

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/500
(Број захтева)

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

23.10.2015.
(Датум)

ЗАХТЕВ

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:

„Динамичко-механичка и термичка својства композита базираних на незасићеним полиестарским смолама и модификованим наночестицама силицијум-диоксида и целулозе“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ЈЕЛЕНА (Драган) РУСМИРОВИЋ, дипл. инж.

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

Година дипломирања: 2011.

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

Година одбране мастер рада: 2012.

3. Назив магистарске тезе кандидата: /

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

5. Година одбране магистарске тезе: /

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

на седници одржаној 22.10.2015. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 22.10.2015. 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 **ЈЕЛЕНЕ РУСМИРОВИЋ**, мастер инж., под називом: „**Динамичко-механичка и термичка својства композита базираних на незасићеним полиестарским смолама и модификованим наночестицама силицијум-диоксида и целулозе**“.

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

За ментора се одређује **др Александар Маринковић**, доцент 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: Јелена Д. Русмировић

Име и презиме ментора: Др Александар Маринковић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. P. M. Spasojević, V. V. Panić, J. V. Dzunuzović, **A. D. Marinković**, A. J. J. Woortman, K. Loos, I. G. Popović, *High performance alkyd resins synthesized from postconsumer PET bottles*, RSC Advances, 5 (2015) 62273–62283; IF 3,840 (M21); ISSN 2046-2069; DOI: 10.1039/c5ra11777a
2. T. S. Radoman, J. V. Džunuzović, K. T. Trifković, T. Palija, **A. D. Marinković**, B. Bugarski, E. S. Džunuzović, *Effect of surface modified TiO₂ nanoparticles on thermal, barrier and mechanical properties of long oil alkyd resin-based coatings*, eXPRESS Polymer Letters, 9(10) (2015) 916–931; IF 2,761 (M21); ISSN 1788-618X; DOI: 10.3144/expresspolymlett.2015.83
3. Abdolghane M. Torki, Dušica B. Stojanović, Irena D. Živković, **Aleksandar Marinković**, Sreco D. Škapin, Petar S. Uskoković, Radoslav R. Aleksić, *The viscoelastic properties of modified thermoplastic impregnated multiaxial aramid fabrics*, Polymer Composites 33 (2012) 158–168, IF 1,482 (M21); ISSN 0272-8397 DOI: 10.1002/pc.21260.
4. Enis S. Džunuzović, Jasna V. Džunuzović, **Aleksandar Marinković**, Milena T. Marinović-Cincović, Katarina B. Jeremić, Jovan M. Nedeljković, *Influence of surface modified TiO₂ nanoparticles by gallates on the properties of PMMA/TiO₂ nanocomposites*, European Polymer Journal, 48 (2012) 1385–1393; IF 2,562 (M21); ISSN 0014-3057; doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2012.05.017
5. Jelena D. Rusmirović, Tijana Radoman, Enis Džunuzović, Jasna Džunuzović, Jasmina Markovski, Pavle Spasojević, **Aleksandar Marinković**, *Effect of the modified silica nanofiller on the mechanical properties of unsaturated polyester resins based on recycled polyethylene terephthalate*, Polymer Composites, early view, (2015); IF 1,632 (M21); ISSN 0272-8397; DOI: 10.1002/pc.23613

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

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, 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: 15.10.2015. godine

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Jelene Rusmirović za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/307 od 09. 07. 2015. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Jelene Rusmirović za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme **„Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze“**.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Kandidat Jelena D. Rusmirović, mast. inž. tehnologije, rođena je 14. 05. 1987. godine u Sokobanji. Osnovnu školu završila je u Sokobanji, a srednju medicinsku školu u Zaječaru. Godine 2006. upisala je studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Hemijska tehnologija, studijsko područje Farmaceutsko inženjerstvo i diplomirala 31. 08. 2011. godine, sa prosečnom ocenom 8,29. Završni rad na temu **„Ispitivanje uticaja jona srebra na morfologiju srebro/poli(2-hidroksietil metakrilat/poli(etilen glikol) monoakrilat/itakonska kiselina) hibridnih hidrogelova“** odbranila je sa ocenom 10. Master studije završila je 2012. godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Hemijsko inženjerstvo, sa prosečnom ocenom 9,25. Završni master rad na temu **„Kontrolisano otpuštanje jona srebra(I), bakra(II) i cinka(II) iz hibridnih hidrogelova na bazi (met)akrilata“** odbranila je 28. 09. 2012. na katedri za Hemijsko inženjerstvo sa ocenom 10. Doktorske studije upisala je školske 2012/2013. godine na istom fakultetu - smer Hemijsko inženjerstvo. Ispite na doktorskim studijama je položila sa prosečnom ocenom 10.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Jelena D. Rusmirović je u okviru doktorskih studija položila sve ispite (12) predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 10,0. Završni ispit (pristupni rad za izradu doktorske disertacije) pod nazivom **„Uticaj SiO₂ čestica na mehanička svojstva nanokompozitnih materijala baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama dobijenih iz otpadnog PET-a“** je odbranila u oktobru 2013. godine sa ocenom 10,0 pred komisijom u

sastavu: dr Aleksandar Marinković, docent, dr Enis Džunuzović, docent i dr Simonida Tomić, vanr. prof.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija.

R. br.	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1.	Fizička hemija polimera	10	4
2.	Fizička organska hemija	10	5
3.	Strukturna analiza organskih molekula	10	6
4.	Hemija metal-organskih jedinjenja	10	4
5.	Princip organske sinteze – Savremene metode i reakcije	10	6
6.	Viši kurs termodinamike	10	5
7.	Bioaktivne materije u kozmetičkim proizvodima	10	4
8.	Odabrana poglavlja biohemije – Vitamini	10	5
9.	Polimerni biomaterijali	10	4
10.	Analogije fenomena prenosa	10	5
11.	Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
12.	Završni ispit – pristupni rad za izradu doktorske disertacije	10	30
	Ukupno		83

Jelena D. Rusmirović je od 01. 10. 2014. zaposlena u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu kao istraživač pripravnik, a od 05. 10. 2015. stiče zvanje istraživač saradnik. Trenutno je angažovana na projektu Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije: OI 172057 „**Usmerena sinteza, struktura i svojstva multifunkcionalnih materijala**“, period 2011.–2015., čiji je rukovodilac dr Vladimir Pavlović.

Takođe je bila angažovana na projektima „**Razvoj novih tehnologija proizvodnje poliola različitih svojstava iz otpadne polietilentereftalatne ambalaže i alkidnih, poliestarskih i poliuretanskih proizvoda baziranih na tim poliolima**“ – III i IV faza (2013.–2014.), koji su realizovali Sekretarijat za zaštitu životne sredine grada Beograda i Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Oblast naučnoistraživačkog rada Jelene D. Rusmirović obuhvata razvoj i optimizaciju postupka sinteze nezasićenih poliestarskih smola (NZPE) iz poliola dobijenih hemijskom reciklažom poli(etilen tereftalata). Istraživanja obuhvaćena predloženom temom doktorske disertacije odnose se na različite pristupe funkcionalizacije nanočestica silicijum-dioksida (SiO_2) i kristalne celuloze (NC) i primenu takvih materijala u polimernim nanokompozitima baziranim na NZPE smolama.

Jelena D. Rusmirović je kao koautor i autor do sada učestvovala u izradi i publikaciji ukupno 15 radova u kategorijama: M21-2, M33-10, M34-1, M52-1, kao i 4 novih tehnoloških postupaka (oznaka grupe M82-4 tehnološka postupka) i odbranila je Master tezu, kategorija: M72-1. Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, kandidat je autor 1 naučnog rada objavljenog u vrhunskom međunarodnom časopisu (oznaka grupe M20: vrsta rezultata M21-1 rad) i 8 saopštenja prikazanog na međunarodnom skupu (oznaka grupe M30: vrsta rezultata M33-8 saopštenja).

BIBLIOGRAFIJA NAUČNIH I STRUČNIH RADOVA

1. Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja – M20

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu– M₂₁

1. **J.D. Rusmirović**, T. Radoman, E.S. Džunuzović, J.V. Džunuzović, J.S. Markovski, P. Spasojević, A.D. Marinković, *Effect of the modified silica nanofiller on the mechanical properties of unsaturated polyester resins based on recycled polyethylene terephthalate*, Polymer Composites, (2015), early view, DOI 10.1002/pc.23613, ISSN:0272-8397; IF(2014)=1,632.
2. K. Taleb, J.S. Markovski, M. Milosavljević, M. Marinović-Cincović, **J.D. Rusmirović**, M. Ristić, A.D. Marinković, *Efficient arsenic removal by cross-linked macroporous polymer impregnated with hydrous iron oxide: Material performance*, Chemical Engineering Journal, Vol. 279 (2015), pp 66–78, DOI 10.1016/j.cej.2015.04.147, ISSN: 1385-8947; IF(2014)=4,321

2. Rad u međunarodnom časopisu koji nije na SCI listi (M52)

1. N.B. Malešić, **J.D. Rusmirović**, J.S. Jovašević, M.D. Perišić, S.I. Dimitrijević, J.M. Filipović, S.Lj. Tomić, *Antimicrobial hydrogels based on 2-hydroxyethyl methacrylate and itaconic acid containing silver(I) ion*, Tehnika, 23 (2014), 563-567.

3. Zbornici međunarodnih naučnih skupova

3.1. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini - M₃₃

1. **J.D. Rusmirović**, V.D. Tomić, J.S. Markovski, M.P. Rančić, A.D. Marinković, *Mechanical properties of nanocomposite materials based on unsaturated polyester resin obtained from waste pet and nanocellulose*, 14th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Topola, Serbia (2014), pp. 919-926, ISBN 978-86-6075-048-0.
2. L.R. Milošević, M.P. Rančić, T.Palija, J.S. Markovski, **J.D. Rusmirović**, V.D. Tomić, A.D. Marinković, *Nanocomposite coatings based on alkyd resins made from waste pet bottles and nanocellulose*, 14th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Topola, Serbia (2014), pp. 893-898, ISBN 978-86-6075-048-0.
3. **J.D. Rusmirović**, V.D. Tomić, L. Milošević, I. Ajaj, I. Popović, J.S. Markovski, A.D. Marinković, *The effect of SiO₂ nanofiller on the mechanical properties of unsaturated polyester resins based on recycled PET*, 4th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2014, Vrnjačka Banja, Serbia (2014).
4. V.D. Tomić, **J.D. Rusmirović**, I. Popović, I. Ajaj, M. Vuruna, M. Rančić, A.D. Marinković, *Synthesys of the plasticizer dialkyl terephthalates from waste polyethylene terephthalate used in rubber processing*, 4th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2014, Vrnjačka Banja, Serbia (2014).
5. **J.D. Rusmirović**, A.R. Božić, J.S. Markovski, E.S. Džunuzović, P.M. Spasojević, A.D. Marinković, *Production of granulates from waste poly(vinyl chloride) and dioctyl terephthalate for use in construction and industry*, 13th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 940 – 948, ISBN 978-86-6075-042-8.
6. **J.D. Rusmirović**, A. Vojvodić-Ostojić, D.M. Janković, J.S. Markovski, E.S. Džunuzović, P.M. Spasojević, A.D. Marinković, *Production of unsaturated polyester resin from polyethylene terephthalate (PET) and composite materials used in construction and industry*, 13th

international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 948 – 953, ISBN 978-86-6075-042-8.

7. A.R. Božić, A. Vojvodić-Ostojić, J.S. Markovski, **J.D. Rusmirović**, D.S. Budimirović, A.D. Marinković, *New method for synthesis of novel N-(substituted phenyl)-O-isobutyl thioncarbamates*, 13th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 753 – 759, ISBN 978-86-6075-042-8.

8. J. S. Markovski, V.R. Djokić, D.S. Budimirović, **J.D. Rusmirović**, A.D. Marinković, M.M. Milosavljević, *Determination of thioncarbamates and dixanthogenates residues in waste water obtained from the waste after xanthates treatment*, 13th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 842 – 847, ISBN 978-86-6075-042-8.

9. M.R. Rančić, **J.D. Rusmirović**, S.D. Pešić, D.M. Janković, E.S. Džunuzović, P.M. Spasojević, A.D. Marinković, *The kinetic study of PET glycolysis reaction*, 13th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 933 – 939, ISBN 978-86-6075-042-8.

10. A. Vojvodić-Ostojić, **J.D. Rusmirović**, V.R. Djokić, E.S. Džunuzović, P.M. Spasojević, S.D. Pešić, A.D. Marinković, *Synthesis of flexible polyurethane foams based on polyols obtained by alcoholysis of PET waste*, 13th international conference "Research and development in mechanical industry" - Application of mechanical engineering in other industrial fields, Kopaonik, Serbia (2013), pp. 976 – 981, ISBN 978-86-6075-042-8.

3.2. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu - M₃₄

1. **J.D. Rusmirović**, J.M. Filipović, S.Lj. Tomić, Effect of hydrogel composition on controlled release and antimicrobial activity of zinc(II) ions from zinc/poly(2-hydroxyethyl methacrylate/itaconic acid) hydrogels, *12th young researchers conference "Materials science and engineering"*, Belgrade, Serbia (2013).

4. Patenti, autorske izložbe, testovi (M90)

1. N. Novaković, A.D. Marinković, **J.D. Rusmirović**, D.Ž. Mijin, M.M. Milosavljević, Novi postupak za proizvodnju biodegradabilnih filmova na bazi polietilena. Broj patentne prijave: P – 2013/0249. Registrovani subjekat RPC "Nora" d.o.o. je nosilac inovacione aktivnosti projekta "Razvoj novih tehnologija za proizvodnju novih, tankih ekološki prihvatljivih ambalažnih materijala", ev. br. 451-03-00605/2012-16/113, tehnologija je zaštićena patentnom prijavom, "Novi postupak za proizvodnju biodegradabilnih filmova na bazi polietilena", P– 2013/0249. Republički zavod za intelektualnu svojinu Republike Srbije, Beograd, 2013. (potvrda od proizvođača).

5. Naučna saradnja i saradnja sa privredom

5.1. Učešće na projektima, studijama, elaboratima i sl. sa privredom (M103)

1. Istraživač saradnik na projektu: "Razvoj novih tehnologija proizvodnje poliola različitih svojstava iz otpadne polietilentereftalatne ambalaže i alkidnih, poliestarskih i poliuretanskih proizvoda baziranih na tim polioliima- III i IV faza", ugovorne strane grad Beograd, gradska uprava grada Beograda, Sekretarijat za zaštitu životne sredine Grada Beograda (ugovor zaveden

pod br. 4011.1-106/12-V-01 od 21.06.2011), i Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu (ugovor zaveden pod brojem, 1234/1 od 22.06.2011).

5.2. Učešće u naučnim projektima finansiranim od strane nadležnog ministarstva- (M105)

1. Istraživač pripravnik na projektu: "Usmerena sinteza, struktura i svojstva multifunkcionalnih materijala (2011-2015) ", br projekta OI 172057. Institut-fakultet (NIO zaposlenja): Inovacioni centar (NIO zaposlenja) Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu. Rukovodilac projekta Dr Vladimir Pavlović.

6. Novi tehnološki postupak – (M82)

1. A.D. Marinković, M.M. Milosavljević, A. Živković, **J.D. Rusmirović**, S. Krstić, S.D Petrović, "Tehnološki postupak dobijanja tionkarbamata (selektivni flotoreagensi) aminolizom natrijum-izobutylksantogen acetata", Odluka br. 35/370.

2. A.D. Marinković, M.M. Milosavljević, I.R. Popović, **J.D. Rusmirović**, E.S. Džunuzović, S.D. Petrović, "Novi tehnološki postupak sinteze cink-diamilditiokarbamata (aditiv za tečna maziva)", Odluka br. 35/371.

3. A.D. Marinković, M. Rančić, **J.D. Rusmirović**, A. Živković, J.S. Markovski, S.D. Petrović, "Postupak za proizvodnju nezasićenih poliestarskih smola iz polietilentereftalata (PET-a) i kompozitnih materijala za primenu u građevinarstvu i industriji", Odluka br. 35/372.

4. M.M. Milosavljević, A.D. Marinković, **J.D. Rusmirović**, I.R. Popović, P.V. Dašić, S.D. Petrović, "Novi postupak formulacije sredstava za impregnaciju drveta", odluka broj 546/3-5.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i ostvarenih rezultata tokom doktorskih studija, Jelena D. Rusmirović je pokazala 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 bila angažovana. Do sada je objavila 2 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima od kojih jedan pripada oblasti istraživanja prijavljene teme i na kome je prvi autor, 10 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima, kao i 1 patentnu prijavu i 4 nova tehnološka postupka. Komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

S obzirom da se trenutna potrošnja poli(etilen tereftalne) (PET) ambalaže generiše u ogromnu količinu otpada, hemijska reciklaža polimera i razvoj novih materijala baziranih na recikliranim sirovinama dobija na izuzetnom značaju. Značaj hemijske reciklaže polimera odnosi se na ostvarenja tehničkih, ekoloških i ekonomskih benefita koji se odlikuju uštedom prirodnih resursa, smanjenjem količinom otpada i potrošnje energije i u skladu je sa stanovištem principa održivog razvoja [1,2]. Tehnike reciklaže PET-a dele se na primarnu, sekundarnu, tercijarnu i kvaternu od kojih je najznačajnija tercijarna koja podrazmeva transformaciju polimernog lanca do monomera [3-6] koji se kao takvi ili prečišćeni mogu koristiti za ponovnu proizvodnju istog polimera ili se mogu koristiti za sintezu poliestarskih, alkidnih, epoksidnih smola [7-17]. NZPE smole predstavljaju najrasprostranjenije termoreaktivne smole u proizvodnji ojačanih polimernih kompozita [18-20]. U poslednje vreme sve veća pažnja posvećena je

polimer/silikatnim nanokompozitnim materijalima, jer se dispergovanjem nanočestica SiO₂ u polimerne materijale dobijaju nanokompozitni materijali sa boljim mehaničkim svojstvima. Dobra fizičko-mehanička svojstva nanokompozitnih materijala na bazi nanočestica SiO₂ se mogu objasniti dobrom disperzijom u matrici, kao i prisustvom jakih interakcija između nanopunila i polimerne matrice [21,22]. Ispitano je i dokazano da nemodifikovane nanočestice SiO₂ pozitivno utiču na svojstva premaza nezasićenih poliestarski smola [23].

Predmet rada ove doktorske disertacije odnosi se na proučavanje uslova i kinetike katalitičke depolimerizacije PET-a postupkom glikolize, zatim proučavanja načina sinteze NZPE smola baziranih na monomerima dobijenih depolimerizacijom PET-a, i anhidrida maleinske kiseline, kao i pripreme kompozitnih materijala ojačanih modifikovanim nanočesticama SiO₂ i NC. Hemijska modifikacija nanočestica SiO₂ izvršiće se različitim organo-silanima. NC izolovaće se iz pamuka, a modifikacija površine izvršiće se direktnim vezivanjem masnih kiselina izolovanih iz ulja ili vezivanjem metil estra masnih kiselina preko anhidrida maleinske kiseline. Cilj rada je ispitivanje uticaja različito površinski modifikovanih čestica punila i kao i uticaja njihove koncentracije na fizičko-mehanička svojstva dobijenih polimernih nanokompozita.

LITERATURA

1. M. Atta, M. E. Abdel-Raouf, S. M. Elsaheed, A. Abdel-Azim, *J. Appl. Polym. Sci.*, 103, 3175 (2007).
2. S. M. Al-Salem, P. Lettieri, J. Baeyens, *Waste Manage.*, 29, 2625 (2009).
3. F. Awaja D. Pavel, *Eur. Polym. J.*, 41, 1453 (2005).
4. B. Geyer, S. Reohner, G. Lorenz, A. Kandelbauer, *J. Appl. Polym. Sci.*, 131, 2, (2014).
5. C. Lorenzetti, P. Manaresi, C. Berti, G. Barbiroli, *J. Polym. Environ.*, 14, 89 (2006).
6. M.B. Polk, M.E. Rogers T.E. Long, *Synthetic Methods in Step-Growth Polymers*, Wiley, New Jersey, 527 (2003).
7. S. Katoch, V. Sharma, P.P. Kundu, *Chem. Eng. Sci.*, 65, 4378 (2010).
8. D.J. Suh, O.O. Park, K.H. Yoon, *Polymers*, 41, 461 (2000).
9. J.M.L. Reis, *Mater. Sci. Eng. A Struct.*, 528, 3007 (2011).
10. A.M. Atta, M.E. Abdel-Raouf, S.M. Elsaheed, A. Abdel-Azim, *Prog. Org. Coat.*, 55, 50 (2006).
11. A.M. Atta, A.F. El-Kafrawy, M.H. Aly, A. Abdel- Azim, *Prog. Org. Coat.*, 58, 13 (2007).
12. M.R. Patel, J.V. Patel, V.K. Sinha, *Polym. Degrad. Stabil.*, 90, 111 (2005).
13. M. Fornasieri, J.W. Alves, E.C. Muniz, A. Ruvolo-Filho, H. Otaguro, A.F. Rubira, G.M. de Carvalho, *Compos. Part A Appl. Sci.*, 42, 189 (2011).
14. M. Kathalewar, N. Dhoptkar, B. Pacharane, A. Sabnis, P. Raut, V. Bhave, *Prog. Org. Coat.*, 76, 147 (2013).
15. G. Güçlü, M. Orba, *Prog. Org. Coat.*, 65, 362 (2009).
16. J. Dullius, C. Ruecker, V. Oliveira, R. Ligabue, S. Einloft, *Prog. Org. Coat.*, 57, 123 (2006).
17. G.P. Karayannidis, D.S. Achilias, I.D. Sideridou, D.N. Bikiaris, *Eur. Polym. J.*, 41, 201 (2005).
18. A. Torlakoğlu, G. Güçlü, *Waste Manage.*, 29, 350 (2009).
19. C. Varga, N. Miskolczi, L. Bartha, G. Lipóczy, *Mater. Design.*, 31, 185 (2010).
20. R. Sengupta, M. Bhattacharya, S. Bandyopadhyay, A.K. Bhowmick, *Prog. Polym. Sci.*, 36, 638 (2011).
21. S.S. Ray, M. Okamoto, *Prog. Polym. Sci.*, 28, 1539 (2003).

22. M. Zhang, R.P. Singh, *Mater. Lett.*, 58, 408 (2004).

23. V. Morote-Martinez, V. Pascual-Sanchez, J.M. Martin-Martinez, *Eur. Polym. J.*, 44, 3146 (2008).

2.1. Uža naučna oblast istraživanja

Prijavljena tema „**Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze**“ pripada naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, odnosno užoj naučnoj oblasti hemijsko inženjerstvo.

3. Polazne hipoteze

- Polazeći od dokazanog pozitivnog uticaja nanočestica SiO₂ i NC na fizičko-mehanička svojstva polimernih nanokompozitnih materijala, ustanovljenog pregledom aktuelne naučne literature, izvršiće se površinska modifikacija nanočestica SiO₂ i NC različitim organo-silanima i masnim kiselinama izolovanim iz lanenog, suncokretovog i sojinog ulja.
- Modifikovanjem površine nanopunila izvršena je njihova hidrofobizacija i uvedeni su centri reaktivnosti koji učestvuju u umrežavanju kompozitnih materijala interakcijama sa poliestarskim lancima čime se postiže bolja kompatibilnost i disperzija nanočestica u polimernoj matrici.
- Dobijanje polimernih nanokompozita sa nanočesticama SiO₂ i NC kao ravnomerno dispergovanim puniocima predstavlja svojevrstan izazov usled njihove sklonosti ka aglomeraciji. Prevazilaženje tog problema je moguće dobro izabranom metodom funkcionalizacije punioca i tehnikom pripreme nanokompozita.

4. Naučne metode istraživanja

Kinetika depolimerizacije PET-a proučavaće se u uslovima klasične glikolize sa i bez prisustva katalizatora, kao i u uslovima glikolize sa azeotropskim izdvajanjem etilen glikola primenom gasno hromatografske analize. Proizvodi katalitičke depolimerizacije PET-a će se okarakterisati primenom elementarne analize, Furijeove transformacije (FTIR), ¹H i ¹³C NMR spektroskopskih metoda, određivanjem kiselinskog (KB), hidroksilnog (HB) i jednog broja (JB). Strukturna karakterizacija i morfologija nemodifikovanih i modifikovanih nanočestica SiO₂ i NC izvršiće se primenom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM), FTIR i FT-Raman spektroskopskih metoda. Kvantifikacija stepena modifikacije i termička svojstva nanopunila, kao i uticaj hemijske modifikacije na termičku stabilnost nanočestica SiO₂ i NC ispitivaće se primenom termogravimetrijske analize spregnute sa masenom spektrometrijom (TG-MS).

Polimerni nanokompoziti biće strukturno okarakterisani FTIR, FT-Raman spektroskopijom. Karakterizacija dobijenih polimernih kompozita (mikrostrukturna analiza) izvršiće se transmisijom elektronskom mikroskopijom (TEM). U svrhu ispitivanja uticaja različito modifikovanih nanopunila na fizičko-mehanička svojstva biće urađeni eksperimenti jednoosnog istezanja. Krive napon-deformacija odrediće se za ispitivane uzorke umreženih poliestara i kompozitnih materijala sa različitim koncentracijama nanopunila. Termička svojstva dobijenih polimernih nanokompozita ispitaće se termogravimetrijskom analizom (TG) i diferencijalnom

skenirajućom kalorimetrijom (DSC). Primenom dinamičko-mehaničke analize (DMA) istražiće se reološka odnosno viskoelastična svojstva polimerne matrice, kao i uticaj interakcija između polimerne matrice i nemodifikovanih i modifikovanih nanočestica SiO_2 i NC na dinamički modul elastičnosti i faktor prigušenja ($\tan \delta$).

5. Očekivani naučni doprinosi

Očekuje se da će rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije doprineti:

- Razvoju novih funkcionalizovanih nanokompozitnih materijala sa specifičnim i poboljšanim fizičko-mehaničkim svojstvima,
- Optimizaciji katalitičke depolimerizacije PET-a postupkom glikolize i sinteze NZPE smola primenom otpadnih sirovina
- Proširenju fundamentalnih znanja iz oblasti hidrofobiziranja i funkcionalizacije nanočestica SiO_2 i NC i njihove primene u kompozitnim materijalima,
- Proširenju saznanja o međusobnom uticaju i povezanosti strukture funkcionalnih grupa na površini nanočestica, postupka funkcionalizacije i svojstava koje funkcionalizovane nanočestice poseduju, kao i boljem razumevanju interakcija modifikovanih nanočestica sa polimernim lancima čime se postiže bolja kompatibilnost i disperzija nanočestica u polimernoj matrici,
- Proširenju saznanja o mogućnostima primene funkcionalizovanih nanočestica SiO_2 i NC.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije obuhvata ispitivanje različitih postupaka funkcionalizacije nanočestica SiO_2 i NC, uticaj funkcionalizacije na njihovu strukturu i svojstva, kao i mogućnost primene u polimernim nanokompozitima.

U prvom delu doktorske disertacije ispitivaće se uslovi i kinetika katalitičke depolimerizacije PET-a postupkom glikolize, kao i način sinteze NZPE smola baziranih na monomerima dobijenih depolimerizacijom PET-a, i anhidrida maleinske kiseline.

Drugi deo doktorske disertacije obuhvatiće proces hemijske modifikacije nanočestica SiO_2 i NC različitim organo-silanima i masnim kiselinama izolovanim iz lanenog, suncokretovog i sojinog ulja. Biće ispitana mogućnost primene funkcionalizovanih nanočestica SiO_2 i NC kao punioca (filera) u polimernim nanokompozitima baziranim na NZPE smolama dobijenim iz otpadnog PET-a. Proučavaće se uticaj dodatka filera na strukturna i termička svojstva nanokompozita.

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 reči o značaju hemijske reciklaže otpadnog PET-a, funkcionalizaciji kao i i primeni nanočestica SiO_2 i NC.

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće pregled, u literaturi prikazanih relevantnih istraživanja, vezanih za:

- metode reciklaže PET-a, sa naglaskom na hemijku reciklažu PET-a;
- sinteza i opšta svojstva NZPE smola;
- opšta, strukturna, disperzibilna i morfološka svojstva nanočestica SiO_2 i NC;
- pregled konvencionalnih metoda modifikacije nanočestica SiO_2 i NC;
- hemijsko uvođenje funkcionalnih grupa na površinu nanočestica SiO_2 i NC;

- priprema polimernih nanokompozita na bazi NZPE smola i modifikovanih nanočestica SiO₂ i NC.

U *Eksperimentalnom delu* će biti navedeni:

- materijali korišćeni tokom izrade disertacije;
- parametri i uslovi katalitičke depolimerizacije PET-a i sinteze NZPE smola;
- procedura modifikacije nanočestica SiO₂ i NC organo-silanima i masnim kiselinama izolovanim iz ulja;
- procedure pripreme tankih polimernih nanokompozita;
- metode i uslovi pod kojima je izvršena karakterizacija.

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani eksperimentalni rezultati dobijeni primenom različitih metoda karakterizacije proizvoda katalitičke depolimerizacije PET-a, NZPE smola, funkcionalizovanih nanočestica SiO₂ i NC i pripremljenih nanokompozita:

- strukturne promene na osnovu FTIR spektroskopije;
- ¹H i ¹³C NMR spektroskopija;
- raman spektroskopija;
- termogravimetrijska metoda određivanja gubitka mase;
- skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) i transmisiona elektronska mikroskopija (TEM)
- diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC);
- dinamičko-mehanička analiza (DMA);

U *Zaključku* će biti sumirani rezultati optimizacije procesa katalitičke depolimerizacije PET-a, sinteze NZPE smola, funkcionalizacije i primene nanočestica SiO₂ i NC u polimernim nanokompozitima uz osvrt na njihovu inovativnost, važnost i primenu, kao i predlog plana budućih istraživanja. Naglasak će biti na ispitivanju uticaja površinske modifikacije nanočestica SiO₂ i NC na dinamičko-mehanička i termička svojstva polimernih nanokompozita.

Literatura će sadržati navode citirane u disertaciji, kao i radove proistekle istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima može se zaključiti da kandidat Jelena D. Rusmirović ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Jelene D. Rusmirović pod naslovom „**Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze**“, naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, odnosno užoj naučnoj oblasti hemijsko inženjerstvo za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Za mentora se predlaže dr Aleksandar Marinković, docent Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Beograd, 12. 10. 2015. godine

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Aleksandar Marinković, docent,
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurškog fakulteta

Prof. dr Petar Uskoković, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurškog fakulteta

Prof. dr Vladimir Pavlović, red. prof.,
Univerziteta u Beogradu Poljoprivrednog fakulteta,

Prof. dr Jasna Donlagić, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurškog fakulteta

dr Jasna Džunuzović,
naučni savetnik, Centar za hemiju IHTM.