

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Jelene Rusmirović**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/91 od 03.03.2016. godine, imenovali smo članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata **Jelene Rusmirović** master inženjer tehnologije, pod naslovom:

„Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze“

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 09.07.2015. Kandidat **Jelena Rusmirović** prijavila je temu doktorske disertacije, pod nazivom: „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“.
- 09.07.2015. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu doneta je Odluka o imenovanju Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije **Jelene Rusmirović**, pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“ (Odluka br. 35/307 od 20.07.2015.).
- 22.10.2015. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu doneta je Odluka o prihvatanju Referata Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata **Jelene Rusmirović** za izradu doktorske disertacije, pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“. Za mentora je određen dr Aleksandar Marinković, docent TMF-a (Odluka br. 35/500 od 30.10.2015).
- 23.11.2015. Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije **Jelene Rusmirović**, pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“ (Odluka br. 1863/1 od 30.11.2015.).
- 03.03.2016. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu doneta je Odluka o imenovanju Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije **Jelene Rusmirović**, pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička*

svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze“ (Odluka br. 35/91 od 03.03. 2016.).

Kandidat je upisao doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu školske 2012/13 godine.

1.2. Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Istraživanja rađena u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor, dr Aleksandar Marinković, docent Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, je do sada publikovao 14 radova (10 M21, 3 M22 i 1 M23) iz ove oblasti u časopisima koji se nalaze na SCI listi, što govori o kompetentnosti da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Kandidat Jelena Rusmirović, master inženjer 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. 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 2013. godine sa ocenom 10.

Jelena 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.

Jelena Rusmirović je kao koautor i autor do sada učestvovala u izradi i publikaciji ukupno 28 radova u kategorijama: 3 rada kategorije M21, 1 rad kategorije M23, 2 rada kategorije M24, 19 radova kategorije M33, 2 rada kategorije M34 i 1 rad kategorije M52, kao i 4 nova tehnološka postupka (M82) i odbranila je Master tezu (M72). Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, kandidat je autor 2 naučna rada objavljena u vrhunskom međunarodnom časopisu (oznaka grupe M20: vrsta rezultata M21-2 rada) i 8 saopštenja prikazanih na međunarodnom skupu (oznaka grupe M30: vrsta rezultata M33-8 saopštenja).

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja – M₂₀

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu-M₂₁

1. **Jelena 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, In press*, 2015 DOI 10.1002/pc.23613 (IF(2014)=1,632) (ISSN: 1548-0569)
2. **Jelena Rusmirović**, Kata Trifković, Branko Bugarski, Vladimir Pavlović, Jasna Džunuzović, Miloš Tomić, Aleksandar Marinković, High performance unsaturated polyester based nanocomposites: Effect of vinyl modified nanosilica on mechanical properties, *Express Polymer Letters*, vol. 10, pp 139-159, 2016 DOI: 10.3144/expresspolymlett.2016.14 (IF(2015)=2,965) (ISSN 1788-618X)
3. Khaled Taleb, Jasmina Markovski, Milutin Milosavljević, Milena Marinović-Cincović, **Jelena Rusmirović**, Mirjana Ristić, Aleksandar Marinković, Efficient arsenic removal by cross-linked macroporous polymer impregnated with hydrous iron oxide: Material performance, *Chemical Engineering Journal*, vol. 279, pp 66–78, 2015 DOI:10.1016/j.cej.2015.04.147 (IF(2015)=5,310) (ISSN: 1385-8947)

Rad u međunarodnom časopisu -M₂₃

1. Ana Tasić, **Jelena Rusmirović**, Jovana Nikolić, Aleksandra Božić, Vladimir Pavlović, Aleksandar Marinković, Petar Uskoković, Effect of the vinyl modification of multi-walled carbon nanotubes on the performances of waste poly(ethylene terephthalate)-based nanocomposites, *Journal of Composite Materials*, OnlineFirst, 2016 DOI: 10.1177/0021998316648757 (IF(2015)=1.242) (ISSN: 0021-9983)

Nacionalni časopis međunarodnog značaja -M₂₄

1. Ivana Popović, **Jelena Rusmirović**, Milica Rančić, Ana Tasić, Dragana Lazić, Aleksandar Marinković, Synthesis of high-performance alkyd anticorrosion coatings based on waste poly(ethylene terephthalate), *Zaštita Materijala*, vol. 56, pp 483–491, 2015 DOI:10.5937/ZasMat1504483P.
2. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Božić, Marina Stamenović, Pavle Spasojević, Milica Rančić, Ivana Stojiljković, Aleksandar Marinković, Alkyd nanocomposite coatings based on waste pet glycolyzates and modified silica nanoparticles, *Zaštita Materijala*, vol. 57, pp 47–54, 2016 DOI: 10.5937/ZasMat1601047R.

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

1. Neda Malešić, **Jelena Rusmirović**, Jovana Jovašević, Marija Perišić, Suzana Dimitrijević, Jovanka Filipović, Simonida Tomić, Antimicrobial hydrogels based on 2-hydroxyethyl methacrylate and itaconic acid containing silver(I) ion, *Tehnika – novi materijali*, vol. 23, pp 563-567, 2014 UDC: 615.46:678.71.

Zbornici međunarodnih naučnih skupova

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini - M₃₃

1. **Jelena Rusmirović**, Nevena Prlainović, Ivana Popović, Milena Milošević, Jasmina Markovski, Anđela Živković, Aleksandar Marinković, Techno-economic analysis of unsaturated polyester production from waste PET, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMOnt 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-46, pp 460-466, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
2. Anđela Živković, **Jelena Rusmirović**, Slavko Mijatov, Ivana Popović, Nevena Prlainović, Milena Milošević, Aleksandar Marinković, Techno-economic analysis of new polymer binder technology for coal dust briquette production, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMOnt 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-57, pp 519-527, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)

3. Milica Rančić, Ivana Popović, **Jelena Rusmirović**, Anđela Živković, Jasmina Markovski, Milutin Milosavljević, Aleksandar Marinković, Synthesis and techno-economic analysis of polymer compatibilizers obtained from waste PET used for wood/plastic composites, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-43, pp 438-445, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
4. Ivana Popović, Anđela Živković, **Jelena Rusmirović**, Ivan Vukićević, Jasmina Markovski, Nenad Đorđević, Milica Rančić, Production of plasticizers obtained from waste PET for PVC materials: Techno-economic analysis, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-39, pp 418-424, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
5. Milošević Milena, Anđela Živković, Ivana Popović, **Jelena Rusmirović**, Jasmina Markovski, Krstimir Pantić, Aleksandar Marinković, Synthesis and techno-economic analysis of plasticizers based on bis(diethylene glycol)terephthalate used for rubber processing, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-29, pp 336-343, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
6. Nenad Đorđević, Ivana Stojiljković, Milica Rančić, **Jelena Rusmirović**, Krstimir Pantić, Milutin Milosavljević, Aleksandar Marinković, Barrier properties of films based on nanocellulose, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-16, pp 249-257, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
7. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Božić, Dominik Brkić, Marina Stamenović, Vladimir Pavićević, Emilia Rajčić, Ivana Stojiljković, Aleksandar Marinković, Alkyd coatings based on waste PET glycolyzates, X International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor, Serbia, pp 159-165, 2015 (ISBN:987-86-6305-037-2)
8. Milica Rančić, **Jelena Rusmirović**, Ivana Popović, Aleksandar Marinković, Isolation and chemical modification of nanocellulose nanocrystals for reinforcement of nanocomposites, Second International Scientific Conference "Wood Technology & Product Design", Ohrid, Republic of Macedonia, pp 327-355, 2015 (ISBN 978-608-4723-01-1)
9. Jelena Rusmirović, Milica Rančić, Vuk Tomić, Ivana Popović, Aleksandar Marinković, Production of polymer binder for waste wood and carbon dust composite materials, Second International Scientific Conference "Wood Technology & Product Design", Ohrid, Republic of Macedonia, pp 267-272, 2015 (ISBN 978-608-4723-01-1)
10. **Jelena Rusmirović**, Vuk Tomić, Jasmina Markovski, Milica Rančić, Aleksandar 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" - RADMI, Application of mechanical engineering in other industrial fields, Topola, Serbia, E-25, pp 919-926, 2014 (ISBN 978-86-6075-048-0)
11. Luka Milošević, Milica Rančić, Tanja Palija, Jasmina Markovski, **Jelena Rusmirović**, Vuk Tomić, Aleksandar D. Marinković, Nanocomposite coatings based on alkyd resins made from waste pet bottles and nanocellulose, 14th international conference "Research and development in mechanical industry" - RADMI, Application of mechanical engineering in other industrial fields, Topola, Serbia, E-21, pp 893-898, 2014 (ISBN 978-86-6075-048-0)
12. **Jelena Rusmirović**, Vuk Tomić, Luka Milošević, Ismail Ajaj, Ivana Popović, Jasmina Markovski, Aleksandar Marinković, The effect of SiO₂ nanofiller on the mechanical properties of unsaturated polyester resins based on recycled pet, Proceedings Vol., 4th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT, Vrnjačka Banja, Serbia (2014).
13. Vuk Tomić, **Jelena Rusmirović**, Ivana Popović, Ismail Ajaj, Vuruna Mladen, Milica Rančić, Aleksandar Marinković, Synthesis of the plasticizer dialkyl terephthalates from waste polyethylene terephthalate used in rubber processing, Proceedings Vol., 4th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMoNT, Vrnjačka Banja, Serbia (2014).

14. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Božić, Jasmina Markovski, Enis Džunuzović, Pavle Spasojević, Aleksandar 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, D-32, pp 940 – 948, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)
15. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Vojvodić-Ostojić, Janković Dušan, Jasmina Markovski, Enis Džunuzović, Pavle Spasojević, Aleksandar 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, D-33, pp 948 – 953, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)
16. Aleksandra Božić, Aleksandra Vojvodić-Ostojić, Jasmina Markovski, **Jelena Rusmirović**, Dragoslav Budimirović, Aleksandar 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, D-4, pp 753 – 759, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)
17. Jasmina Markovski, Veljko Đokić, Dragoslav Budimirović, **Jelena Rusmirović**, Aleksandar Marinković, Milutin 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, D-17, pp 842 – 847, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)
18. Milica Rančić, **Jelena Rusmirović**, Svetlana Pešić, Janković Dušan, Enis Džunuzović, Pavle Spasojević, Aleksandar 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, D-31, pp 933 – 939, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)
19. Aleksandra Vojvodić-Ostojić, **Jelena Rusmirović**, Veljko Đokić, Enis Džunuzović, Pavle Spasojević, Svetlana Pešić, Aleksandar 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, D-38, pp 976 – 981, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu- M₃₄

1. **Jelena Rusmirović**, Milica Rančić, Vladimir Pavlović, Aleksandar Marinković, Chemical modification of cellulose nanocrystals for high-performance reinforced composites, Third Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade, Serbia, Book of abstracts pp 76, 2015 (ISBN 978-86-7132-059-7)
2. **Jelena Rusmirović**, Jovanka Filipović, Simonida Tomić, Effect of hydrogel composition on controlled release and antimicrobial activity of zinc(II) ions from zinc/poly(2-hydroxyethyl methacrylate/itaconic acid) hydrogels, Twelfth Young Researchers' Conference-Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, Program and the book of abstracts I/3, pp 2, 2013 (ISBN 978-86-80321-28-8)

Novi tehnološki postupak – M₈₂

1. Aleksandar Marinković, Milutin Milosavljević, Anđela Živković, **Jelena Rusmirović**, Sanja Krstić, Slobodan Petrović, "Tehnološki postupak dobijanja tionkarbamata (selektivni flotoreagensi) aminolizom natrijum-izobutilksantogen acetata", Odluka br. 35/370.
2. Aleksandar Marinković, Milutin Milosavljević, Ivana Popović, **Jelena Rusmirović**, Enis Džunuzović, Slobodan Petrović, "Novi tehnološki postupak sinteze cink-diamilditiokarbamata (aditiv za tečna maziva)", Odluka br. 35/371.

3. Aleksandar Marinković, Milica Rančić, **Jelena Rusmirović**, Andjela Živković, Jasmina Markovski, Slobodan 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. Milutin Milosavljević, Aleksandar Marinković, **Jelena Rusmirović**, Ivana Popović, Predrag Dašić, Slobodan Petrović, “Novi postupak formulacije sredstava za impregnaciju drveta”, Odluka br 546/3-5.

2. OPIS DISERTACIJE

Doktorska disertacija Jelene Rusmirović je napisana na 158 strane i sadrži 6 poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Prilog. Disertacija sadrži 90 slika (+6 slika u Prilogu), 31 tabelu i 178 literaturnih navoda. Na početku disertacije dat je Rezime na srpskom i engleskom jeziku, kao i spiskovi skraćenica i simbola, slika i tabela, dok su Literatura i biografija autora dati na kraju disertacije.

2.1. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu opisan je značaj razvoja multifunkcionalnih polimernih kompozitnih materijala sa akcentom na materijale dobijene iz sekundarnih sirovina, otpadnog poli(etilen tereftalata) (PET-a), kao i značaj primene neorganskih i organskih punila nanodimenzija za poboljšanje dinamičko-mehaničkih i termičkih svojstava. Posebno je istaknut doprinos funkcionalizovanih nanočestica silicijum-dioksida (SiO_2) i nanoceluloze (NC) poboljšanju performansi kompozita na bazi nezasićenih poliestarskih (NZPE) smola. Uz obrazloženje teme opisana je i struktura disertacije. Ukratko su izložene metode karakterizacije.

Teorijski deo se sastoji iz pet potpoglavlja: 1) Pregled stanja istraživanja u oblasti sinteze nezasićenih poliestarskih smola iz otpadnog poli(etilen tereftalata); 2) Kompoziti na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; 3) Dinamičko-mehanička svojstva kompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; 4) Termička svojstva kompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; 5) Zatezna svojstva kompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze.

Prvo potpoglavljje teorijskog dela daje detaljan literaturni pregled stanja istraživanja u oblasti sinteze NZPE smola iz otpadnog PET-a. Opisan je značaj reciklaže otpadnog PET-a i prikazan je osvrt na naučna istraživanja vezana za kinetiku depolimerizacije PET-a, sa naglaskom na postupak katalizovane depolimerizacije u višku glikola, kao i osvrt na polikondenzaciju proizvoda katalitičke depolimerizacije PET-a sa anhidridom maleinske kiseline. Ovo potpoglavljje podeljeno je na pet tematskih celina: 1) Nezasićene poliestarske smole (NZPE); 2) Sinteza NZPE smola iz otpadnog poli(etilen tereftalata); 3) Katalitička depolimerizacija poli(etilen tereftalata) glikolnim reagensima; i 4) Polikondenzacija glikolizata poli(etilen tereftalata) sa anhidridima kiseline.

U drugom potpoglavljju teorijskog dela, *Kompoziti na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze*, istaknut je značaj nanokompozitnih materijala na bazi NZPE smola i razmotrena mogućnost primene nanočestica SiO_2 i NC u polimernim kompozitima sa osvrtom na doprinos hidrofobizacije i hemijske modifikacije površine na svojstva kompozita kao i post-tretmana natkritičnim ugljen(IV)-oksidom (NK CO_2). Izdvojene celine u okviru drugog potpoglavlja su: 1) Polimerni nanokompozitni materijali; 2) Primena nanočestica silicijum-dioksida u polimernim kompozitnim materijalima; 3) Hemijska funkcionalizacija nanočestica silicijum-dioksida; 4) Primena nanočestica celuloze u polimernim kompozitnim materijalima; 5) Hemijska funkcionalizacija nanočestica celuloze i 6) Post-tretman nanočestica celuloze natkritičnim ugljen(IV)-oksidom.

U okviru 3. i 4. potpoglavlja opisan je značaj primene dinamičko-mehaničke i termičke analize, naročito termogravimetrijske analize i diferencijalne skanirajuće kalorimetrije, za karakterisanje kompozita i dat je literaturni pregled ispitivanja uticaja strukture polimerne matrice, udela i

strukture nanočestica SiO₂ i NC, kao i površinske funkcionalizacije na dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita na bazi NZPE smola.

Peto poglavlje, *Zatezna svojstva kompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze*, daje literaturni pregled stanja istraživanja kompozita na bazi NZPE smola sa ojačanjem od nanočestica SiO₂ i NC, kao i pregled do sada ispitivanih uticaja funkcionalizacije nanočestica na zatezna svojstva kompozita na bazi NZPE smola.

Eksperimentalni deo se sastoji iz šest potpoglavlja: 1) Korišćene hemikalije; 2) Sinteza NZPE smola iz otpadnog poli(etilen tereftalata); 3) Hemijska površinska funkcionalizacija nanočestica silicijum-dioksida; 4) Hemijska površinska funkcionalizacija nanočestica celuloze; 5) Priprema nanokompozitnih materijala; 6) Metode karakterizacije nanočestica, polimerne matrice i nanokompozita. U eksperimentalnom delu detaljno je opisan postupak katalitičke depolimerizacije PET-a, u višku dipropilen glikola (smeša 4-oksa-2,6-heptandiola i 4-oksa-1,7-heptandiola) i propan-1,2-diola, u prisustvu katalizatora tetrabutil titanata klasičnom metodom bez izdvajanja etilenglikola (EG) ili sa azeotropskim izdvajanjem EG, ili na povišenom pritisku. Zatim je opisana sinteza NZPE smola stupnjevitom polikondenzacijom između proizvoda depolimerizacije PET-a i anhidrida maleinske kiseline (AMK). U disertaciji su korišćeni komercijalni proizvodi na bazi silicijum-dioksida (Aerosil® 200) koji su modifikovani heksametildisilazanom, oktil-silanom i heksadecil-silanom. Takođe, prikazan je detaljan opis površinske funkcionalizacije nanočestica SiO₂ kovalentnim vezivanjem organo-silana koji sadrži fenilno jezgro (tri-metoksi-[3-(*N*-fenil)amino]propil-silanom), kao i terminalne amino grupe (3-aminopropil)tri-metoksi-silan). Modifikacija nanočestica silicijum-dioksida Aerosil® 380 izvršena je uvođenjem nezasićenih vinil ostataka kuplovanjem sa tris(2-metoksietoksi)(vinil)silanom i 3-(trimetoksisilil)propil metakrilatom. Površina NC modifikovana je direktnim hemijskim vezivanjem oleinske kiseline i nezasićenih masnih kiselina izolovanih iz suncokretovog, lanenog i sojinog ulja, kao i metilestrima masnih kiselina izolovanih iz istih ulja koji sadrže polinezasićene ostatke kiselina, a koji su hemijski vezani preko AMK i etilendiamina. Optimizacija postupka izolovanja NC kao i funkcionalizacija NC masnim kiselinama ili metil estrima masnih kiselina izolovanih iz lanenog, suncokretovog ili sojinog ulja prikazani su u ovom poglavlju. Postupak izolovanja masnih kiselina, a potom sinteza njihovih metil estara prikazan je u eksperimentalnom delu. Predstavljen je postupak post-tretmana čestica NC u struji NK CO₂. Opisane su tehnike pripreme stabilnih disperzija funkcionalizovanih nanomaterijala i polimernih nanokompozita. Prikazane su metode upotrebljene za karakterizaciju modifikovanih nanočestica SiO₂ i NC i polimernih nanokompozita.

Rezultati i diskusija su prikazani u okviru jednog poglavlja, koje se sastoji iz devet potpoglavlja: 1) Karakterizacija proizvoda katalitičke depolimerizacije poli(etilen tereftalata); 2) Karakterizacija nezasićenih poliestarskih smola; 3) Karakterizacija funkcionalizovanih nanočestica silicijum-dioksida; 4) Karakterizacija funkcionalizovanih nanočestica celuloze; 5) Strukturna analiza kompozitnih materijala na bazi NZPE smola sa ojačanjem od nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; 6) Određivanje temperature umrežavanja NZPE smola i nanokompozita; 7) Termička svojstva nanokompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; 8) Dinamičko-mehanička svojstva na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze; i 9) Zatezna svojstva nanokompozita na bazi NZPE smola i nanočestica silicijum-dioksida i celuloze.

U prvom potpoglavlju Rezultata i diskusija prikazani su rezultati proučavanja kinetike katalitičke depolimerizacije PET-a u uslovima klasične glikolize, glikolize koja uključuje azeotropsko izdvajanje EG i kinetike nekatalizovane depolimerizacije primenom gasno-hromatografske analize i tečne hromatografije. Prikazane su dobijene vrednosti hidroksilnog (HB), kiselinskog (KB) i jednog broja (JB) i rezultati elementalne analize, a eksperimentalni rezultati upoređeni su sa teorijski proračunatim vrednostima. Strukturna analiza proizvoda katalitičke depolimerizacije PET-a (glikolizata) izvršena je na osnovu rezultata dobijenih primenom NMR i infracrvene spektroskopije sa Furijevom transformacijom (FTIR), a rezultati su prikazani u prvom potpoglavlju Rezultata i diskusije.

U drugom potpoglavlju prikazani su rezultati karakterizacije sintetisanih NZPE smola koji uključuju određivanje srednje brojne vrednosti molarne mase, viskoznosti i vrednosti HB, KB i JB i strukturnu analizu primenom NMR i FTIR spektroskopije.

Rezultati strukturne karakterizacije nanočestica SiO₂, kao i rezultati ispitivanja uticaja funkcionalizacije na termička svojstva SiO₂ prikazani su u trećem potpoglavlju, dok su rezultati strukturne karakterizacije nanočestica celuloze primenom FTIR i Raman tehnika prikazani u četvrtom potpoglavlju. Takođe, u četvrtom potpoglavlju prikazani su rezultati teksturalne i morfološke karakterizacije (skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM)) NC sušene pod sniženim pritiskom i NC tretirane NK CO₂, kao i rezultati termičke degradacije.

U okviru petog potpoglavlja prikazani su rezultati FTIR i Raman analize kompozita na bazi NZPE smola sa ojačanjem od nanočestica SiO₂ i celuloze. Uticaj post-tretmana NK CO₂ kao i hemijske funkcionalizacije NC na kinetiku umrežavanja praćen je Raman spektroskopskom analizom. Takođe, prikazane su i morfološke karakteristike nanokompozita primenom transmisiona elektronske mikroskopije (TEM). Primenom TEM analize ispitivana je distribucija nanopunila i formiranje aglomerata u polimernoj matrici u zavisnosti od površinske strukture.

Ispitivanje umrežavanja NZPE smola i nanokompozita izvršeno je određivanjem maksimalne temperature umrežavanja (T_{max}) i vremena želiranja, a rezultati ispitivanja prikazani su u šestom potpoglavlju. Ispitivan je uticaj sistema za umrežavanje, strukture glikolizata iz koga je sintetisana NZPE smola, kao i funkcionalizacije i udela nanopunila na proces formiranja umrežene strukture i svojstava proizvoda.

Termička svojstva nanokompozita, određena na osnovu rezultata termogravimetrijske analize i diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC), predstavljena su u sedmom potpoglavlju. Na osnovu termogravimetrijskih krivi (TG) i diferencijalno termogravimetrijskih krivih (DTG) kompozita razmatrana je termička dekompozicija u odnosu na funkcionalnost površine nanopunila i njihovog udela u poliestarskoj matrici. Takođe, na osnovu DSC krivih određena je temperatura prelaza u staklasto stanje $T_{g(DSC)}$.

U osmom potpoglavlju prikazani su rezultati dinamičko-mehaničke analize (DMA) kompozita. Određeni su moduli sačuvane (G') i izgubljene (G'') energije, kao i njihov odnos (tangens gubitak-tan δ) i praćen je odgovor materijala na linearni rast temperature od 25 °C do 160 °C pri konstantnoj frekvenciji od 1Hz. Na osnovu dobijenih DMA zavisnosti definisana je temperatura prelaza u staklasto stanje $T_{g(tan\delta)}$ i razmatran je uticaj tipa NZPE smole, strukture i udela nanopunila SiO₂ i NC na DMA svojstva nanokompozita.

U devetom potpoglavlju prikazani su rezultati statičkih mehaničkih ispitivanja kompozitnih materijala koji su dobijeni umrežavanjem NZPE matrice sa ojačanjem od funkcionalizovanih nanočestica SiO₂ i celuloze. Analiziran je doprinos tipa i stepena funkcionalizacije na disperzibilnost nanočestica u polimernoj matrici, kao i doprinos nekovalentnih i kovalentnih interakcija na poboljšanje mehaničkih svojstava dobijenih nanokompozita. Određeni su zatezna čvrstoća, jedinično izduženje i modul elastičnosti prema odgovarajućim standardnim ispitivanjima i prikazani su rezultati ispitivanja uticaja strukture i udela nanopunila SiO₂ i NC na mehanička svojstva nanokompozita.

U Zaključku su 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. Naglašeno je ispitivanje uticaja površinske modifikacije nanočestica SiO₂ i NC na dinamičko-mehanička i termička svojstva polimernih nanokompozita. Na kraju disertacije navedena je Literatura, koja sadrži sve reference citirane u radu. U Prilogu su date slike uzoraka kompozita koji su podvrgnuti ogleđima jednoosnog istezanja.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Razvoj multifunkcionalnih polimernih nanokompozitnih materijala sa poboljšanim fizičko-mehaničkim svojstvima zasniva se na mogućnosti dizajniranja strukture primenom različitih metoda sinteze i procesiranja. Poboljšanje dinamičko-mehaničkih, termičkih i fizičkih svojstava kompozitnog materijala postiže se ugradnjom organskih i neorganskih čestica ne samo u makroskopskim, već i u mikroskopskim i nano razmerama. Na ovaj način se kombinacijom polaznih materijala koji imaju potpuno različita svojstva dobijaju potpuno novi materijali visokih performansi. Predmet rada ove doktorske disertacije odnosio se na proučavanje načina sinteze NZPE smola baziranih na dihidroksilnim oligomerima dobijenim depolimerizacijom PET-a, i anhidrida maleinske kiseline, kao i pripreme kompozitnih materijala ojačanih modifikovanim nanočesticama SiO₂ i NC. Specifičnost prikazanih sinteza NZPE smola ogleda se u korišćenju glikolizata PET-a kao diolne komponente. Korišćenjem glikolizata uvodi se struktura aromatičnog jezgra tereftalne kiseline, koja potiče iz PET-a, kao zamena za anhidrid ftalne kiseline koji se koristi u komercijalnim sintezama NZPE smola. Na ovaj način dobijaju se NZPE smole zadovoljavajućih fizičko-mehaničkih svojstava uz postizanje značajnih ekoloških i ekonomskih benefita.

Izuzetno poboljšanje karakteristika NZPE smola postignuto je dodavanjem neorganskih (nanočestice SiO₂) ili organskih (NC) punila. Hidrofilna površina nemodifikovanih nanočestica SiO₂ ili NC, usled prisustva hidroksilnih grupa, doprinosi smanjenoj disperzibilnosti/kompatibilnosti sa polimernom matricom, a time povećan stepen aglomeracije nanočestica. Funkcionalizacija površine nanočestica je metod koji se najčešće primenjuje u cilju prevazilaženja nekompatibilnosti komponenata. Modifikovanje površine nanopunila doprinosi povećanju hidrofobnosti materijala. Osim toga uvođenjem funkcionalnih grupa utiče na povećanje obima fizičkih interakcija između nanočestica i polimerne matrice (dipolarnih, vodoničnih i drugih) ili koje aktivno učestvuju u kopolimerizaciji (vinil reaktivne grupe), čime doprinose povećanju stepena umreženosti polimerne matrice i poboljšanju fizičko-mehaničkih svojstava. Značajno povećanje vrednosti zatezne čvrstoće (σ_b), u opsegu od 195% do 247%, u odnosu na čistu umreženu NZPE smolu postignuto je dodatkom 1,0% vinil reaktivnih nanočestica SiO₂ modifikovanih sa 3-(trimetoksisilil)propil metakrilatom i tris(2-metoksi-etoksi)(vinil)silanom, dok je povećanje σ_b od 137% do 193% postignuto kod nanokompozita dodatkom 1,0 % NC modifikovane polinezasićenim ostacima masnih kiselina. Detaljna ispitivanja uticaja strukture nanočestica SiO₂ i NC i tipa funkcionalizacije njihove površine (struktura modifikujućeg agensa) na svojstva dobijenih nanokompozitnih materijala sprovedena su sa ciljem utvrđivanja zavisnosti doprinosa nekovalentnih interakcija i kovalentnog vezivanja (reaktivnog ojačanja) na svojstva dobijenih proizvoda.

Na osnovu prikazanih metoda i rezultata u ovoj doktorskoj disertaciji, kao i 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.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U toku izrade doktorske disertacije kandidat je pregledao literaturu koja se odnosi na uslove katalitičke depolimerizacije PET-a, načina sinteze NZPE smola i pripremu polimernih nanokompozita. U literaturnom pregledu doktorske disertacije se nalazi 178 literaturnih navoda, sa tematikom značajnom za izradu ove disertacije. Navedene reference sadrže eksperimentalne rezultate istraživanja, analize, diskusiju dobijenih rezultata, kao i teorijske osnove primenjenih metoda ispitivanja. Kandidat je proširio do sada poznata saznanja o modifikacijama površine nanočestica SiO₂ i NC i primeni modifikovanih nanočestica kao punila u polimernim kompozitima. Pregledana obimna literatura i priloženi objavljeni radovi ukazuju na adekvatno poznavanje predmetne oblasti istraživanja.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Kinetika depolimerizacije PET-a proučavana je u uslovima klasične glikolize sa i bez prisustva katalizatora, kao i u uslovima glikolize sa azeotropnim izdvajanjem etilen-glikola i praćenjem kinetike depolimerizacije primenom UV i gasno-hromatografske analize. Proizvodi katalitičke depolimerizacije PET-a su okarakterisati primenom elementalne analize, infracrvene spektroskopije sa Furijeovom transformacijom (FTIR), ^1H i ^{13}C NMR spektroskopskih metoda i određivanjem vrednosti KB, HB i JB. Strukturna karakterizacija i morfologija nemodifikovanih i modifikovanih nanočestica SiO_2 i NC izvršena je primenom SEM analize, FTIR i Raman spektroskopije. Kvantifikacija stepena modifikacije i termička svojstva nanopunila, kao i uticaj hemijske modifikacije na termičku stabilnost nanočestica SiO_2 i NC ispitivana je primenom termičke analize (TG/DTG), kao i temperaturno programirane desorpcije kuplovane sa masenim detektorom (TG-MS).

Polimerni nanokompoziti su strukturno okarakterisani primenom FTIR i Raman spektroskopije. Karakterizacija dobijenih polimernih kompozita (mikrostrukturna analiza) izvršena je primenom transmisiona elektronske mikroskopije (TEM). U svrhu ispitivanja uticaja različito modifikovanih nanopunila na fizičko-mehanička svojstva urađeni su eksperimenti jednoosnog istezanja. Krive napon-deformacija određene su za ispitivane uzorke umreženih poliestara i kompozitnih materijala sa različitim koncentracijama nanopunila. Termička svojstva dobijenih polimernih nanokompozita ispitana su primenom termogravimetrijske analize (TG) i diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC). Primenom dinamičko-mehaničke analize (DMA) ispitana su 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 ($\tan \delta$).

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Eksperimentalni podaci i istraživanja sprovedena u okviru ove disertacije značajno doprinose boljem razumevanju uslova katalitičke depolimerizacije PET-a i načina sinteze NZPE smola na bazi glikolizata dobijenih iz otpadnog PET-a. Osim toga, dat je doprinos proširenju fundamentalnih znanja iz oblasti metoda funkcionalizacije površine nanočestica SiO_2 i NC i primeni modifikovanih nanočestica kao punila u polimernim kompozitima. Prikazani rezultati daju nova saznanja o međusobnom uticaju stepena funkcionalizacije i prirode funkcionalnih grupa na dinamičko-mehanička i termička svojstva materijala. Takođe, prikazani rezultati doprinose potpunijem sagledavanju interakcija modifikovanih nanočestica sa poliestarskim lancima čime se postiže bolja kompatibilnost i disperzija nanočestica u polimernoj matrici.

Rezultati izneti u okviru disertacije su značajni za dobijanje nanokompozitnih materijala visokih performansi na bazi NZPE smola sintetisanih iz otpadnog PET-a sa ojačanjem od funkcionalizovanih nanočestica koje aktivno učestvuju u kopolimerizaciji sa matricom. Stepenom funkcionalizacije i uvedenim grupama je moguće kontrolisati dinamičko-mehanička i termička svojstva nanokompozita pripremljenih od modifikovanih nanočestica SiO_2 i NC i NZPE polimerne matrice.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Jelena Rusmirović, master inž. tehnologije, je tokom izrade doktorske disertacije ispoljila stručnost u pripremi i realizaciji eksperimenata, korišćenju različitih tehnika karakterizacije materijala i analizi rezultata. Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalan naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije doprineli su:

- Razvoju novih funkcionalizovanih nanokompozitnih materijala sa specifičnim i poboljšanim fizičko-mehaničkim svojstvima,
- Optimizaciji katalitičke depolimerizacije PET-a postupkom glikolize i sinteze NZPE smola primenom proizvoda depolimerizacije (dihidroksi funkcionalizovanih derivata tereftalne kiseline) iz otpadnog PET-a,
- Proširenju fundamentalnih znanja iz oblasti hidrofobiziranja i funkcionalizacije nanočestica SiO₂ 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 SiO₂ i NC.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja izvršena u ovoj disertaciji su koncipirana nakon detaljne analize literature iz oblasti proizvodnje kompozitnih materijala na bazi NZPE smola sintetisanih iz produkata katalitičke depolimerizacije otpadnog PET-a sa ojačanjem od modifikovanih nanočestica SiO₂ i NC. Konvencionalni i najčešće zastupljeni načini proizvodnje nanokompozita se baziraju na dodatku hidrofobiziranih punila bez uvođenja reaktivnih centara, čime se poboljšava disperzibilnost i donekle dinamičko-mehanička svojstva kompozitnih materijala.

Postavlja se zahtev za uvođenjem površinskse funkcionalizacije kojom bi se uveli reaktivni centri koji aktivno učestvuju u kopolimerizaciji i na taj način poboljšali disperzibilnost i dinamičko-mehaničke i termičke karakteristike nanokompozita. U skladu sa zahtevima, u ovoj doktorskoj disertaciji je predstavljen postupak modifikacije površine nanočestica SiO₂ i NC uvođenjem vinil funkcionalnih grupa i dokazano da modifikovane nanočestice učestvuju u kopolimerizaciji preko nezasićenih veza vinil grupe. Pored uticaja vinil grupe (aktivno učestvovanje u kopolimerizaciji) proučavan je i uticaj dužine alkil lanaca ili prisustva fenilnog jezgra (fizičke interakcije sa polimernom matricom) na dinamičko-mehaničke i termičke karakteristike materijala. Na osnovu definisanih ciljeva istraživanja, primenjena površinska modifikacija nanočestica SiO₂ i NC rezultovala je kompozitnim materijalima visokih performansi.

Rezultati istraživanja dobijeni u okviru ove disertacije su obećavajući u pogledu praktične primene u oblastima polimernih nanokompozita.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Jelena Rusmirović, master inž., tehnologije je svoje rezultate potvrdila objavljivanjem radova u istaknutim međunarodnim časopisima i saopštenjima na međunarodnim i domaćim skupovima. Iz disertacije su proistekla dva rada objavljena u istaknutim međunarodnim časopisima.

Kategorija M₂₁:

1. **Jelena 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*, *In press*. 2015 DOI 10.1002/pc.23613 (IF(2014)=1,632) (ISSN: 1548-0569)
2. **Jelena Rusmirović**, Kata Trifković, Branko Bugarski, Vladimir Pavlović, Jasna Džunuzović, Miloš Tomić, Aleksandar Marinković, High performance unsaturated polyester based nanocomposites: Effect of vinyl modified nanosilica on mechanical properties, *Express Polymer*

Kategorija M₂₄:

1. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Božić, Marina Stamenović, Pavle Spasojević, Milica Rančić, Ivana Stojiljković, Aleksandar Marinković, Alkyd nanocomposite coatings based on waste PET glycolyzates and modified silica nanoparticles, *Zaštita Materijala*, vol. 57, pp 47–54, 2016 DOI: 10.5937/ZasMat1601047R.

Kategorija M₃₃:

1. **Jelena Rusmirović**, Nevena Prlainović, Ivana Popović, Milena Milošević, Jasmina Markovski, Anđela Živković, Aleksandar Marinković, Techno-economic analysis of unsaturated polyester production from waste PET, 5th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMO_{NT} 2015, Vrnjačka Banja, Serbia, A-46, pp 460-466, 2015 (ISBN 978-86-6075-055-8)
2. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Božić, Dominik Brkić, Marina Stamenović, Vladimir Pavićević, Emilia Rajčić, Ivana Stojiljković, Aleksandar Marinković, Alkyd coatings based on waste PET glycolyzates, X International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor, Serbia, pp 159-165, 2015 (ISBN:987-86-6305-037-2)
3. **Jelena Rusmirović**, Vuk Tomić, Jasmina Markovski, Milica Rančić, Aleksandar 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" - RADMI, Application of mechanical engineering in other industrial fields, Topola, Serbia, E-25, pp 919-926, 2014 (ISBN 978-86-6075-048-0)
4. **Jelena Rusmirović**, Vuk Tomić, Luka Milošević, Ismail Ajaj, Ivana Popović, Jasmina Markovski, Aleksandar Marinković, The effect of SiO₂ nanofiller on the mechanical properties of unsaturated polyester resins based on recycled pet, Proceedings Vol., 4th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" EMO_{NT}, Vrnjačka Banja, Serbia, 2014.
5. **Jelena Rusmirović**, Aleksandra Vojvodić-Ostojić, Janković M.D., Jasmina Markovski, Enis Džunuzović, Pavle Spasojević, Aleksandar 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, D-33, pp 948 – 953, 2013 (ISBN 978-86-6075-042-8)

Kategorija M₆₄:

1. **Jelena Rusmirović**, Milica Rančić, Vladimir Pavlović, Aleksandar Marinković, Chemical modification of cellulose nanocrystals for high-performance reinforced composites, Third Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade, Serbia, Book of abstracts pp 76, 2015 (ISBN 978-86-7132-059-7)

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega napred izloženog, Komisija smatra da doktorska disertacija Jelene Rusmirović, pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“ predstavlja značajan, originalni naučni doprinos u oblasti Tehnološkog inženjerstva, što je potvrđeno, između ostalog i objavljivanjem radova u relevantnim časopisima međunarodnog značaja, kao i prezentovanjem rezultata istraživanja na konferencijama. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da se doktorska disertacija pod nazivom „*Dinamičko-mehanička i termička svojstva kompozita baziranih na nezasićenim poliestarskim smolama i modifikovanim nanočesticama silicijum-dioksida i celuloze*“ kandidata **Jelene Rusmirović**, master inženjer tehnologije, prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 10. 06. 2016.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Aleksandar Marinković, docent
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Petar Uskoković, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Vladimir Pavlović, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

.....
Dr Jasna Đonlagić, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Jasna Džunuzović, naučni savetnik,
Univerziteta u Beogradu, IHTM, Centar za hemiju