

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/471
(Број захтева)

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

06.10.2016.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Балистички хибридни нанокомпозитни материјали ојачани неорганским фулеренима“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ДАНИЦА (Мирко) СИМИЋ, дипл. инж. технологије

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

3. Година дипломирања: 2009.

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

На захтев студента, а уз сагласност ментора, декан Факултета донео је Решење број 20/133 од 06.10.2016. године о продужењу рока за завршетак студија за два семестра шк. 2016/2017. године

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

на седници одржаној 29.09.2016. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

ДП

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 29.09.2016. 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 **ДАНИЦИ СИМИЋ**, дипл. инж. технологије, под називом: „Балистички хибридни нанокомпозитни материјали ојачани неорганским фулеренима“.

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

За ментора се одређује др Петар Ускоковић, редовни 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 Даницу М. Симић

Име и презиме ментора: проф. др. Петар С. Ускоковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Torki, A.M., Stojanović, D.B., Živković, I.D., Marinković, A., Škapin, S.D., Uskoković, P.S., Aleksić, R.R., The viscoelastic properties of modified thermoplastic impregnated multiaxial aramid fabrics, Polymer Composites, 33 (1), 2012, pp. 158-168.
ISSN 0272-8397, IF(2012)=1.482, M21
2. Stojanović, D.B., Zrilić, M., Jančić-Heinemann, R., Živković, I., Kojović, A., Uskoković, P.S., Aleksić, R., Mechanical and anti-stabbing properties of modified thermoplastic polymers impregnated multiaxial p-aramid fabrics, (2013) Polymers for Advanced Technologies, 24 (8), pp. 772-776.
ISSN 1042-7147, IF(2013)=1.964, M22
3. Obradović, V., Stojanović, D.B., Jančić-Heinemann, R., Živković, I., Radojević, V., Uskoković, P.S., Aleksić, R., Ballistic properties of hybrid thermoplastic composites with silica nanoparticles, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, Volume 9, Issue 4, 2014, Pages 97-107.
ISSN 1558-9250, IF(2014)=0.986, M21
4. Torki, A.M., Živković, I., Radmilović, V.R., Stojanović, D.B., Radojević, V.J., Uskoković, P.S., Aleksić, R.R., Dynamic mechanical properties of nanocomposites with poly (Vinyl Butyral) matrix, International Journal of Modern Physics B, Volume 24, Issue 6-7, 2010, Pages 805-812.
ISSN 0217-9792, IF(2010)=0.402, M23
5. V. Obradović, D. B. Stojanović, I. Živković, V. Radojević, P. S. Uskoković, R. Aleksić, Dynamic mechanical and impact properties of composites reinforced with carbon nanotubes, Fibers and Polymers, Volume 16, Issue 1, 2015, pp 138–145.
ISSN 1229-9197, IF(2015)=1.022, M21.

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: 19.09.2016.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Danice Simić za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/442 od 15.09.2016. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Danice Simić za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Balistički hibridni nanokompozitni materijali ojačani neorganskim fulerenima”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Biografski podaci

Danica M. Simić, dipl. inž. tehnologije, rođena je 11.02.1984. godine, u Beogradu. Završila je Šestu beogradsku gimnaziju, kao đak generacije i dobitnik Vukove diplome. Osnovne studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na odseku za organsku hemijsku tehnologiju i polimerno inženjerstvo završila je kao redovan student u predviđenom roku, 2009. godine sa prosečnom ocenom 8,38. Doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu upisala je školske 2010/2011. godine, i to na smeru inženjerstvo materijala. Do sada je položila sve ispite predviđene programom, kao i završni ispit, sa prosečnom ocenom 9,77.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Danica Simić je od 18.04.2010. godine zaposlena u Vojnotehničkom institutu u Beogradu. Raspoređena je na mesto istraživača-saradnika u Sektoru za materijale i zaštitu, u Odeljenju za energetske materijale, Odsek za eksplozive i pirotehniku.

Angažovana je na istraživačkim zadacima:

- "Istraživanje u oblasti eksploziva, pirotehnike, baruta i raketnih goriva",
 - "Istraživanje uticaja primene nanomaterijala na sredstvima naoružanja i vojne opreme",
- a kao saradnik angažovana je i na drugim istraživačkim, funkcionalnim i razvojnim zadacima u Vojnotehničkom institutu.

U Odseku za eksplozive i pirotehniku radi na poslovima vezanim za problematiku proizvodnje i karakterizacije eksplozivnih materija (definisanje novih sastava livenih kompozitnih eksploziva nove generacije PBX - Polymer Bonded eXplosives, termobaričnih livenih eksploziva, izrada programa poligonskih ispitivanja eksploziva, organizacija i izvođenje poligonskih ispitivanja eksploziva). Učestvovala je u izradi predloga projekata modernizacije proizvodnih kapaciteta odbrambene industrije Srbije. Vodila je verifikaciju kvaliteta livenih PBX kroz primenu u projektilu i uporedna ispitivanja sa kovencionalnim eksplozivnim punjenjem na bazi TNT u poligonskim uslovima, i izradila tehno-ekonomsku analizu opravdanosti zamene konvencionalnih eksploziva sa livenim PBX eksplozivom.

Angažovana je sa 12 istraživačkih meseci na projektu Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja, pod nazivom: "Primena nanomaterijala u unapređenju sredstava respiratorne i perkutane zaštite u uslovima ekološkog disbalansa izazvanog radioaktivnom, hemijskom i biološkom kontaminacijom", evidencioni br. TR34034.

Pohađala je kurs iz oblasti izrade energetskih materijala, "Manufacture and formulations of the explosives" 2011. godine, na Defence Academy u Krenfildu, u Velikoj Britaniji. Takođe je 2012. godine pohađala međunarodni kurs "Bezbednost u radu sa ubojnim sredstvima, skladištenje, čuvanje i uništavanje ubojnih sredstava".

Danica Simić je izabrana u nastavno zvanje asistenta odlukom NN veća Vojne akademije br. 60-443 od 04.06.2014. godine, za naučnu oblast Opasne materije. U istraživačko zvanje istraživača-saradnika izabrana je odlukom Nučnog veća Vojnotehničkog instituta br.01\251-143 od 11.07.2013. godine, a reizabrana odlukom br. 01/156-105 od 23.06.2016. godine, za oblast energetskih materijala.

Tokom 2014. i 2015. god., po ugovoru sa Vojnom Akademijom, a kao asistent na predmetima vezanim za eksplozivne materije, učestvovala je u praktičnoj nastavi, eksperimentalnim ispitivanjima i držanju vežbi za polaznike master studija iz Alžira. Učestvovala je u više navrata u izvođenju pokaznih vežbi za polaznike Policijske akademije, Vojne akademije, kao i u obuci polaznika post-diplomskih studija iz Ujedinjenih Arapskih Emirata i drugih kurseva za više ino-partnera sa kojima Vojnotehnički institut ima saradnju.

Tečno govori engleski i francuski jezik - poseduje sertifikat o poznavanju engleskog jezika NATO standarda STANAG 2, kao i sertifikat o poznavanju francuskog jezika nivoa DELF B1 izdat od strane Ministarstva obrazovanja Republike Francuske.

Bila je sekretar 6. Međunarodne konferencije iz oblasti odbrambenih tehnologija OTEH 2014, i član sekretarijata 5. Međunarodne konferencije iz oblasti odbrambenih tehnologija OTEH 2012.

Dva puta je nagrađena otkako je zaposlena u Vojnotehničkom institutu, za postignute uspehe u naučno-istraživačkom radu i vršenju službe. Do sada je 5 puta službeno ocenjena, svih pet puta odličnom ocenom.

U dokumentaciji Vojnotehničkog instituta autor je 12 Tehničkih izveštaja, 1 Elaborata, 2 PTD sveske, 8 Programa ispitivanja i 1 Tehno-ekonomske analize.

U periodu 2011.–2016. god. publikovala je u stranim i domaćim časopisima, kao i na konferencijama, kao autor ili koautor, ukupno 30 radova i 1 monografiju, a još 2 rada je u postupku recenzije / publikovanja. Koeficijent naučne kompetentnosti Danice Simić trenutno iznosi $52,4 = 3M_{22} + 1M_{23} + 10M_{33} + 4M_{34} + 1M_{41} + 7M_{51} + 2M_{63} + 2M_{64}$. Od navedenih publikovanih radova Danice Simić, iz istraživanja u okviru teme ove disertacije do sada je proisteklo 6 radova: 2 rada kategorije M33, 3 rada kategorije M34 i 1 rad kategorije M63.

U okviru doktorskih studija položila je sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i engleski jezik i završni ispit na temu "Dinamičko-mehanička svojstva hibridnih kompozitnih materijala otpornih na udar visoke energije", postigavši sledeće ocene:

Predmet	Ocena	ESPB
1. Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala	10	6
2. Hemijska kinetika	9	5
3. Termodinamika čvrstog stanja	9	5
4. Matematička obrada eksperimentalnih podataka	9	5
5. Fizičko-mehanička ispitivanja materijala – viši kurs	10	4
6. Struktura i svojstva kompozitnih materijala	10	5
7. Procesiranje i rast monokristala materijala za elektroniku	10	4
8. Ambalaža za specijalne namene	10	4
9. Kvantifikacija vizuelnih informacija u ispitivanju materijala	10	4
10. Svetlosno osetljivi slojevi	10	4
11. Biokompozitni materijali	10	4
12. Mehanika laminarnih kompozitnih ploča i ljuski	10	3
14. Završni ispit	10	30

Objavljeni naučni radovi i saopštenja:

Radovi štampani u časopisu međunarodnog značaja - M22:

1. **Danica Simić**, Uroš Andjelić, Dragan Knežević, Katarina Savić, Vladimir Draganić, Radoslav Sirovatka, Ljubiša Tomić, *Thermobaric effects of cast composite explosive of different charge mass and dimensions*, Central European Journal of Energetic Materials, 2016, Vol. 13, No 1, p. 161-182, ISSN 1733-7178, IF (2015)=1.280.
2. Nikola Bobić, Slavica Terzić, Mirjana Dimić, **Danica Simić**, Jasmina Nikolić, Saša Drmanić, *The Verification of TH-5 Explosive Quality*, Propellants, Explosives and Pyrotechnics, Volume 41, Issue 1, 2016 p.120–125, ISSN 0721-3115, IF (2015)=1.578.
3. Željko Senić, Sonja Bauk, **Danica Simić**, Maja Vitorović-Todorović, Tatjana Marković, Anton Radojković, Dušan Rajić: *The preliminary comparative analysis of different routes for TiO₂ nanoparticles synthesis and their deposition on textiles. the methyl-orange degradation and VX detoxication study*, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, Vol. 8, No. 2, 2013, p. 711 – 719, ISSN: 1842-3582, IF (2013)=1.123.

Rad u međunarodnom časopisu - M 23:

1. Saša J. Brzić, Ljiljana N. Jelisavac, Jela R. Galović, **Danica M. Simić**, Jelena Lj. Petković: *Viscoelastic properties of Hydroxyl-terminated poly(butadiene) based composite rocket propellants*, Hemijska industrija (2014), Vol. 68 No.4, p. 435-443, ISSN: 0367-598X, IF (2014)=0.364.

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u celini - M 33:

1. **Danica M. Simić**, Dušica B. Stojanović, Mirjana Dimić, Ljubica Totovski, Saša Brzić, Petar S. Uskoković, Radoslav R. Aleksić, *Preliminary analysis of the possibility of preparing PVB/IF-WS₂ composites. Effect of nanoparticles addition on thermal and rheological behavior of PVB*, 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2016, accepted, Belgrade, 6-7 October 2016.
2. Dragana S. Lazić, **Danica M. Simić**, Aleksandra D. Samolov, *Effect of IF-WS₂ nanoparticles addition on physical-mechanical and rheological properties and on chemical resistance of polymeric coating and polyurethane paint*, 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2016, accepted, Belgrade, 6-7 October 2016.

3. Uroš Anđelić, **Danica M. Simić**, Dragan Knežević, Marko Dević, *Visualizing the thermal effect of thermobaric explosives*, 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2016, accepted, Belgrade, 6-7 October 2016.
4. **Simić Danica**, Sirovatka Radoslav, Anđelić Uroš, Bogdanov Jovica, Terzić Slavica, *Thermobaric effect comparison of cast thermobaric PBX and TNT in enclosure test*, 19th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials NTREM 2016, Pardubice, Czech Republic, April 18-20, 2016, Proceedings pp. 947-953.
5. Jovica Bogdanov, Zoran Bajić, **Danica Simić**, Uroš Anđelić, Radoslav Sirovatka, Radenko Dimitrijević, *Blast performance of gun propellants*, 19th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials NTREM 2016, Pardubice, Czech Republic, April 18-20, 2016, Proceedings pp. 419-426.
6. **Danica Simić**, Uroš Anđelić, Dragan Knežević, Katarina Mišković, Siniša Gačić, Slavica Terzić, Saša Brzić, *Quantification of thermal effect of a thermobaric detonation by infrared imaging technique*, 18th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials NTREM 2015, Pardubice, Czech Republic, April 15-17, Proceedings (ISSN 978-80-7395-891-6), pp 829-838, 2015.
7. Uroš Anđelić, **Danica Simić**, *Two-point initiation by plastic explosive channels*, 18th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials NTREM 2015, Pardubice, Czech Republic, April 15-17, Proceedings (ISSN 978-80-7395-891-6), pp 433-438, 2015.
8. **Danica Simić**, Danilo Serdarevic, Sasa Savic, Sinisa Gacic, Slavica Terzic, Uros Andjelic, *Quality and performance verification of cast PBX explosive*, 6th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2014, Belgrade, 09-10 october 2014. Proceedings, p. 418-424, ISBN 978-86-81123-71-3, COBISS.SR-ID 210344204
9. Slavica Terzic, **Danica Simić**, Uros Andjelic, Sinisa Petrovic, Danka Simic: *Explosive properties and processing possibilities of recycled trinitrotoluene*, 6th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH 2014, Belgrade, 09-10 october 2014. Proceedings, p. 372-375, ISBN 978-86-81123-71-3, COBISS.SR-ID 210344204
10. Vesna Džingalašević, Gordana Antić, **Danica Simić**, Zoran Borković: *Shock to detonation transition of high explosives investigation*, 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2012, Belgrade, 18-19 september 2012. Proceedings, r. 326-337, ISBN 978-86-81123-58-4

Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja štampan u izvodu - M 34:

1. **Danica M. Simić**, Dušica B. Stojanović, Ana Tasić, Petar S. Uskoković, Radoslav R. Aleksić, *Effect of IF-WS₂ nanoparticles addition on thermo-rheological and mechanical behavior of aramid/phenolic resin/PVB composite material*, The eighteenth annual conference YUCOMAT 2016, Herceg Novi, Montenegro, September 5-10, 2016, page 89.
2. Dragana Lazić, **Danica Simić**, Aleksandra Samolov, *Effect of IF-WS₂ nanoparticles addition on physical-mechanical and rheological properties and on chemical resistance of water-based paints*, The eighteenth annual conference YUCOMAT 2016, Herceg Novi, Montenegro, September 5-10, 2016, page 87.
3. **Danica Simić**, Dušica B. Stojanović, Aleksandar Kojović, Ljubica Totovski, Zijah Burzić, Petar S. Uskoković, Radoslav Aleksić, *Ultrasonic deagglomeration of tungsten disulfide nanoparticles (WS₂) in different solvents for enhancing nanomechanical properties in poly (vinyl butyral) (PVB) nanocomposites*, The sixteenth annual conference YUCOMAT 2014, Herceg Novi, Montenegro, September 1-5, 2014, page 101.
4. Bauk Sonja, Senić Željko, **Simić Danica**, Vitorović-Todorović Maja, Marković Tatjana, Radojković Anton, Rajić Dušan: *Methyl orange degradation and VX detoxication of nano-TiO₂*

treated standard military textile, 8th International Conference of the chemical Societies of the South-Eastern European Countries – ICOSECS-8, June 27-29, 2013. Belgrade, Book of abstracts, Serbian chemical society, page 91, ISBN 978-86-7132-053-5.

Monografija nacionalnog značaja – M41:

1. **Danica M. Simić**, *Liveni termobarični PBX eksplozivi*, Monografska serija NAUČNOTEHNIČKE INFORMACIJE, Vol. 53, No. 2, 2016. Vojnotehnički institut, Beograd, ISSN 1820-3418

Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja - M 51:

1. Siniša Jovančić, **Danica Simić**, *Design of shoulder - launched unguided rocket with thermobaric warhead*, Scientific Technical Review, ISSN 1820 0206, 2015, Vol.65, No.4, pp.3-15.
2. Saša Brzić, Vesna Rodić, Mirjana Dimić, **Danica Simić**, Ljiljana Jelisavac, Marica Bogosavljević, *Influence of 1,4-butanediol on Hydroxyl-Terminated Poly(butadiene) Based Composite Propellant Binder Characteristics*, Scientific Technical Review, 2015, Vol.65, No.3, pp.55-60.
3. Uroš Anđelić, **Danica Simić**, *A Simple Two-point Parallel Initiation System*, Scientific Technical Review, 2015, Vol.65, No 2, pp 40-44.
4. **Danica Simić**, Mirjana Nikolić: *6th International Scientific Conference on defensive technologies OTEH 2014 – review*, Scientific Technical Review, vol. 64, br.4, 2014. YU ISSN 1820 0206
5. **Danica Simić**, Milorad Popović, Radoslav Sirovatka, Uroš Anđelić: *Influence of Cast Composite Thermobaric Explosive Compositions on Air Shock Wave Parameters*, Scientific Technical Review, 2013, Vol.63, No.2, pp.63-69, YU ISSN 1820 0206
6. **Danica Simić**, Jelena Petković, Aleksandar Milojković, Saša Brzić: *Influence of Composition on the Processability of Thermobaric Explosives*, Scientific Technical Review, 2013, Vol.63, No.3, pp.3-8, YU ISSN 1820 0206
7. Vesna Džingalašević, Gordana Antić, **Danica Simić**, Zoran Borković: *Influence of Explosive Composition and Structure on Shock to Detonation Transition*, Scientific Technical Review, 2013, Vol.63, No.1, pp.52-62, YU ISSN 1820 0206

Rad saopšten na skupu nacionalnog značaja štampan u celini - M 63:

1. **Danica M. Simić**, Dušica B. Stojanović, Ljubica Totovski, Petar S. Uskoković, Radoslav Aleksić, *Aramid/PVB/WS₂ advanced composite material thermo-rheological properties*, 29. Međunarodni kongres o procesnoj industriji PROCESING 16 Beograd, 2-3. jun 2016. ISBN 978-86-81505-81-6, p. 113-125.
2. Mirjana Dimić, **Danica Simić**, Slavica Terzić, Bojana Fidanovski, Uroš Anđelić, *Recycled explosive characterization and estimation of processing possibilities*, 29. Međunarodni kongres o procesnoj industriji PROCESING 16 Beograd, 2-3. jun 2016. ISBN 978-86-81505-81-6, 87-102.

Rad saopšten na skupu nacionalnog značaja štampan u izvodu - M 64:

1. **Danica M. Simić**, Jelena LJ. Petković: *Uticaj sastava na procesibilnost livenih kompozitnih eksploziva*, Prva konferencija mladih hemičara Srbije, str.101. ISBN 978-86-7132-050-4, Beograd, 2012.
2. Jelena LJ. Petković, Siniša D. Pašagić, **Danica M. Simić**: *Malodimne usporačke pirotehničke smeše na bazi mangana kao goriva*, Prva konferencija mladih hemičara Srbije, str. 98. ISBN 978-86-7132-050-4, Beograd 2012.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučnoistraživačkog rada, diplomirani inženjer tehnologije Danica Simić je pokazala izuzetnu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Na osnovu svega do sada izloženog Komisija zaključuje da kandidat ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Razvojem sintetičkih vlakana velike kohezivne čvrstine, žilavosti i tvrdoće, stvoreni su novi materijali koji višestruko prevazilaze jačinu čelika, pa se sa metalnih borbenih šlemova i pancirnih prsluka prešlo na mnogo lakša i komfornija sredstva za ličnu balističku zaštitu, izrađena od balističkih kompozitnih materijala na bazi aramida i termoplastičnih polimera, u novije vreme sa raznim ojačavajućim konstituentima poput ugljeničnih vlakana, STF fluida, određenih vrsta nanočestica i slično. Danas tehnologija balističke zaštite ide u pravcu razvoja i unapređenja različitih modifikovanih hibridnih kompozita, kao i u pravcu poboljšanja tehnološkog procesa njihove izrade. Cilj je dobijanje materijala sa adekvatnim svojstvima: pouzdana balistička zaštita, dovoljna krutost koja će zaštititi nosioca od povrede usled deformacije naličja, kao i mala specifična masa materijala.

Različiti termoplastični ili termo-očvršćavajući polimeri koriste se kao impregnacija aramidnih tkanina u proizvodnji balističkih zaštitnih sredstava. Kombinacija fenolformaldehidne smole i polivinilbutirala je često korišćena. Dihalogenidi prelaznih metala (MoS_2 , WS_2 , NbS_2 , itd.), zahvaljujući odličnim mehaničkim svojstvima, imaju širok spektar primene: za povećanje čvrstoće, smanjenje trenja, kao čvrsti lubrikanti, u antikorozijskoj zaštiti, itd. U obliku neorganskih fullerenskih čestica, sa jedinstvenom morfologijom i sferičnom zatvorenom strukturom, oni su hemijski inertni i veoma elastični. Usled ovih izuzetnih svojstava, neorganski fulereni, kao što je volfram disulfid, IF- WS_2 , prepoznati su kao potencijalni ojačavajući punioci različitih kompozita.

Istraživanja u okviru ove disertaciji obuhvatiće ispitivanje mogućnosti primene neorganskih fulerena kao ojačanja balističkih kompozitnih materijala na bazi aramidne tkanine i termoplastičnog polimera, polivinilbutirala, PVB. Za potrebe istraživanja, najpre će biti izvršen izbor optimalnog organskog rastvarača i tehnike ultrazvučnog dispergovanja i deaglomeracije nanočestica izabranog neorganskog fulerena - volfram disulfida, a potom će uzorci aramidnih tkanina sa slojem fenolformaldehidne smole, kao i aramida bez smole, biti impregnirani rastvorom PVB u pogodnom rastvaraču sa nanočesticama IF- WS_2 u različitim koncentracijama. Ispitaće se poboljšanja termomehaničkih, reoloških i balističkih svojstava. Cilj istraživanja u okviru ove doktorske teze je poboljšanje dinamičko-mehaničkih i termičkih svojstava aramidnih laminiranih kompozita dodatkom nanoojačanja u vidu neorganskih fulerena.

Literatura

1. O. Tevet, Mechanical and tribological properties of inorganic fullerene-like (IF) nanoparticles, Weizmann Institute of science, Rehovot, Israel, 2011.
2. M. J. Moberg, Carbon fiber and tungsten disulfide nanoscale architectures for armor applications, Thesis, Naval Postgraduate School Monterey, United States Naval Academy, United states, 2012.
3. V. S. Nguyen, D. Rouxel, B. Vincent, Dispersion of nanoparticles: From organic solvents to polymer solutions, Ultrason. Sonochem. 21 (2014) 149–153.
4. R. Tenne, L. Margulis, M. Genut, G. Hodes, Polyhedral and Cylindrical Structures of Tungsten Disulfide, Nature, 360 (1992) 444-446.

5. F. Folgar , B. R. Scott , S. M. Walsh , J. Wolbert: Thermoplastic matrix combat helmet with graphite-epoxy skin, 23rd International symposium on ballistics, Tarragona, Spain 16-20 april 2007, p.883.
6. H.E. Sliney, Solid lubricant materials for high temperatures - a review, *Tribol. Int.* 15 (1982) 303–315.
7. T.W. Scharf, S.V. Prasad, M.T. Dugger, P.G. Kotula, R.S. Goeke, R.K. Grubbs, Growth, structure, and tribological behavior of atomic layer-deposited tungsten disulphide solid lubricant coatings with applications to MEMS, *Acta Mater.* 54 (2006) 4731–4743.
8. V.N. Bakunin, A.Yu. Suslov, G.N. Kuzmina, O.P. Parenago, Synthesis and application of inorganic nanoparticles as lubricant components – a review, *J. Nanopart. Res.* 6 (2004) 273–284.
9. H. Yang, S. Liu, J. Li, M. Li, G. Peng, G. Zou, Synthesis of inorganic fullerene-like IF-WS₂ nanoparticles and their lubricating performance, *Nanotechnology* 17 (2006) 1512–1519.
10. O. Tevet, P. Von-Huth, R. Popovitz-Biro, R. Rosentsveig, H. D. Wagner, R. Tenne, Friction mechanism of individual multilayered nanoparticles, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 108 (2011), 19901-19906.
11. Y. Q. Zhu, T. Sekine, B. S. Kieren, S. Firth, R. Tenne, R. Rosentsveig, H. W. Kroto, D. R. Walton, Shock-Wave Resistance of WS₂ Nanotubes, *J. Am. Chem. Soc.* 125 (2003) 1329–1330.
12. F. Xu, Large Scale Manufacturing of IF-WS₂ Nanomaterials and Their Application in Polymer Nanocomposites, University of Exeter, Devon, UK, 2013.
13. F. Xu, C. Yan, Y. Shyng, H. Chang, Y. Xia, Y. Zhu, Ultra-toughened nylon 12 nanocomposites reinforced with IF-WS₂, *Nanotechnology* 25 (2014) 325701-325711
14. M. Naffakh, C. Marco, M. A. Gómez, I. Jiménez, Novel melt-processable nylon-6/inorganic fullerene-like WS₂ nanocomposites for critical applications, *Mater. Chem. Phys.* 129 (2011) 641–648
15. M. Naffakh, A. M. Díez-Pascual, C. Marco, G. Ellis, Morphology and thermal properties of novel poly(phenylene sulfide) hybrid nanocomposites based on single-walled carbon nanotubes and inorganic fullerene-like IF-WS₂ nanoparticles, *J. Mater. Chem.* 22 (2012) 1418-1425.
16. M. Naffakh, A. M. Díez-Pascual, C. Marco, G. Ellis, Novel polypropylene/inorganic fullerene-like WS₂ nanocomposites containing a β -nucleating agent: Mechanical, tribological and rheological properties, *Mater. Chem. Phys.* 144 (2014) 98-106.
17. H. Li, Z. Yin , D. Jiang, Y. Huo, Y. Cui, Tribological behavior of hybrid PTFE/Kevlar fabric composites with nano-Si₃N₄ and submicron size WS₂ fillers, *Tribol. Int.* 80 (2014) 172–178.
18. A. Moshkovitha , V. Perfiliev, A. Verdyan, I. Lapsker, R. Popovitz-Biro, R. Tenne, L. Rapoport, Sedimentation of IF-WS₂ aggregates and a reproducibility of the tribological data, *Tribol. Int.* 40 (2007) 117–124.
19. I.M. Mahbubul, R. Saidur, M.A. Amalina, E.B. Elcioglu, T. Okutucu-Ozyurt, Effective ultrasonication process for better colloidal dispersion of nanofluid, *Ultrason. Sonochem.* 26 (2015) 361–369.
20. J. Lin, G. Bai, Z. Liu, L. Niu, G. Li, C. Wen, Effect of ultrasonic stirring on the microstructure and mechanical properties of in situ Mg₂Si/Al composite, *Mater. Chem. Phys.* 178 (2016) 112-118.
21. B. Bittmann, F. Hauptert, A.K. Schlarb, Ultrasonic dispersion of inorganic nanoparticles in epoxy resin, *Ultrason. Sonochem.* 16 (2009) 622–628.

22. C. A. Charitidis, E. P. Koumoulos, M. Giorcelli, S. Musso, P. Jagdale, A. Tagliaferro, Nanomechanical and Tribological Properties of Carbon Nanotube/Polyvinyl Butyral Composites, *Polym. Compos.* 34, Issue 11 (2013) 1950–1960.
23. E. P. Koumoulos, P. Jagdale, I. A. Kartsonakis, M. Giorcelli, A. Tagliaferro, C. A. Charitidis, Carbon nanotube/polymer nanocomposites: A study on mechanical integrity through nanoindentation, *Polym. Compos.* 36, Issue 8 (2015) 1432–1446.
24. F. Pu, High Yield Production of Inorganic Graphene-like Materials (MoS_2 , WS_2 , BN) Through Liquid Exfoliation Testing Key Parameters, Massachusetts Institute of Technology, United States 2012.
25. K. A. Narh, L. Jallo, K. Y. Rhee, The effect of carbon nanotube agglomeration on the thermal and mechanical properties of polyethylene oxide, *Polym. Compos.* 29 (2008) 809–817.
26. G. Cunningham, M. Lotya, C. S. Cucinotta, S. Sanvito, S. D. Bergin, R. Menzel, M. S. P. Shaffer, J. N. Coleman, Solvent Exfoliation of Transition Metal Dichalcogenides: Dispersibility of Exfoliated Nanosheets Varies Only Weakly between Compounds, *ACS Nano*, 6 (2012), 3468–3480.
27. C.M. Hansen, Hansen Solubility Parameters: A User's Handbook, second ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 2007.
28. W.C. Oliver, G.M. Pharr, An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments, *J. Mater. Res.* 7 (1992) 1564–1583.
29. D.B. Stojanovic, A. Orlovic, M. Zrilic, I. Balac, C.Y. Tang, P.S. Uskokovic, R. Aleksic, The Effects of Functionalization on the Thermal and Tribo-Mechanical Behaviors of Neat and Grafted Polyethylene Nanocomposites, *Polym. Compos.*, 34 (2013) 1710-1719.
30. P. Peer, M. Stenicka, V. Pavlinek, P. Filip, I. Kuritka, J. Brus, An electrorheological investigation of PVB solutions in connection with their electrospinning qualities, *Polym. Test.* 39 (2014) 115-121.
31. G.W. Ehrenstein, G. Riedel, P. Trawie, Thermal Analysis of Plastics: Theory and Practice, Hanser Gardner Publications, Germany, 2004.
32. B. Bhushan, Introduction to tribology, second edition, John Wiley & Sons, Ltd. 2013.
33. Y Xia, M. Bigerelle, J. Marteau, P.-E. Mazeran, S. Bouvier, A. Iost, Effect of surface roughness in the determination of the mechanical properties of material using nanoindentation test, *Scanning*, 36 (2014) 134-149.
34. Y. Xia, M. Bigerelle, S. Bouvier, A. Iost, P.-E. Mazeran, Quantitative approach to determine the mechanical properties by nanoindentation test: Application on sandblasted materials, *Tribol. Int.* 82 (2015) 297–304.
35. Ultracki L. A., Rigid ballistic composites, NRC Publications Archive: Canada, 2010, p. 45
36. Reis P. N. B., Ferreira J. A. M., Santos P., Richardson M. O. W., Santos J. B., Impact response of Kevlar composites with filled epoxy matrix, *Composite Structures*, Vol 94, 2012, pp. 3520-3528.
37. Karahan M., Kus A., Eren R., An investigation into ballistic performance and energy absorption capabilities of woven aramid fabrics, *International Journal of Impact Engineering*, Vol 35, 2008, pp. 499-510.
38. Aleksić R., Živković I., Dinamičko-mehanička svojstva balističkih kompozitnih materijala, TMF, Beograd, 2009.

39. Padaki N. V., Alagirusamy R., Deopura B. L., Sugun B. S., Fanguero R., Low velocity impact behaviour of textile reinforced composites, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, Vol 33, 2008, pp. 189-202.
40. Fragment ballistic performance of homogenous and hybrid thermoplastic composites, *International Journal of Impact Engineering*, Volume 81, 2015, Pages 8-16.
41. J.G. Carrillo, R.A. Gamboa, E.A. Flores-Johnson, P.I. Gonzalez-Chi, Ballistic performance of thermoplastic composite laminates made from aramid woven fabric and polypropylene matrix, *Polymer Testing*, Volume 31, Issue 4, June 2012, Pages 512-519.
42. Hamid Reza Baharvandi, Morteza Alebooyeh, Masoud Alizadeh, Mina Saeedi Heydari, Naser Kordani, and Peiman Khaksari, The influences of particle–particle interaction and viscosity of carrier fluid on characteristics of silica and calcium carbonate suspensions-coated Twaron® composite, *Journal Of Experimental Nanoscience* Vol. 11 , Iss. 7, 2016.
43. S. Sapozhnikov, O. Kudryavtsev, Modeling of Thermoplastic Composites Used in Protective Structures, *Mechanics of Composite Materials*, 2015, Volume 51, Issue 4, pp 419–426.
44. V.P.W. Shim, C.T. Lim, K.J. Foo, Dynamic mechanical properties of fabric armour, *International Journal of Impact Engineering*, Volume 25, Issue 1, January 2001, Pages 1-15, ISSN 0734-743X.
45. Jones, F.R.: *Handbook of Polymer-Fiber Composites*, Longman, 29- 48, 231-234, 265-285, 1994.
46. Irena Živković, Katarina Maksimović, Aleksandar Kojović, Radoslav Aleksić, Analysis of Smart Aramid Fiber Reinforced Laminar Thermoplastic Composite Material Under Static Loading, *Scientific Technical Review*, Vol. LVIII, No. 1, 2008, 25-31.
47. I. Živković, P.I. Perišić, Z.H. Burzić, P.S. Uskoković, P.R. Aleksić, Aramid fiber reinforced laminar thermoplastic composite materials, *Journal of Advanced Materials*, 37 (4) 23-31 (2005) ISSN 0036-0821; ISSN 0096-7920
48. Torki, A.M., Stojanović, D.B., Živković, I.D., Marinković, A., Škapin, S.D., Uskoković, P.S., Aleksić, R.R., The viscoelastic properties of modified thermoplastic impregnated multiaxial aramid fabrics, *Polymer Composites*, 33 (1), 2012, pp. 158-168.
49. Stojanović, D.B., Zrilić, M., Jančić-Heinemann, R., Živković, I., Kojović, A., Uskoković, P.S., Aleksić, R., Mechanical and anti-stabbing properties of modified thermoplastic polymers impregnated multiaxial p-aramid fabrics, (2013) *Polymers for Advanced Technologies*, 24 (8), pp. 772-776.
50. Obradović, V., Stojanović, D.B., Jančić-Heinemann, R., Živković, I., Radojević, V., Uskoković, P.S., Aleksić, R., Ballistic properties of hybrid thermoplastic composites with silica nanoparticles, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Volume 9, Issue 4, 2014, Pages 97-107.
51. Torki, A.M., Živković, I., Radmilović, V.R., Stojanović, D.B., Radojević, V.J., Uskoković, P.S., Aleksić, R.R., Dynamic mechanical properties of nanocomposites with poly (Vinyl Butyral) matrix, *International Journal of Modern Physics B*, Volume 24, Issue 6-7, 2010, Pages 805-812.
52. V. Obradović, D. B. Stojanović, I. Živković, V. Radojević, P. S. Uskoković, R. Aleksić, Dynamic mechanical and impact properties of composites reinforced with carbon nanotubes, *Fibers and Polymers*, Volume 16, Issue 1, 2015, pp 138–145.

53. Shawn M. Walsh, Brian R. Scott, and David M. Spagnuolo, The Development of a Hybrid Thermoplastic Ballistic Material With Application to Helmets, ARL-TR-3700, 2005.
54. Lionel Vargas-Gonzalez, Shawn M. Walsh, James Wolbert, Impact and Ballistic Response of Hybridized Thermoplastic Laminates, Army Research Laboratory -MR-0769, 2011.
55. S.M. Walsh, B.R. Scott, D.M. Spagnuolo, J.P. Wolbert, Hybridized thermoplastic aramids: enabling material technology for future force headgear, U.S. Army Research Laboratory, 2006.
56. D. Thomas Campbell, David R. Cramer, Hybrid thermoplastic composite ballistic helmet fabrication study, Fiberforge Corporation, Published by Society for the Advancement of Material and Process Engineering, 2008.

3. POLAZNE HIPOTEZE

- Izbor optimalnog organskog rastvarača za PVB, koji neće narušiti termo-mehanička svojstva polimera, a u kom će se nanočestice neorganskog fullerenskog punioca adekvatno dispergovati i deaglomerisati primenom optimalne ultrazvučne tehnike;
- Ispitivanje strukture i morfologije najpre uzoraka tankog filma, a potom i kvaliteta impregnacije aramidnih tkanina pomoću skenirajuće elektronske mikroskopije i optičke mikroskopije koji ukazuju na stepen aglomeracije i na kvalitet dispergovanja dodatih nanočestica;
- Imajući u vidu jedinstvena svojstva neorganskih fulerena očekuje se povećanje modula elastičnosti i indentacione tvrdoće PVB dodatkom IF-WS₂, kao i smanjenje koeficijenta trenja PVB sa dodatkom IF-WS₂;
- Povećanje modula sačuvane energije višeslojnog laminiranog kompozitnog sistema aramid/PVB i aramid/fenolformaldehid/PVB sa dodatkom IF-WS₂ nanočestica;
- Povećanje temperature ostakljivanja kompozita dodatkom IF-WS₂;
- Rezultati testiranja uboda nožem pod uslovima kontrolisane energije i rezultati upucavanja u balističkom tunelu koji ukazuju na povećanje apsorbovane energije nakon dodatka IF-WS₂;
- Poboljšanje termo-mehaničkih svojstava kompozita dodatkom neorganskog fulerena i dobijanje kompozitne strukture - materijala bolje antibalističke zaštite.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1 Metode rada

- Ultrazvučno dispergovanje i deaglomeracija: Nanočestice neorganskog fulerena će se pomoću ultrazvučne sonde *Sonic Vibra Cell VCX750* dispergovati u rastvaraču u kom će kasnije biti rastvoren PVB.
- Presovanje: Uzorci aramidnih tkanina, nakon što će biti impregnisani rastvorom PVB u pogodnom rastvaraču sa nanočesticama IF-WS₂, biće podvrgnuti presovanju na presi *Belišće*, pod definisanim pritiskom i na definisanoj temperature, kako bi formirali višeslojne laminirane kompozitne strukture.
- Balističko testiranje: Dobijene višeslojne laminirane kompozitne strukture će biti testirane u balističkim testovima upucavanjem, a u skladu sa postojećim standardima NIJ u oblasti balističkih zaštitnih materijala.
- Testiranje na ubod nožem u uslovima kontrolisane energije: Ispitaće se otpornost na ubod noža višeslojnih laminirane kompozitne strukture sa ili bez ojačanja u vidu dodatka nanočesticama neorganskog fulerena u različitim koncentracijama.

4.2 Metode karakterizacije

U ovom istraživanju primeniće se sledeće metode karakterizacije kompozitnih materijala:

- Diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC) – određivanje temperature ostakljivanja,

- Nanoindentacija i nanoscratch-test – određivanje modula elastičnosti, indentacione tvrdoće i koeficijenta trenja,
- Analiza raspodele veličine čestica (PSA),
- Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) i optička mikroskopija,
- Obrada rezultata u Image Pro-Plus programskom paketu,
- Ispitivanje udarne čvrstoće na Šarpijevom klatnu,
- Dinamičko-mehanička termička analiza (DMTA) – određivanje modula sačuvane i izgubljene energije, mehaničkog modula gubitaka, temperature ostakljivanja.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

U ovom istraživanju se očekuje sledeći naučni doprinos:

- Novi materijali sa poboljšanim termo-mehaničkim svojstvima za antibalističku zaštitu - višeslojnog laminiranog kompozitnog sistema aramid/PVB i aramid/fenolformaldehid/PVB dodatkom neorganskog fulerena - IF-WS₂ nanočestica - kao ojačanja,
- Poznavanje veza između procesnih parametara i postignutih mehaničkih svojstava dobijenih kompozita
- Metode dizajniranja naprednih antibalističkih materijala sa unapred definisanim svojstvima. Kao ishod ovih naučnih rezultata očekuje se i primena u realnim proizvodima u saradnji sa privredom.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Rad će obuhvatiti 4 dela istraživanja: preliminarni odabir adekvatnog organskog rastvarača za PVB i optimalne tehnike ultrazvučnog deaglomerisanja i disperzije nanočestica neorganskog fulerena - IF-WS₂, ispitivanje dejstva nanočestičnog ojačanja u tankim filmovima PVB, dinamičko-mehaničko termičko testiranje višeslojnih laminiranih kompozitnih struktura aramid/PVB i aramid/fenolformaldehid/PVB sa i bez IF-WS₂ nanočestica, balističko testiranje kompozita upucavanjem i ubodom noža. Nabrojane metode karakterizacije će se koristiti za analizu svojstava dobijenih balističkih kompozitnih materijala.

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

U *Uvodu* će biti definisan predmet rada, istaknut značaj istraživanja, cilj rada, doprinos i aktuelnost istraživanja.

U *Teorijskom delu* će biti dat pregled aktuelnih tehnologija izrade balističkih kompozita, kao i najčešće korišćenih sirovina – materijala u izradi sredstava lične balističke zaštite. Poseban akcenat će biti stavljen na aramidne tkanine kao osnovu modernih balističkih kompozita, i na termoplastične i termo-očvršćavajuće polimere koji se koriste kao impregnirajuća matrica. Biće opisana svojstva i mogućnosti primene neorganskih fulerena, a naročito volfram disulfida, kao potencijalnog ojačanja u kompozitnim materijalima. Biće opisani balistički testovi koji se primenjuju za ispitivanje balističkih zaštitnih sredstava.

U *Eksperimentalnom delu* će biti opisan proces pripreme tankih filmova upotrebom različitih organskih rastvarača i različitih tehnika deaglomeracije i disperzije neorganskog fulerena, a zatim i tehnološki postupak dobijanja višeslojnih laminiranih kompozitnih struktura aramid/PVB i aramid/fenolformaldehid/PVB, sa i bez IF-WS₂ nanočestica. Biće dat i opis metoda i opreme korišćene u ovom istraživanju za karakterizaciju i testiranje kompozitnih materijala.

Rezultati i diskusija će biti podeljeni shodno podeli istraživanja: analiza odabira adekvatnog organskog rastvarača i optimalne tehnike deaglomerisanja i disperzije nanočestica IF-WS₂, analiza rezultata nanoindentacije i nanoscratch testa na tankim filmovima PVB sa i bez IF-WS₂, analiza

DMTA rezultata i analiza rezultata balističkih testova za višeslojne laminirane kompozitne strukture aramid/PVB i aramid/fenolformaldehid/PVB, sa i bez nanočestica IF-WS₂. Za navedene metode karakterizacije (DSC, PSA, SEM, DMTA) biće dat kompletan pregled rezultata koji su dobijeni za uzorke ispitane tim metodama.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati iz prikazanih istraživanja i predstavljene moguće primene novih balističkih kompozitnih materijala ojačanih neorganskim fulerenima.

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

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu izloženog Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije „BALISTIČKI HIBRIDNI NANOKOMPOZITNI MATERIJALI OJAČANI NEORGANSKIM FULERENIMA“ kandidata Danice Simić, diplomiranog inženjera, naučno zasnovana i predlaže Nastavnom-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže Prof. Dr Petar Uskoković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Inženjerstvo materijala za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 21. 09. 2016. godine

ČLANOVI KOMISIJE

.....
1. Prof. dr Petar Uskoković, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
2. Prof. dr Vesna Radojević, red. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
3. Prof. dr Aleksandar Kojović, van. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
4. dr Dušica Stojanović, viši naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
5. dr Zijah Burzić, naučni savetnik
Vojnotehnički institut, Beograd