- **Novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak – M83**

Aleksandar Grujić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Stijepović, Dragutin Nedeljković, **Aleksandar Stajčić**, Lana Putić, Uređaj za određivanje separacionih karakteristika membrana, Korisnici rezultata: Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd i PPT Namenska add, Trstenik. Oblast na koju se tehničko i razvojno rešenje odnosi: materijali i hemijske tehnologije, M83 - Novo laboratorijsko postrojenje, 2013. Korisnik: PPT Namenska, Trstenik. Oblast na koju se tehničko i razvojno rešenje odnosi: materijali i hemijske tehnologije

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i ostvarenih rezultata tokom doktorskih studija, Aleksandar Stajčić je pokazao izuzetnu sklonost i sposobnost za bavljenje naučnoistraživačkim radom. To se ogleda, kako u samostalnom kreiranju i realizaciji istraživanja vezanih za temu doktorske disertacije, tako i kroz rad na ostalim istraživanjima koja se izvode u okviru projekata na kojima je bio angažovan. Do sada je bio autor i koautor 2 rada u vrhunskom međunarodnom časopisu M21, 2 rada u međunarodnom časopisu M23, 1 rada u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom M24, 7 saopštenja sa međunarodnog skupa štampanih u celini M33, 10 saopštenja sa međunarodnog skupa štampanih u izvodu M34, 1 rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja M51, 2 rada u časopisu nacionalnog značaja M52, 1 tehničko rešenje M83. Na osnovu biografskih podataka kandidata, njegovih naučnih i stručnih aktivnosti, kao i objavljenih radova, Komisija smatra da je kandidat podoban za efikasan teorijski i eksperimentalni rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Separacija kiseonika i azota iz vazduha, kao i obogaćivanje vazduha kiseonikom predstavljaju veoma ozbiljan zadatak u savremenoj industriji. Pored konvencionalnih kriogenih metoda koje se baziraju na frakcionoj destilaciji tečnog vazduha, separaciju je moguće vršiti i membranskim postupcima. Zbog činjenice da se separacija vrši na molekulskom nivou, membrane koje se koriste za ovu svrhu svoja separaciona svojstva zasnivaju na različitim brzinama difuzije molekula gasa kroz membranu. Za kvalitetno i efikasno razdvajanje gasova iz gasne smeše, neophodno je poznavati i iskoristiti sva svojstva u kojima se razlikuju molekuli pojedinih gasova. Difuziona svojstva različitih gasova su detaljno opisana i proučena. U slučaju velikih razlika u dimenzijama molekula gasa, moguće je koristiti i molekulsku sita. Sa druge strane, različita magnetna svojstva gasova nisu još uvek dovoljno iskorišćene u separacionim procesima. Pregledom aktuelne naučne literature ustanovljeno je da se membranama na bazi nanočestica sa magnetnim prahom nije posvećivala pažnja. Polimerne neporozne membrane je moguće modifikovati dodatkom magnetnog praha. Primena ovih membrana je moguća u situacijama u kojima je potrebno separisati gasove različitih magnetnih svojstava. Jedna od najširih mogućnosti primene membrana sa dispergovanim magnetnim prahom je razdvajanje azota (diamagnetičan) i kiseonika (paramagnetičan) iz vazduha. Ukoliko bi se u već postojeću membranu za separaciju azota i kiseonika dodao prah permanentnog magneta, separaciona svojstva celog sistema bi se poboljšala usled prisustva magnetnog polja i njegovog dejstva na paramagnetni gas. U tom slučaju, neophodno je obezbediti uniformnu disperziju čestica magnetnog praha po zapremini polimera. Alternativno, umesto disperzije magnetnih čestica po zapremini membrane, moguće je prevući membranu slojem magnetnog praha. Na taj način, dobila bi se asimetrična polimernna membrana sa magnetnom prevlakom.

Etilceluloza je odabrana za polimernu matricu ovog tipa membrana usled dobrih permeativnih svojstava za kiseonik. Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je sinteza, karakterizacija i gasno-separaciona svojstva neporoznih polimernih membrana na bazi etilceluloze i dispergovanih magnetnih nanočestica.

Primarni cilj ove doktorske disertacije je teorijsko i eksperimentalno izučavanje uticaja, vrste i udela magnetnog praha, tipa i udela polimernog veziva, pri sintetisanju membrana za separaciju gasova iz vazduha (obogaćenje vazduha kiseonikom). Ispitivanje strukturnih svojstava kompozita i veza matrice i punioca u kompozitu ima za cilj bolje razumevanje ponašanja magnetnih materijala i njihovog uticaja na proces separacije. Sekundarni cilj ove studije je da se dovedu u vezu fizičke karakteristike polimera i punioca sa svojstvima dobijenog kompozita.

Relevantni bibliografski izvori:

- [1] Rybak A, Kaszuwara W.: *Magnetic properties of the magnetic hybrid membranes based on various polymer matrices and inorganic fillers*, J. Alloys Compd. 648 (2015) 205-214.
- [2] Jian P, Yah sui H, Yang W, Linlin L.: *Preparation of polysulfone- Fe_3O_4 composite ultrafiltration membrane and its behavior in magnetic field*, J. Membr. Sci. 284 (2006) 9-16.
- [3] Rybak A, Grzywna Z. J, Kaszuwara W.: *On the air enrichment by polymer magnetic membranes*, J. Membr. Sci. 336 (2009) 79-85.
- [4] Strzelewicz A, Grzywna Z. J.: *Studies on the air membrane separation in the presence of a magnetic field*, J. Membr. Sci. 294 (2007) 60-67.
- [5] Ravindra R, Sridhar S, Khan A. A, Rao A. K.: *Pervaporation of water, hydrazine and monomethylhydrazine using ethylcellulose membranes*, Polym. J. 41 (2000) 2795-2806.
- [6] Rahimnejad M, Ghasemi M, Najafpour G. D, Ismail M, Mohammad A. W, Ghoreyshi A. A, Hassan S. H.A.: *Synthesis, characterization and application studies of self-made $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PES}$ nanocomposite membranes in microbial fuel cell*, Electrochim. Acta 85 (2012) 700-706.
- [7] Huang Z-Q, Zheng F, Zhang Z, Xu H-T, Zhou K-M.: *The performance of the PVDF- Fe_3O_4 ultrafiltration membrane and the effect of a parallel magnetic field used during the membrane formation*, Desalination 292 (2012) 64-72.
- [8] Yuan Q, Williams R. A.: *Large scale manufacture of magnetic polymer particles using membranes and microfluidic devices*, China Particuology 5 (2007) 26-42.
- [9] Krasowskan M, Rybak A, Dudek G, Strzelewicz A, Pawelek K, Grzywna Z. J.: *Structure morphology problems in the air separation by polymer membranes with magnetic particles*, J. Membr. Sci. 415-416 (2012) 864-870
- [10] Ravindra R, Krovvidi K. R, Khan A. A, Rao A. K.: *FTIR, Diffusivity, Selectivity, and Aging Studies of Interactions of Hydrazine, Water, and Hydrazine Hydrate with the Ethylcellulose Membrane*, Macromolecules 30 (1997) 3288-3292.
- [11] Madaeni S.S, Enayati E, Vatanpour V.: *Separation of nitrogen and oxygen gases by polymeric membrane embedded with magnetic nano-particle*, Polym. Adv. Technol. 22 (2011) 2556-2563.
- [12] Desai J, Alexander K, Riga A.: *Characterization of polymeric dispersions of dimenhydrinate in ethyl cellulose for controlled release*, Int. J. Pharm. 308 (2006) 115-123.
- [13] Rybak A, Grzywna Z. J, Sysel P.: *Mixed matrix membranes composed of various polymer matrices and magnetic powder for air separation*, Sep. Purif. Technol. 118 (2013) 424-431.
- [14] Li N.N, Fane A.G, Winston Ho W.S, Matsuura T.: *Advanced membrane technology and applications*, John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, 2008.
- [15] Luis P, Van Gerven T, Van der Bruggen B.: *Recent developments in membrane based technologies for CO_2 capture*, Progr. Energy Combust. Sci. 38 (2012) 419-448.

- [16] Huang M.-R, Li X.-G., Lin G.: *Air separation properties and stabilities of blend membranes of liquid crystals with ethyl cellulose*, Sep. Sci. Technol. 30 (1995) 449–460.
- [17] Li X.-G, Huang M.-R.: *Water-casting ultrathin-film composite membranes for air separation*, Sep. Sci. Technol. 31 (1996) 579–603.
- [18] Wankat P.C, Kostroski K.P.: *Hybrid membrane–cryogenic distillation air separation process for oxygen production*, Sep. Sci. Technol. 46 (1993) 1539–1545.
- [19] Mazid M.A, Matsuura T.: *Membrane gas separation: a critical overview*, Sep. Sci. Technol. 28 (1993) 2287–2296.
- [20] Gancarz I, Bryjak J, Bryjak M, Tylus W, Pozniak G.: *Poly(phenylene oxide) films modified with allylamine plasma as a support for invertase immobilization*, Eur. Polym. J. 42 (2006) 2430–2440
- [21] Huang B.X, Malzbender J, Steinbrech R.W, Singheiser L.: *Mechanical properties of $La_{0.58}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$ membranes*, Solid State Ionics 180 (2009) 241–245.
- [22] Lipińska-Chwałek M, Schulze-Küppers F, Malzbender J.: *Strength and elastic modulus of lanthanum strontium cobalt ferrite membrane materials*, Ceram. Int. 41 (2015) 1355–1360.

3. Polazne hipoteze

Osnovne polazne hipoteze na kojima se bazira izrada predložene disertacije su:

- postoji mogućnost sinteze membrane zahtevanih separacionih karakteristika procesom uklanjanja rastvarača iz rastvora polimera i magnetnih nanočestica;
- podešavanjem procesnih parametara prilikom sinteze, moguće je dobiti membrane optimalnih separacionih karakteristika;
- usled istovremenog delovanja magnetnog polja i različite brzine difuzije za kiseonik i azot, separaciona svojstva membrane će biti unapređena u odnosu na raspoložive separacione sisteme;
- mehanička svojstva dobijenih membrana moguće je unaprediti da bi se omogućila njihova inženjerska primena.

4. Naučne metode istraživanja

Etilcelulozne membrane su dobijene rastvaranjem 3-5% etilceluloze u rastvaraču dobijenom mešanjem etanola i toluena u odnosu 40:60, dobijeni rastvor je izlivan u petrijeve solje i potom susen na sobnoj temperaturi 24h. Magnetne membrane dobijene su mešanjem magnetnog praha sa etilcelulozom i potom je smeša iz koje su izlivane membrane dobijena istim postupkom kao i membrane bez dodatog magnetnog praha, razlika je bila u tome što su ove membrane bile sušene u magnetnom polju. Posle uklanjanja membrana iz petri šolja one se dodatno suše na temperaturi od 40°C.

Karakterizacija strukture membrana će biti izvršena infracrvenom spektroskopijom sa Furijeovom transformacijom (FTIR). Morfologija pripremljenih materijala biće ispitana

skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Fazni sastav analiziraće se pomoću rendgensko difraktometrijske analize (XRD) i ^{57}Fe Mösbauerove spektroskopije (MS) fazne analize. Termijsko ponašanje istraživanih magnetnih kompozitnih materijala vršiće se primenom diferencijalno skenirajuće kalorimetrije (DSC) i termogravimetrijske analize (TGA). Promena dinamičko-mehaničkih svojstava u funkciji temperature ispitaće se na Dynamical Mechanical Analysis (DMA) uređaju. Ispitivanje mehaničkih karakteristika (moduli elastičnosti, ispitivanje na zatezanje) će se izvršiti prema odgovarajućim ASTM standardima. Veličina pora će biti određena the Brunauer, Emmett and Teller (BET) tehnikom. Topografija će se vršiti Atomic-force mikroskopijom (AFM). Magnetna svojstva sintetizovanih magnetnih kompozitnih materijala meriće se vibracionom magnometru (VSM) sa jačinom magnetnog polja do 2.4T i na Superconducting Quantum Interference Device (SQUID) magnetometru. Magnetna svojstva će se analizirati preko dobijenih histerezisnih petlji, a merenja će biti vršena na sobnoj temperaturi. Uticaj lokalnih promena u strukturi na mehanička svojstva membrana će biti ispitan nanoindentacijom.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da će istraživanja u okviru ove doktorske disertacije dati sledeće rezultate:

- dizajn nove membrane za razdvajanje kiseonika i azota iz vazduha sa unapređenim separacionim karakteristikama u odnosu na postojeće sisteme;
- sinteza nove membrane za separaciju gasova sa unapređenim separacionim karakteristikama;
- pojednostavljivanje procedure za sintezu membrana za separaciju vazduha;
- proširenje fundamentalnih znanja iz oblasti sinteze neporoznih kompozitnih membrana;
- nova saznanja o međusobnom uticaju i povezanosti strukture, postupka dobijanja i svojstava neporoznih kompozitnih membrana za gasnu separaciju sa ciljem optimizacije separacionih svojstava kompozitnog materijala.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije obuhvata sintezu kompozitnih neporoznih membrana, ispitivanje međusobnog uticaja i povezanosti strukture i postupka dobijanja sa separacionim svojstvima i efikasnosti ovih membrana.

U prvom delu disertacije proučavaće se optimalni procesni uslovi za sintezu neporozne kompozitne membrane (parametri taloženja iz rastvora i sušenja za separaciju gasova na bazi etilceluloze (EC) i magnetnih nanočestica. Takođe, biće definisani procesni parametri za dobijanje membrane optimalnih karakteristika definisanih svojstava.

Drugi deo doktorske disertacije obuhvatiće karakterizaciju dobijenih membrana, ispitivanje strukturnih i separacionih svojstava sintetisanih membrana, kao i njihovo poređenje sa postojećim, komercijalnim membranskim sistemima.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura.*

U poglavlju *Uvod* biće prikazane opšte informacije o različitim polimernim i magnetnim

materijalima i procesima koji se koriste za dobijanje membrana, kao i o različitim trenutnim membranskim procesnim sistemima, razvoju i značaju njihove primene.

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće literaturni pregled relevantnih istraživanja, vezanih za:

- opšta svojstva, strukturna i morfološka svojstva materijala za sintezu membrana;
- konvencionalne metode dobijanja membrana;
- termodinamiku i kinetiku procesa sinteze membrana;

U *Eksperimentalnom delu* će biti prikazani:

- polazni materijali korišćeni tokom sinteze membrana koje su predmet istraživanja ove doktorske disertacije;
- opis postupka pripreme rastvora polimera, dispergovanja magnetnog praha i dobijanja membrana;
- opis optimizacije procesnih parametara za dobijanje neporoznih membrana sa ciljem postizanja uniformne disperzije magnetnih nanočestica;
- metode i uslovi karakterizacije sintetisanih membrana.

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani eksperimentalni rezultati dobijeni primenom različitih metoda karakterizacije dobijenih kompozitnih neporoznih membrana:

- strukturne promene na osnovu FTIR spektroskopije ;
- kapaciteti separacije membrana različitih sastava, dobijenih korišćenjem magnetnih nanočestica različitih svojstava;
- morfologija membrana dobijena skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM);
- karakterizacija kompozitnih membrana putem DSC analize, difrakcije X zraka, TGA analize
- mehanička karakterizacija testovima istezanja.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati ispitivanja sinteze i karakterizacije kompozitnih neporoznih membrana za gasnu separaciju, uz osvrt na njihovu inovativnost, važnost i primenu, kao i predlog plana budućih istraživanja.

U poglavlju *Literatura* biće prikazani svi literaturni navodi citirani u disertaciji, kao i radovi proistekli iz istraživanja u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog komisija smatra da kandidat **Aleksandar Stajčić** ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom „**Sinteza, karakterizacija i primena polimernih kompozitnih magnetnih membrana na bazi etilceluloze**“ naučno utemeljena i da će rezultati ovog rada predstavljati značajan naučni doprinos naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, uža naučna oblast Inženjerstvo materijala, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu **Aleksandru Stajčiću** odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim naslovom. Za mentora se predlaže **dr Radmila Jančić-Heinemann**, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu.

U Beogradu, 19.02.2016 god.

Članovi komisije:

Dr Radmila Jančić-Heinemann, red. prof.

Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Slaviša Putić, red. prof.

Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Vesna Radojević, red. prof.

Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Jasna Stajić-Trošić, naučni savetnik

Institut za hemiju tehnologiju i metalurgiju, Beograd

Dr Dragutin Nedeljković, naučni saradnik

Institut za hemiju tehnologiju i metalurgiju, Beograd