

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/187
(Број захтева)

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

11.06.2017.
(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:

„Магнетна и електрична својства керамичких композитних материјала на бази никл-цинк-ферита и баријум-титаната добијених поступком ауто-сагоревања“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

АДИС (Сулејман) ЦУНУЗОВИЋ, мастер инжењер технологије

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

3. Година дипломирања: 2011.

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

5. Година одбране мастер рада: 2012.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 01.06.2017. 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.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Адиса Цунузовић**

Име и презиме ментора: **Милица (рођ. Поповић) Гвозденовић**

Звање: ванредни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M. Popović, B. Grgur, M. Vojnović, P. Rakin, N. Krstajić, "Electrochemical studies on $\text{LaNi}_{4,15}\text{Co}_{0,43}\text{Mn}_{0,4}\text{Fe}_{0,02}$ Metal Hydride Alloy", *J. Alloys Comp.* **298** (2000) 107-113 (IF(2000)=0,845; ISSN 0925-8388).
2. M. Popović, B. Grgur, V. Mišković-Stanković, "Corrosion studies on electrochemically deposited PANI and PANI/epoxy coatings on mild steel in acid sulfate solution", *Prog. Org. Coat.* **52** (2005) 359-365 (IF(2005)=1,535; ISSN 0300-9440).
3. B.Grgur, M.Gvozdenović, V. Mišković-Stanković and Z. Kačarević-Popović "Corrosion behavior and thermal stability of electrodeposited PANI/epoxy coating system on mild steel in sodium chloride solution" *Prog. Org. Coat.* **56** (2006) 214-219 (IF(2006)=1,591; ISSN 0300-9440).
4. M. Gvozdenović, B. Jugović, T. Trišović, J. Stevanović, B. Grgur, "Electrochemical characterization of polyaniline electrode in ammonium citrate containing electrolyte", *Mat. Chem.Phys.* **125** (2011) 601-605 (IF(2010)=2,356; ISSN 0254-0584).
5. B. Grgur, A. Žeradjanin, M. Gvozdenović, M. Maksimović, T. Trišović, B. Jugović, "Electrochemical characteristics of rechargeable polyaniline/lead dioxide cell", *J. Power Sources*, **217** (2012) 193-198 (IF(2011)=4,951; ISSN 0378-7753).
6. B. Jugović, M. Gvozdenović, J. Stevanović, T. Trišović, B. Grgur, "Characterization of electrochemically synthesized PANI on graphite electrode for potential use in electrochemical power sources", *Mat. Chem.Phys.* **114** (2009) 939-942 (IF(2010)=2,356; ISSN 0254-0584).
7. M. Janačković, M. Gvozdenović, B. Jugović, B. Grgur, "The improved photooxidation stability of the SILAR deposited copper sulfide on polypyrrole", *Synthetic Met.* **203** (2015) 37-43. (IF(2015)=2,299; ISSN 0379-6779)

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: 18.05.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Адиса Џунузовића

Име и презиме ментора: Мирјана Вијатовић Петровић

Звање: виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **M.M. Vijatovic Petrovic**, J.D. Bobic, R. Grigalaitis, N.I. Ilic, A.S. Dzunuzovic, V. Jankausikaite, J. Banys, B.D. Stojanovic, Donor-acceptor joint effect in barium titanate systems. *Ceramics International* 41 (2015) 11365-11371. ISSN 0272-8842, IF 2.758
2. A.S. Dzunuzovic, **M.M. Vijatovic Petrovic**, B.S. Stojadinovic, N.I. Ilic, J.D. Bobic, C.R. Foschini, M.A. Zaghet, B.D. Stojanovic, Multiferroic (NiZn)Fe₂O₄-BaTiO₃ composites prepared from nanopowders by auto-combustion method. *Ceramics International* 41 (2015) 13189-13200. ISSN 0272-8842, IF 2.758
3. A.S. Dzunuzovic, N.I. Ilic, **M.M. Vijatovic Petrovic**, J.D. Bobic, B. Stojadinovic, Z. Dohčević-Mitrović, B.D. Stojanovic Structure and properties of Ni-Zn ferrite obtained by auto-combustion method. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 374 (2015) 245-251. ISSN 0304-8853, IF 2.357
4. R. Grigalaitis, **M.M. Vijatovic Petrovic**, J.D. Bobic, A. Dzunuzovic, R. Sobiestianskas, A. Brilingas, B.D. Stojanovic, J. Banys, Dielectric and magnetic properties of BaTiO₃-NiFe₂O₄ multiferroic composites. *Ceramics International* 40 (2014) 6165-6170, ISSN 0272-8842, IF 2.758
5. **M. M. Vijatovic Petrovic**, J. D. Bobic, H. Ursic, J. Banys, B. D. Stojanovic The electrical properties of chemically obtained barium titanate improved by attrition milling. *Journal of Sol-Gel Science and Technology* 67 (2013) 267-272, ISSN 0928-0707, IF 1.660
6. **M.M. Vijatovic Petrovic**, J.D. Bobic, J. Banys, B.D. Stojanovic Electrical properties of antimony doped barium titanate ceramics. *Materials Research Bulletin* 48 (2013) 3766-3772, ISSN 0025-5408, IF 2.435
7. **M.M. Vijatovic Petrovic**, J.D. Bobic, A.M. Radojkovic, J. Banys, B.D. Stojanovic Improvement of barium titanate properties induced by attrition milling. *Ceramics International* 38(2012)5347-5354, ISSN 0272-8842, IF 2.605

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

☐ А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко технолошких, 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 часописао бухвата 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) којега, 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: 18.05.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

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 01.06.2017. године, донета је
е

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 Адису Џунузовићу, мастер инж. технологије, под називом: „Магнетна и електрична својства керамичких композитних материјала на бази никл-цинк-ферита и баријум-титаната добијених поступком ауто-сагоревања“.

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

За менторе се одређују: др Милица Гвозденовић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Мирјана Вијатовић Петровић, вишег научног саветника Универзитету у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALUŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Podobnost teme i kandidata Adisa Džunuzovića, diplomiranog inženjera tehnologije-master za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/102 od 20.04.2017. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Adisa Džunuzovića, diplomiranog inženjera tehnologije-master, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Magnetna i električna svojstva keramičkih kompozitnih materijala na bazi nikel-cink-ferita i barijum-titanata dobijenih postupkom auto-sagorevanja**“. Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Adis Džunuzović, diplomirani inženjer tehnologije master, rođen je 21.06.1987. godine u Priboju, Srbija, Osnovnu školu i gimnaziju prirodno-matematičkog smera završio je u Priboju. Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je 2007. na smeru organska hemijska tehnologija sa polimernim inženjerstvom, a osnovne akademske studije je završio 2011. godine sa prosečnom ocenom 8.17. Iste godine upisuje master akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, a završava ih 2012. godine sa prosečnom ocenom 9.13. Doktorske akademske studije upisuje 2012. godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Inženjerstvo materijala.

Od decembra 2012. godine zaposlen je u Institutu za multidisciplinarna istraživanja. U zvanje istraživač-saradnik izabran je 16.12.2014. godine.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Adis Džunuzović je upisao prvu godinu doktorskih studija školske 2012/2013 godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na studijskom programu Inženjerstvo materijala. Položio je sve ispite predviđene Nastavnim planom i programom sa prosečnom ocenom 10,0 kao i Završni ispit vezan za problematiku predložene doktorske disertacije.

Predmet	Ocena	ESPB
Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
Termodinamika čvrstog stanja	10	5
Hemijska kinetika	10	5
Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala	10	6
Teorijski osnovi keramike i stakla	10	5
Struktura i svojstva kompozitnih materijala	10	5
Odabrana poglavlja instrumentalne analize	10	7
Metode karakterizacije keramičkih i staklastih materijala	10	4
Materijali sa specifičnim električnim, toplotnim, magnetnim i optičkim svojstvima	10	4
Fizika čvrstog stanja	10	4
Završni ispit	10	30

Adis Džunuzović angažovan je na projektu III 45021 "Sinteza nanoprahova i procesiranje keramike nanokompozita sa specifičnim električnim i magnetnim svojstvima za primenu u integrisanim pasivnim komponentama" potprojekat "Sinteza nanoprahova i procesiranje keramičkih i nanokompozitnih materijala" koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kao i na međunarodnim projektima: COST MP0904 "Jednofazni i višefazni ferroici i multiferroici ograničenih geometrija"(Single- and Multiphase Ferroic and Multiferroics with Restricted Geometries-SIMUFER), COST IC1208 "Integrisani uređaji i materijali: Izazov za nove instrumente u ICT" (Integrating Devices and Materials: A Challenge for New Instrumentation in ICT) i COST MP1308 "Prema elektronici zasnovanoj na oksidima" (Towards Oxide-Based Electronics, TO-BE). Na osnovu saradnje na projektu COST MP0904 bio je u dvonedeljnoj radnoj poseti laboratoriji Fakulteta za fiziku u Vilniju, Litvanija. Tema posete bila je "Dielektrična i magnetna svojstva $\text{BaTiO}_3\text{-NiZnFe}_2\text{O}_4$ multiferoičnih kompozita". Učestvovao je i u programu bilateralne saradnje Slovenije i Srbije "Multiferoični kompoziti za nove primene" u okviru koje je bio u dvonedeljnoj radnoj poseti Institutu Jožef Stefan u Ljubljani. Tema posete bila je "Dielektrična svojstva $x\text{BaTiO}_3\text{-(1-x)NiZnFe}_2\text{O}_4$ ($x= 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$) multiferoičnih kompozita". Učestvovao je na međunarodnim konferencijama sa usmenim i poster prezentacijama. Oblast naučno-istraživačkog rada mr Adisa Džunuzovića je nauka o materijalima i fizika čvrstog stanja, dok uža oblast istraživanja obuhvata sintezu feromagnetnih materijala i kompozitnih materijala sa feromagnetnim i feroelektričnim svojstvima. Specifične oblasti istraživačke aktivnosti su sinteza nikl cink ferita i barijum titanata metodom autosagorevanja, kao i sinteza kompozitnih materijala, sinterovanje dobijenih materijala pod odgovarajućim uslovima, sa posebnim akcentom na utvrđivanje korelacija između parametara procesa sinteze, strukturnih karakteristika i svojstava dobijenog materijala. Koautor je ukupno 20 radova publikovanih u naučnim časopisima i saopštenih na naučnim skupovima. Od toga, 7 radova je publikovano u vrhunskim naučnim časopisima međunarodnog značaja (M21) dok je jedan rad publikovan u istaknutom međunarodnom časopisu (M22). Prvi autor je dva publikovana rada.

Učešće na naučno-istraživačkim projektima:

Nacionalni projekti

2012-danas: III 45021 "Sinteza nanoprahova i procesiranje keramike nanokompozita sa specifičnim električnim i magnetnim svojstvima za primenu u integrisanim pasivnim komponentama" potprojekat "Sinteza nanoprahova i procesiranje keramičkih i nanokompozitnih materijala" koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Međunarodni projekti

2012-2014: "Single- and Multiphase Ferroic and Multiferroics with Restricted Geometries", akronim projekta COST MP0904- SIMUFER.

2014-danas "Integrating Devices and Materials: A Challenge for New Instrumentation in ICT", akronim projekta COST IC1208.

2015-danas "Towards Oxide-Based Electronics", TO-BE, akronim projekta COST 1308.

1.2.1. Spisak radova i saopštenja

Radovi u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja (M21)

1. Grigalaitis R., Vijatović Petrović M., Bobić J., **Džunuzović A.**, Sobiestianskas R., Brilingas A., Stojanović B., Banys J.: *Dielectric and magnetic properties of $\text{BaTiO}_3\text{-NiFe}_2\text{O}_4$ multiferroic composite*, -Ceramic International, Vol 40, 2014, pp. 6165-6170, IF 2014: 2.605. ISSN 0272-8842
2. **Džunuzović A.**, Ilić I., Vijatović Petrović M., Bobić J., Stojadinović B., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B., "Structure and properties of Ni-Zn ferrite obtained by auto-combustion method", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol 374, 2015, pp. 245-251, IF 2015: 2.357. ISSN 0304-8853

3. **Dzunuzovic A.**, Vijatovic Petrovic M., Stojadinovic B., Ilic N., Bobic J., Foschini C., Zaghete M., Stojanovic B.: *Multiferroic (NiZn) Fe₂O₄–BaTiO₃ composites prepared from nanopowders by auto-combustion method*, -Ceramic International, Vol 41, 2015, pp. 13189–13200, IF 2015: 2.605. ISSN 0272-8842
4. Ilić N., **Džunuzović A.**, Bobić J., Stojadinović B., Hammer P., Vijatović Petrović M., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B.: *Structure and properties of chemically synthesized BiFeO₃. Influence of fuel and complexing agen*, -Ceramic International, Vol 41, 2015, pp. 69-77, IF 2015: 2.605. ISSN 0272-8842
5. Vijatović Petrović M., Bobić J., Grigalaitis R., Ilic N., **Dzunuzovic A.**, Jankauskaite V., Banys J., Stojanović B.: *Donor–acceptor joint effect in barium titanate systems*, -Ceramics International, Vol 41, 2015, pp. 11365–11371, IF 2015: 2.605. ISSN 0272-8842
6. Ilic N., Bobic J., Stojadinovic B., **Dzunuzovic A.**, Vijatovic Petrovic M., Dohcevic-Mitrovic Z., Stojanovic B.: Improving of the electrical and magnetic properties of BiFeO₃ by doping with yttrium, Materials Research Bulletin, Vol. 77, 2016, pp. 60-69, IF 2015: 2435. ISSN 0025-5408
7. Bobic J., Katiliute R., Ivanov M., Ilic I., **Dzunuzovic A.**, Vijatovic Petrovic M., Banys J., Stojanovic B.: *Influence of tungsten doping on dielectric, electrical and ferroelectric behavior of BaBi₄Ti₄O₁₅ ceramics*, Journal of Alloys and Compounds, Vol 702, 2017, pp. 619-625, IF 2015: 3.014. ISSN 0925-8388

Radovi objavljeni u istaknutom časopisu međunarodnog značaja (M22)

1. Bobic J., Katiliute R., Ivanov M., Vijatovic Petrovic M., Ilic N., **Dzunuzovic A.**, Banys J., Stojanovic B.: Dielectric, ferroelectric and magnetic properties of La doped Bi₅Ti₃FeO₁₅ ceramics, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, Vol 27, 2016, pp. 2448-2454, IF 2015: 1.798. ISSN 0957-4522

Radovi saopšteni na skupu međunarodnog značaja štampani u izvodu (M34)

1. Vijatović Petrović M.M., **Džunuzović A.**, Bobić J.D., Curecheriu L., Koruza J., Stojanović B.D.: *Synthesis and properties of NiFe₂O₄ and Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ prepared by auto-combustion method*", Proceedings of the 2nd COST MP0904 Workshop, Single and Multiphase Ferroics and Multiferroics with restricted Geometries, Firenca, 22-23 April 2013, pp. 47
2. Vijatović Petrović M., **Džunuzović A.**, Bobić J., Ilić N., Curecheriu L., Stojanović B.: *Synthesis procedure and properties of NiFe₂O₄ – BaTiO₃ composites*, Proceedings of the Second Conference of The Serbian Ceramic Society, Beograd, Jun 5-7 2013, pp. 89 , ISBN 978-86-80109-18-3
3. Ilić N., **Džunuzović A.**, Bobić J., Vijatović Petrović M., Stojadinović B., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B.: *Effect of fuel on the auto-combustion synthesized multiferroic BiFeO₃*, Proceedings of the 13th International Meeting on Ferroelectricity, Krakov, 2-6 Septembar 2013, pp. 591
4. **Džunuzović A.S.**, Ilić N.I., Bobić J.D., Vijatović Petrović M.M., Stojadinović B.S., Dohčević-Mitrović Z.D., Stojanović B.D.: *Synthesis and characterization of nickel zinc ferrite*', Proceedings of the 3rd ESR COST MP0904 Workshop, Novi Sad, Novembar 6-9 2013, pp. 125-126, ISBN 978-86-6253-028-8
5. Ilic N., **Dzunuzovic A.**, Bobic J., Vijatovic Petrovic M., Stojanovic B.: *Autocombustion synthesis and characterization of multiferroic bismuth ferrite ceramics*, Proceedings of the 3rd ESR COST MP0904 Workshop, Novi Sad, Novembar 6-9 2013, pp. 119-120, ISBN 978-86-6253-028-8
6. **Džunuzovic A.S.**, Ilić N.I., Bobić J.D., Vijatović Petrović M.M., Grigalaitis R., Banys J., Stojanović B.D.: *Synthesis and characterization of xBaTiO₃ – (1-x)NiFe₂O₄ multiferroic composites*, COST MP0904 Workshop, Đenova, 30 Januar- 1 Februar 2014, pp. 58
7. **Džunuzović A.S.**, Ilić N.I., Vijatović Petrović M.M., Bobić J.D., Grigalaitis R., Stojanović B.D.: *Structure and properties of BaTiO₃ – Ni(1-x)Zn(x)Fe₂O₄ composites* Thirteenth Young Researchers, Proceedings of the Conference Materials Science and Engineering, Beograd, Decembar 10-12 2014, pp. 33, ISBN 978-86-80321-30-1

8. Ilić N., Stojadinović B., **Džunuzović A.**, Bobić J., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B.: *Effect of Y-doping on structure and properties of multiferroic BiFeO₃ ceramics*, Proceedings for the thirteenth Young Researchers, Conference Materials Science and Engineering, Beograd, Decembar 10-12 2014, pp. 34, ISBN 978-86-80321-30-1
9. Ilić N., Stojadinović B., **Džunuzović A.**, Bobić J., Tasić N., Curescheriu L., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B.: *Improved electrical and magnetical properties in Y doped BiFeO₃ ceramics*, Proceedings of The 3rd Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, Jun 15-17 2015, pp. 58, ISBN 978-86-80109-19-0
10. Bobić J., Vijatović Petrović M., Ilić N., **Džunuzović A.**, Ivanov M., Stojanović B.: *Electrical and magnetic properties of multiferroic Bi₅FeTi₃O₁₅ and Bi_{4.25}La_{0.75}Ti₃FeO₁₅ ceramics*, Proceedings of The 3rd Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, Jun 15-17 2015, pp. 106, ISBN 978-86-80109-19-0
11. Vijatović Petrović M., Bobić J., Grigalaitis R., Ilić N., **Džunuzović A.**, Stojanović B.: *Electrical properties of barium titanate co-doped with Nb and Mn*, Proceedings of The 3rd Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, Jun 15-17 2015, pp. 110, ISBN 978-86-80109-19-0
12. **Džunuzović A.**, Ilić N., Vijatović Petrović M., Bobić J., Stojadinović B., Dohčević-Mitrović Z., Stojanović B.: *Structure and characterization of BaTiO₃-Ni_(1-x)Zn_(x)Fe₂O₄ composites*, Proceedings of The 3rd Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, Jun 15-17 2015, pp. 117, ISBN 978-86-80109-19-0

Citiranost radova: Na osnovu uvida u citatnu bazu „Scopus“, radovi u kojima je Adis Džunuzović koautor, citirani su 30 puta, ne računajući auto i citate koautora.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Tokom dosadašnjeg rada Adis Džunuzović je pokazao izuzetnu sposobnost i samostalnost za obavljanje nužno-istraživačkog rada, što je rezultovalo objavljivanjem većeg broja radova objavljenim u međunarodnim časopisima kao i saopštenih na naučnim skupovima. Uvidom u ostvarene rezultate, Komisija ocenjuje da Adis Džunuzović poseduje neophodna znanja koja ga u potpunosti kvalifikuju za izradu predložene doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Magneto-električni multiferoični kompoziti su savremeni materijali koji istovremeno ispoljavaju i magnetna i električna svojstva pa se intenzivno proučavaju kako u teorijskom tako i u praktičnom smislu. Termin “multiferoični” prvi put je uveden od strane Šmida (Schmid) krajem prošlog veka. Praktična primena ovih materijala obuhvata veliki broj oblasti u izradi materijala senzora, mikrotalasnih uređaja, pretvarača, magnetnih sonde, u spintronik tehnologijama kao i u izradi memorije nasumičnog pristupa. Iako u literaturi postoji veliki broj publikacija posvećenih istraživanjima singl i kompozitnih multiferoika ostaje dosta prostora za dalja istraživanja na polju sinteze, sa ciljem dobijanja multiferoika bez prisustva sekundarnih faza, kao i unapređivanja feroelektričnih, feromagnetnih i elektromagnetnih svojstava. Od feroelektričnih feromagnetnih kompozita koji predstavljaju dvofazne multiferoične materijale najintenzivnije su proučavani kompozitni sistemi na bazi ferita kobalta i nikla.

Pored velikog broja publikacija čija su istraživanja usmerena kako na singl multiferoike tako i na kompozitne multiferoike, i dalje ostaje široka oblast istraživanja na polju sinteze, u cilju dobijanja multiferoika bez prisustva sekundarnih faza, kao i na polju poboljšanja feroelektričnih, feromagnetnih i elektromagnetnih svojstava. Najviše pažnje posvećeno je kompozitnim sistemima na bazi kobalt i nikel-ferita sa olovo-cink titanatom, olovo-nikel-titanatom i barijum-titanatom. Među ovim sistemima, sistemi NiZnFe₂O₄-BaTiO₃ su pogodni za dalja istraživanja zahvaljujući hemijskoj stabilnosti i odličnim magnetnim svojstvima Ni-Zn sistema, kao i visokoj permitivnosti i niskim dielektričnim gubicima BaTiO₃. Tema ovog rada posvećena je proučavanju sinteze i

karakterizaciji kompozitnih materijala koji se sastoje od feromagnetne faze nikl cink ferita i feroelektrične faze barijum titanata. Pošto $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4$ ima spinelnu strukturu, dok BaTiO_3 , ima perovskitnu strukturu, a imajući u vidu kompatibilnosti spinelne i perovskitne strukture ferita omogućeno je kombinovanje feroelektričnih perovskita sa magnetnim spinelima sa ciljem dobijanja materijala koji sadrže dva feroična svojstva u istoj strukturi.

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je sinteza i karakterizacija praha kompozitnog sistema $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4\text{-BaTiO}_3$, procesiranje i karakterizacija dobijene keramike multiferoičnog sistema, kao i ispitivanje uticaja koncentracije cinka na magnetna svojstva nikl cink ferita. Naučni ciljevi ove disertacije usmereni su na proučavanje procesa sinteze prahova nikl-zink-ferita i barijum-titanata postupkom auto-sagorevanja, kao i procesa dobijanja praha kompozita homogenizacijom, od kojih bi se dobila keramika sto veće gustine. Takođe, cilj disertacije je i dobijanje nikl-cink- ferita poboljšanih magnetnih svojstava, korigovanjem molarnog odnosa nikla i cinka u feritu, kao i dobijanje čiste faze barijum titanata. Predviđeno je da se istraživačke aktivnosti obavljaju u dva osnovna pravca usmerena na optimizaciju uslova sinteze prahova spinelnog nikl-cink-ferita i perovskitnog barijum titanata i dobijanje kompozita nikl cink ferita-barijum titanata zadovoljavajućih magnetnih i električnih svojstava. Prvi pravac doktorske disertacije će obuhvatiti ispitivanja u cilju dobijanja čiste faze nikl-cink-ferita i barijum-titanata bez prisustva sekundarnih faza. Nikl-cink-ferit spada u meke ferite i ima prednost u odnosu na ostale mešovite spinelne ferite zahvaljujući malom koercitivnom polju, visokoj otpornosti i relativno niskoj ceni sinteze. Barijum-titanat spada u feroelektrike kod kojih se spontana polarizacija može javiti duž nekoliko osa koje su u paraelektričnoj fazi ekvivalentne. Barijum titanat poseduje i visoku vrednost dielektrične konstante i malu vrednost dielektričnih gubitaka, pa je prvi materijal koji je korišćen za proizvodnju dielektričnih keramičkih kondenzatora. Drugi pravac doktorske disertacije obuhvatiće ispitivanje uslova sinteze i svojstava kompozitnih materijala na bazi nikl-cink ferita i barijum-titanata. U cilju postizanja zahtevanih magnetnih i električnih svojstva kompozitnog materijala treba obratiti pažnju na međusobnu povezanost parametara sinteze i dobijene strukture čime se može utvrditi i njihova povezanost sa krajnjim svojstvima dobijenog materijala.

Spisak literature koja će biti korišćena

1. U. Ozgur, Y. Alivov, H. Morkoc, Microwave Ferrites, Part 1: Fundamental properties, Journal of materials science: Materials in electronics, 2009
2. B. Cullity, C. Graham, Introduction to magnetic materials, Second Edition, Wiley, IEEE Press, 2008
3. G. Smolenskii, V. Isupovm and A. Agranovskaya, New Ferroelectrics of a complex composition: 4, Sov. Phys. Solid State, 2 (1961) 2651-2654
4. R. Cowley, S. Gvasalya, S. Lushnikov, B. Roessli and G. Rotaru, Relaxing with relaxors: a rewiev of relaxor ferroelectrics, Advan. Phys., 60 (2011) 229-327
5. S. Trolier-Mckinstry, Draft 16 of a working document for a proposed standard to be entitled: IEEE standard definitions of terms associated with ferroelectric and related materials , IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, 2003, 50, 1613-1646
6. P. Bajpai, Dielectric relaxation phenomena in some lead and non-lead based ferroelectric relaxor materials: Recent advances, Solid State Phenom., 189 (2012) 233-266
7. Z. Lazarevic, B.D. Sojanovic, J.A. Varela, An approach to analyzing synthesis, structure and properties of bismuth titanate ceramics, Sci. Sinter., 37 (2005) 199-216
8. E. Salje, Phase transitions in ferroelastic and co-elastic crystals: an introduction for mineralogists, material scientists, and physicists, Cambridge University Press, New York, 1993
9. Nandapure, S. Kondawar, P. Sawadh, B. Nandapure, Effect of zinc substitution on magnetic and electrical properties of nanocrystalline nickel ferrite synthesized by refluxing method, Physica B, 407 (2012) 1104-1107
10. Parvatheesware Rao, P. Subba Rao, K. Rao, X-ray and magnetic studies of scandium substituted Ni-Zn ferrites, IEEE Trans. Magn., 33 (6) (1997) 4454-4458

11. Verma, T. Goel, R. Mendiratta, P. Kishan, Magnetic properties of nickel-zinc ferrites prepared by the citrate precursor method, *J. Magn. Magn. Mater.*, 208 (2000) 13-19
12. Verma, T. Goel, R. Mendiratta, Frequency variation of initial permeability of NiZn ferrites prepared by the citrate precursor method, *J. Magn. Magn. Mater.*, 210 (2000) 274-278
13. P. Kumar, J. Shrotri, S. Kulkarni, C. Deshpande, S. Date, Low temperature synthesis of $\text{Ni}_{0.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ powder and its characterization, *Mater. Lett.*, 27 (1996) 293-296
14. P. Sarangi, S. Vadera, M. Patra, N. Ghosh, Synthesis and characterization of pure single phase Ni-Zn ferrite nanopowders by oxalate based precursor method, *Powder Technol.*, 203 (2010) 348-353
15. T. Abraham, Economics of ceramic magnets, *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 73 (1994) 62-65
16. P. Yadoji, R. Peelamedu, D. Agrawal, R. Roy, Microwave sintering of Ni-Zn ferrites: comparison with conventional sintering, *Mater. Sci. Eng. B*, 98 (2003) 269-278
17. Verma, T. Goel, R. Mendiratta, M. Alam, Dielectric properties of Ni Zn ferrites prepared by the citrate precursor method, *Mater. Sci. Eng. B*, 60 (1999) 156-162
18. K. Krishna, K. Kumar, D. Ravinder, Structural and electrical conductivity studies in nickel-zinc ferrite, *Advan. Mater. Phys. Chem.*, 2 (2012) 185-191
19. M. Wan, J. Fan, Synthesis and ferromagnetic properties of composites of a water-soluble polyaniline copolymer containing iron oxide, *J. Polym. Sci. Pol. Chem.*, 36 (1998) 2749-2755
20. H. Jamadar, M. Shelar, M. Bhandare, A. Shaikh and B. Chougule, Magnetic properties of nanocrystalline nickel zinc ferrites prepared by combustion synthesis, *Inter. J. Self-Prop. High-Temp. Synt.*, 20 (2011) 118-123
21. S. Morrison, C. Cahill, E. Carpenter, S. Calvin, R. Swaminathan, M. McHenry, V. Harris, Magnetic and structural properties of nickel zinc ferrite nanoparticles synthesized at room temperature, *J. Appl. Phys.*, 95 (2004) 6392-6395
22. Z. Lazarevic, A. Milutinovic, C. Jovalekic, V. Ivanovski, N. Daneu, I. Madzarevic, N. Romcevic, Spectroscopy investigation of nanostructured nickel – zinc ferrite obtained by mechanochemical synthesis, *Mater. Res. Bull.*, 63 (2015) 239-247
23. J. Moore and H. Feng, Combustion synthesis of advanced materials: Part II. Classification, applications and modelin, *Progress in Materials Science*, 39 (1995) 275-316
24. S. Aruna, A. Mukasyan, Combustion synthesis and nanomaterials, *Curr. Opin. Solid St. M.*, 12 (2008) 44-50
25. W. Ferenstein, N. Mathur, J. Scott, Multiferroic and magnetoelectric materials, *Nature*, 442 (2006) 759-765

3. Polazne hipoteze

Nikl-cink-ferit spada u meke ferite i ima prednost u odnosu na ostale mešovite spinelne ferite zahvaljujući malom koercitivnom polju, visokoj otpornosti i relativno niskoj ceni sinteze. Kod inverzne spinelne strukture, kakvu ima $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4$, Fe^{3+} joni su ravnomerno raspoređeni na A i B mestima, sa M^{2+} jonima smeštenim na preostalim B mestima. Spinovi svih Fe^{3+} jona smeštenih na B pozicijama su paralelni, i suprotni sa spinovima Fe^{3+} jona koji se nalaze na A pozicijama, pa se stoga poništavaju. M^{2+} joni imaju magnetne momente koji se slažu paralelno, i postoji spontana magnetizacija. Barijum-titanat ima perovskitnu strukturu, formule ABO_3 . Manji katjon B, koji može biti B^{3+} , B^{4+} i B^{5+} , nalazi se u središtu kocke, dok se veći katjon A (A^+ , A^{2+} , A^{3+}) nalazi u uglovima kocke. Kiseonik se nalazi u centru strana kocke. Iznad 120 °C je zastupljena kubna struktura, a ispod te temperature je zastupljena tetragonalna struktura do 5 °C, gde barijum titanat prelazi u ortorombičnu strukturu, sve do - 90 °C, gde prelazi u trigonalnu. U blizini Kiri tačke svojstva materijala uključujući dielektrična, elastična i optička postaju anomalna. Barijum-titanat poseduje visoku vrednost dielektrične konstante i malu vrednost dielektričnih gubitaka pa je prvi materijal koji je korišćen za proizvodnju dielektričnih keramičkih kondenzatora. Na vrednost dielektrične konstante utiču brojni parametri procesiranja koji mogu uticati na promenu gustine uzoraka, veličinu i oblik zrna itd. Barijum-titanat spada u feroelektrike kod kojih se spontana polarizacija može javiti duž nekoliko osa koje su u paraelektričnoj fazi ekvivalentne. U ovoj

doktorskoj disertaciji će biti primenjen nov postupak sinteze, metodom auto-sagorevanja. Veća čistoća materijala pripremljenih na ovaj način pripisuje se visokim temperaturama koje su ostvarene u toku same reakcije prilikom čega dolazi do isparavanja organskih nečistoća iz materijala. Sa druge strane, poboljšanje reaktivnosti kao i mehaničkih svojstava materijala pripisuje se visokoj koncentraciji defekata kao rezultat visoke temperature i relativno velikim brzinama hlađenja posle formiranja nanokristalnih prahova. Za sintezu kompozita od velikog značaja su veličine čestica polaznih prahova. Poželjno je da čestice budu približnih veličina zbog bolje homogenizacije, kao i da polazni prahovi budu kompatibilne strukture, što je upravo slučaj sa spinelnim nikl-cink-feritom i perovskitnim barijum-titanatom. Da bi se dobila zahtevana magneto-električna svojstva pažnju bi trebalo usmeriti na međusobnu povezanost parametara sinteze i dobijene strukture čime se može utvrditi i njihova povezanost sa krajnjim svojstvima dobijenog materijala.

4. Naučne metode istraživanja

Prahovi $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0.0, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0$), kao i prah BaTiO_3 biće sintetisani metodom auto-sagorevanja. Kompoziti će biti sintetisani homogenizacijom praha BaTiO_3 i $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4$ u različitim masenim odnosima u planetarnom mlinu. Fazna analiza praha i keramike biće izvedena metodom Rendgenske difrakcije sa $\text{CuK}_{\alpha/2}$ zračenjem i grafitnim monohromatorom i Ni filterom. Raman spektrometrija će se koristiti za preciznu identifikaciju faznog sastava. Za određivanje veličine čestica, kao i veličine i oblika zrna keramike, primeniće se metoda skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Uređaj za određivanje dielektričnih svojstava materijala koristiće se za određivanje dielektrične konstante, tangensa gubitaka kao i ukupne otpornosti materijala. Udeo otpornosti zrna i granice zrna u ukupnoj provodnosti materijala biće određivana impedansnom spektroskopijom. Remanentna magnetizacija, magnetizacija zasićenja, koercitivno polje, kao i polje na kome magnetizacija dostiže zasićenje određivana su korišćenjem superprovodnog kvantnog magnetometra (SQUID).

5. Očekivani naučni doprinos

Naučni doprinos predložene teme doktorske disertacije može se sagledati u sledećem:

- definisanje uslova sinteze u cilju dobijanja odgovarajuće mikrostrukture, kao i uslova sinterovanja u cilju dobijanja keramike odgovarajuće gustine i faznog sastava
- utvrđivanje uticaja masenog odnosa nikl cink ferita i barijum titanata na dielektrična i magnetna svojstva materijala
- razmatranje moguć oblasti praktične primene dobijenih kompozita

6. Plan istraživanja i struktura rada

Aktivnosti u okviru predložene doktorske disertacije obavljaće se u dva pravca. Prvi pravac odnosiće se na optimizaciju uslova sinteze prahova spinelnog nikl-cink-ferita i perovskitnog barijum-titanata. Istraživanja će obuhvatiti ispitivanja u cilju dobijanja čiste faze nikl-cink-ferita i barijum-titanata bez prisustva sekundarnih faza. Za sintezu biće primenjen relativno nov postupak sinteze, metodom auto-sagorevanja, čime bi se postigla veća čistoća kao i poboljšanje reaktivnosti i mehaničkih svojstava ovako dobijenih materijala. Drugi pravac doktorske disertacije obuhvatiće ispitivanje uslova sinteze i svojstava kompozitnih materijala na bazi nikl-cink-ferita i barijum-titanata dobijenih homogenizacijom prahova, a posebna pažnja biće posvećena povezanosti parametara sinteze i dobijene strukture čime se može utvrditi i njihova povezanost sa krajnjim svojstvima dobijenog materijala. U uvodnom delu biće koncipiran cilj rada i definisan predmet istraživanja. U „Teorijskom delu“ biće dat detaljan prikaz relevantne literature iz problematike doktorske disertacije. „Eksperimentalni deo“ detaljno će prikazati metode i tehnike koje će biti korišćene za sintezu i karakterizaciju ispitivanih materijala. Deo „Rezultati i diskusija“ odnosiće se na detaljan prikaz i analizu ostvarenih rezultata. Deo „Literatura“ obuhvatiće sve literaturne navode relevantne za problematiku prijavljene doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog Komisija je mišljenja da kandidat Adis Džunuzović, inženjer tehnologije-master, zadovoljava potrebne uslove za izradu doktorske disertacije sa temom „**Magnetna i električna svojstva keramičkih kompozitnih materijala na bazi nikel-cink-ferita i barijum-titanata dobijenih postupkom auto-sagorevanja**“, kao i da je tema naučno zasnovana, pa predlaže Naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da usvoji ovaj Referat. Tema predložene doktorske disertacije pripada naučnoj oblasti „Tehnološko inženjerstvo“ i užoj naučnoj oblasti „Inženjerstvo materijala“ za koje je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Komisija za mentore ove doktorske disertacije predlaže dr Milicu Gvozdenović, vanrednog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i dr Mirjanu Vijatović Petrović, višeg naučnog saradnika Instituta za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu.

Beograd,.....

ČLANOVI KOMISIJE

dr Milica Gvozdenović, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Mirjana Petrović-Vijatović, viši naučni savetnik
Univerziteta u Beogradu, Institut za multidisciplinarna
istraživanja

dr Vesna Radojević, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Petar Uskoković, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Vladimir Srdić, redovni profesor
Univerziteta u Novom Sadu, Tehnološki fakultet