

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/145
(Број захтева)

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

12.04.2019.
(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:

„Кристализационе карактеристике и синтерабилност прахова фосфатних стакала“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ВЛАДИМИР (Славко) ТОПАЛОВИЋ, мастер инжењер технологије

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

3. Година дипломирања: 2012.

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

5. Година дипломирања: 2013.

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2013/2014. године.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 11.04.2019. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

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 Владимира Топаловића

Име и презиме ментора: Снежана Грујић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M. B. Tošić, **S. R. Grujić**, V. D. Živanović, J. D. Nikolić, S. D. Matijašević, The nucleation of $K_2O \cdot TiO_2 \cdot 3GeO_2$ glass under non-isothermal conditions, *J.Non-Cryst.Solids*, 356, 2010, 1385-1391, M21, (ISSN 0022-3093 IF 2010: 1.492).
2. M. B. Tošić, J. D. Nikolić, **S. R. Grujić**, V. D. Živanović, S. N. Zildžović, S. D Matijašević, S. V. Ždrle, Dissolution behavior of a polyphosphate glass into an aqueous solution under static leaching conditions, *J. Non-Cryst. Solids*, 362, 2013, 185-194, M21 (ISSN 0022-3093 IF 2013: 1.716).
3. S. V Smiljanić, **S. R. Grujić**, M. B. Tošić., V. D. Živanović, J. N.Stojanović, S. D. Matijašević, J. D. Nikolić, Crystallization and sintering behavior of glass-ceramics in the system $La_2O_3-SrO-B_2O_3$, *Ceram Int.*, 40, 2014, 297-305, M21 (ISSN 0272-8842, IF 2014:2.605).
4. V. Topalović, **S. R. Grujić**, V. D. Živanović, S. D. Matijašević, **J. D. Nikolić**, J. N. Stojanović, S. V. Smiljanić, Bioactive glass-ceramics prepared by powder sintering and crystallization of polyphosphate glass containing strontium, *Ceram. Int.*, 43, 2017, 12061-12069, M21a (ISSN 0272-8842, IF 2017:3.057).
5. S. Smiljanić, E. Karamanova, **S. Grujić**, J. Rogan, J. Stojanović, S. Matijašević, A. Karamanov, Sintering, crystallization and foaming of $La_2O_3 \cdot SrO \cdot 5B_2O_3$ glass powders - effect of the holding temperature and the heating rate, *J.Non-Cryst.Solids*, 2018, 375-382, M21 (ISSN 0022-3093 IF 2017: 2.488).

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 М11, М12, М13, М14, М41 и М51.)

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: 08. 04. 2019.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Владимира Топаловића

Име и презиме ментора: Јелена Николић

Звање: научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M.B. Tošić, S.R. Grujić, V.D. Živanović, **J.D. Nikolić**, S.D. Matijašević, The nucleation of $K_2O \cdot TiO_2 \cdot 3GeO_2$ glass under non-isothermal conditions, *J.Non-Cryst.Solids*, 356, 2010, 1385-1391, M21 (ISSN 0022-3093 IF 2010: 1.492).
2. M.B. Tošić, **J.D. Nikolić**, S.R. Grujić, V.D. Živanović, S.N. Zildžović, S.D. Matijašević, S.V. Ždrale, Dissolution behavior of a polyphosphate glass into an aqueous solution under static leaching conditions, *J. Non-Cryst. Solids*, 362, 2013, 185-194, M21 (ISSN 0022-3093 IF 2013: 1.716).
3. S.V. Smiljanić, S.R. Grujić, M.B. Tošić, V.D. Živanović, J.N. Stojanović, S.D. Matijašević, **J. D. Nikolić**, Crystallization and sintering behavior of glass-ceramics in the system $La_2O_3-SrO-B_2O_3$, *Ceram. Int.*, 40, 2014, 297-305, M21 (ISSN 0272-8842, IF 2014:2.605).
4. **J. D. Nikolić**, Vladimir D. Živanović, Srdjan D. Matijašević, Jovica N. Stojanović, Snežana R. Grujić, Sonja V. Smiljanić, Vladimir S. Topalović, Crystallization and sintering behaviors of the polyphosphate glass doped with Zn and Mn, *J Therm. Anal. Calorim*, 124, 2016, 585 - 592, M22 (ISSN 1388-6150, IF 2016:1.953).
5. V. Topalović, S.R. Grujić, V.D. Živanović, S.D. Matijašević, **J. D. Nikolić**, J.N. Stojanović, S.V. Smiljanić, Bioactive glass-ceramics prepared by powder sintering and crystallization of polyphosphate glass containing strontium, *Ceram. Int.*, 43, 2017, 12061-12069, M21a (ISSN 0272-8842, IF 2017:3.057).

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 часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је

Министарство за науку класификовало као М24 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 М11, М12, М13, М14, М41 и М51.)

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 односно 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: 08. 04. 2019.

М.П

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 31. и 32 Правилника о докторским студијама ТМФ-а, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 11.04.2019. 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 **Владимиру Топаловићу**, мастер инжењеру технологије, под називом: **„Кристализационе карактеристике и синтерабилност прахова фосфатних стакала“**.

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

За менторе се одређују др Снежана Грујић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и Јелена Николић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Vladimira S. Topalovića za izradu doktorske disertacije

Odlukom 36/84 br. od 07. 03. 2019.godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Vladimira S. Topalovića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme KRISTALIZACIONE KARAKTERISTIKE I SINTERABILNOST PRAHOVA FOSFATNIH STAKALA.

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

Vladimir S. Topalović rođen je 07. 09. 1988. godine u Goraždu, BiH. Osnovnu i srednju školu završio je u Priboju. Školske 2007/2008. upisao je Osnovne akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je 2012. godine na Katedri za Neorgansku hemijsku tehnologiju, sa prosečnom ocenom 8,09. Završni rad „Sinterovanje kordijeritnih prahova sintetizovanih alkoksidnim sol-gel postupkom“ odbranio je ocenom 10 na Katedri za Neorgansku hemijsku tehnologiju.

Školske 2012/2013. upisao je Master akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, studijski program Hemijsko inženjerstvo. Diplomirao je 2013. godine sa prosečnom ocenom 8,75. Završni rad „Uticaj vrste sol-gel postupka sinteze praha na svojstva kordijeritne keramike“ odbranio je ocenom 10 na Katedri za Neorgansku hemijsku tehnologiju.

Školske 2013/2014. upisao je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu. Položio je sve ispite predviđene studijskim programom doktorskih studija. Pristupni rad za izradu doktorske disertacije odbranio je ocenom 10, 2015. godine.

Kandidat čita i piše na engleskom jeziku, a služi se i nemačkim jezikom.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Kandidat, Vladimir S. Topalović zaposlen je od 01. 05. 2014. godine u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu. U Institutu je uključen u realizaciju projekta iz programa osnovnih istraživanja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja:

OI172004 Fenomeni i procesi sinteze novih staklastih i nanostrukturnih staklo-keramičkih materijala (2011-2019).

Osim angažovanja na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kandidat je angažovan i u aktivnostima u Institutu, kao saradnik centra za neorganske tehnologije. Kandidat je učestvovao u istraživanjima pripreme, karakterizacije i modifikacije različitih staklastih i staklokeramičkih materijala. Naučni rad kandidata je iz oblasti stakla i staklokeramičkih materijala, odnosno istraživanje u oblasti nukleacije i kristalizacije stakala, fenomena i procesa rastvaranja stakala, sinterovanje stakala i karakterizacije dobijene staklokeramike.

Autor i koautor više radova objavljenih u domaćim i stranim časopisima kao i radova predstavljenih na domaćim i međunarodnim konferencijama.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u toku doktorskih studija:

Naziv predmeta	Oцена	ESPB
1. Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
2. Hemijska kinetika	7	5
3. Termodinamika čvrstog stanja	10	5
4. Fazne ravnoteže u višekomponentnim sistemima	10	4
5. Teorijski osnovi keramike i stakla	9	5
6. Struktura stakla i staklastih materijala	10	4
7. Teorija procesa sagorevanja	10	5
8. Niskotemperaturni keramički procesi	10	4
9. Metode karakterizacije keramičkih i staklastih materijala	10	4
10. Kvantifikacija vizuelnih informacija u ispitivanju materijala	10	4
11. Fenomeni prenosa u inženjerstvu materijala	10	5
12. Engleski jezik	10	
13. Završni ispit	10	30

Spisak radova koji pokazuju afinitet, sposobnost i podobnost kandidata za izradu disertacije sa predloženim naslovom i datim prikazom

Radovi objavljeni u naučnim časopisima od međunarodnog značaja

M21 rad u vrhunskom međunarodnom časopisu

1. Topalović V., Grujić S., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Stojanović J., Smiljanić S.: *Bioactive glass-ceramics prepared by powder sintering and crystallization of polyphosphate glass containing strontium*, Ceram. Int., Vol 43, No 15, 2017, pp. 12061-12069, IF: 3.057 ISSN: 0272-8842.

M22 radovi u istaknutim međunarodnim časopisima

2. Nikolić J., Živanović V., Matijašević S., Stojanović J., Grujić S., Smiljanić S., Topalović V.: *Crystallization and sintering behaviors of the polyphosphate glass doped with Zn and Mn*, J. Therm. Anal. Calorim., Vol 124, No 2, 2016, pp. 585-592, IF: 2.209 ISSN: 1388-6150.
3. Matijašević S., Grujić S., Topalović V., Nikolić J., Smiljanić S., Labus N., Savić V.: *Non-isothermal crystallization of lithium germanophosphate glass studied by different kinetic methods*, Sci. Sinter., Vol 50, 2018, pp. 193-203, IF: 0.667 ISSN: 0350-820X.

M23 rad u međunarodnom časopisu

4. Smiljanić S., Grujić S., Tošić M., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Topalović V.: *Effect of La_2O_3 on the structure and the properties of strontium borate glasses*, Chem. Ind. Chem. Eng. Q., Vol 22, No 11, 2016, pp. 111-111, .IF: 0.944 ISSN: 1451-9372.

M24 rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovan posebnom odlukom

5. Vujošević A., Matijašević S., Smiljanić S., Nikolić J., Zečević B., Topalović V., Savić V.: *Polyphosphate glass as fertilizer for plant seedlings*, Zaštita Materijala, Vol 60, No 1, 2019, pp. 96-104.

Radovi saopšteni na naučnim skupovima međunarodnog značaja

M33 Radovi sa međunarodnih skupova štampani u celini

6. Smiljanić S., Grujić S., Tošić M., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Topalović V.: *Effect of $\text{La}_2\text{O}_3/\text{SrO}$ ratio on properties of $\text{La}_2\text{O}_3\text{--SrO--B}_2\text{O}_3$ glasses*, Proceedings of 12th International Conference of Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade 2014, Vol 2, pp.667-670.
7. Nikolić J., Vujošević A., Živanović V., Matijašević S., Topalović V., Zildžović S., Grujić S.: *The influence of Glass composition on the dissolution rate*, Proceedings of XXIII International Conference "ECOLOGICAL TRUTH" Eco-Ist'15, Kopaonik 2015, pp. 314-319.
8. Matijašević S., Grujić S., Živanović V., Nikolić J., Topalović V., Zildžović S., Smiljanić S.: *DTA and IR study of lithium germanate phosphate glass*, Proceedings of 47th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2015, Bor 2015, pp. 151-154.
9. Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Djošić M., Grujić S., Smiljanić S.: *Bioactive phosphate glass-ceramic scaffolds prepared by the foam replica*, Proceedings of 48th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2016, Bor 2016, pp. 132-135.
10. Topalović V., Matijašević S., Savić V., Grujić S., Smiljanić S., Vujošević A.: *Crystallization properties and sinterability of bioactive phosphate glass-ceramic*, Proceedings of 49th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2017, Bor 2017, pp. 416-419.

11. Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Savić V., Smiljanić S., Grujić S.: *Lanthanum-doped phosphate glass for biomedical application*, Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCM 2018, Bor 2018, pp. 223-226.
12. Savić V., Matijašević S., Topalović V., Zildžović S., Smiljanić S., Grujić S.: *Non-isothermal analysis of nucleation of the $\text{Li}_2\text{O}-\text{GeO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ glass*, Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCM 2018, Bor 2018, pp. 219-223.

M34 Saopštenja sa međunarodnih skupova štampana u izvodu

13. Nikolić J., Živanović V., Zildžović S., Matijašević S., Grujić S., Smiljanić S., Topalović V.: *Mechanism and kinetics of dissolution of glass-ceramics in simulated body fluid (SBF)*, Proceedings of Advanced Ceramics and Applications III: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Belgrade 2014, PS2-11, pp. 93.
14. Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Grujić S., Smiljanić S., Zildžović S., Topalović V.: *Strontium containing polyphosphate glass for fabrication of 3D-scaffold for biomedical application*, Proceedings of Advanced Ceramics and Applications III: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Belgrade 2014, pp.120.
15. Topalović V., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Grujić S., Smiljanić S., Zildžović S.: *Sintered bioactive glass-ceramics prepared from strontium containing polyphosphate glass*, Proceedings of XIII Young Researchers Conference Materials Science and Engineering, Belgrade 2014, pp.7.
16. Savić V., Matijašević S., Grujić S., Topalović V., Smiljanić S., Nikolić J., Zildžović S.: *Ion conductive glass-ceramics in the system $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{GeO}_2 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$* , Proceedings of 3rd Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2017 - MME SEE 2017, Belgrade 2017, pp. 46.
17. Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Došić M., Savić V., Smiljanić S., Grujić S.: *Dissolution properties of bioactive glasses containing strontium*, Proceedings of Advanced Ceramics and Applications VII: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing - ACAVII 2018, Belgrade 2018, pp. 61.
18. Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Došić M., Savić V., Savić, Grujić S., Smiljanić S.: *Synthesis and Characterization of Phosphate Based Bioactive Glass-ceramics Scaffolds*, Proceedings of Electron Microscopy of Nanostructures - ELMINA 2018 Conference, Belgrade 2018, pp. 249-251.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu biografskih podataka, podataka o doktorskim studijama, spiska objavljenih radova i pokazanih rezultata u okviru naučno-istraživačkog rada na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, uočava se da je Vladimir Topalović, master inženjer tehnologije, pokazao sklonost i sposobnost bavljenja naučno-istraživačkim radom. Tema doktorske disertacije pripada oblasti iz koje je objavio naučne radove. Na osnovu dosadašnje saradnje sa kandidatom, kao i objavljenih naučnih radova, Komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi.

2. Predmet i cilj istraživanja

Fosfatna stakla, zbog svoje specifične strukture, imaju veći broj jedinstvenih svojstava zbog čega su pogodna za različite primene. Ova stakla odlikuje niska temperatura topljenja, omekšavanja i transformacije, kao i visok koeficijent toplotnog širenja. Poslednjih godina zbog svoje niske hemijske postojanosti, bioaktivnosti i biokompatibilnosti, fosfatna stakla su našla primenu kao biomaterijali u medicini.

U cilju postizanja željenih svojstava stakala uvode se različiti oksidi u osnovni $P_2O_5 - CaO$ staklasti sistem. Osnovne gradivne jedinice kristalnih i amornih fosfata su P-tetraedri koji se mogu klasifikovati korišćenjem Q^i terminologije gde „i“ predstavlja broj vezujućih kiseonika po tetraedru. Mreža fosfatnih stakala može se klasifikovati odnosom kiseonika i fosfora koji pokazuje broj tetraedarskih veza preko vezujućeg kiseonika između susednih P-tetraedara. Fosfatna stakla mogu biti sačinjena od raznih struktura. Od ukrštenih mreža Q^3 tetraedara (staklasti P_2O_5) preko metafosfatnih lanaca Q^2 tetraedara sličnih polimerima do „invertnih“ stakala na bazi piro- (Q^1) i ortofosfatnih (Q^0) anjona u zavisnosti od molskog odnosa O/P određenog sastavom stakla. Polifosfatna stakla sadrže manje od 50 mol % P_2O_5 , i njihova struktura se sastoji od lanaca formiranih od Q^2 grupa na čijim su krajevima Q^1 grupe. Uvođenjem različitih oksida metala u sastav stakla dolazi do promene strukture usled kidanja P-O-P veza što utiče na svojstva fosfatnih stakala npr. hemijsku postojanost, odnosno rastvaranje stakla. Određeni oksidi dovode do bočnog povezivanja između lanaca, što može povećati hemijsku postojanost dobijenog stakla.

U cilju dobijanja stakala ili staklo-keramičkih materijala specifičnih svojstava, neophodno je poznavanje kristalizacionih karakteristika stakla. To podrazumeva poznavanje mehanizma kristalizacije, temperaturne oblasti nukleacije i rasta kristala. Izbor sastava polaznog stakla, kao i uslovi toplotne obrade, zasnivaju se na poznavanju kristalizacionog ponašanja stakla i izboru odgovarajućeg nukleatora. Izdvajanje određenih faza, njihov fazni sastav i mikrostruktura, ne zavise samo od izabranog sastava stakla, već i od uslova toplotne obrade.

Predmet ovog istraživanja je sinteza fosfatnih stakala sa dodatkom stroncijuma i lantana i ispitivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na procese kristalizacije i sinterabilnost prahova stakala.

Ciljevi ovog rada biće određivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na kristalizacione karakteristike i sinterabilnost prahova fosfatnih stakala. Na osnovu rezultata biće izvedena detaljna ispitivanja mehanizma kristalizacije i procesa sinter-kristalizacije stakala. Konačni rezultati bi trebalo da omoguće određivanje uticaja toplotne obrade na mikrostrukturu staklo-keramike dobijene kontrolisanom kristalizacijom i uticaj uslova sinterovanja na mikrostrukturu staklo-keramike dobijene sinter-kristalizacijom.

Ciljevi istraživanja ove doktorske disertacije mogu se podeliti na:

1. Određivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na svojstva i strukturu fosfatnih stakala;
2. Određivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na kristalizacione karakteristike i sinterabilnost prahova:
 - Određivanje mehanizma nukleacije i temperaturske zavisnosti brzine rasta kristala i definisanje uslova toplotne obrade;
 - Definisanje uticaja toplotne obrade na mikrostrukturu staklo-keramike dobijene kontrolisanom kristalizacijom fosfatnog stakala;
 - Definisanje uslova i temperaturske oblasti sinterovanja prahova fosfatnih stakala i određivanje uticaja toplotne obrade na nastalu mikrostrukturu staklo-keramike dobijene procesom sinter-kristalizacije.

3. Određivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na hemijsku postojanost dobijenog stakla, odnosno staklo-keramike.

Najvažniji literaturni podaci koji podržavaju temu su:

1. Brow R.: *Review: the structure of simple phosphate glasses*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 263-264, 2000, pp. 1–28.
2. Donald I., Metcalfe, Fong B., Gerrard L.: *The influence of Fe_2O_3 and B_2O_3 additions on the thermal properties, crystallization kinetics and durability of a sodium aluminum phosphate glass*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 352, 2006, pp. 2993–3001.
3. Okura T., Miyachi T., Monma H.: *Properties and vibrational spectra of magnesium phosphate glasses for nuclear waste immobilization*, J. Eur.Ceram. Soc., Vol 26, 2006, pp. 831–836.
4. Bergo, P. Reis S., Pontuschka W., Prison J., Motta C.: *Dielectric properties and structural features of barium-iron phosphate glasses*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 336, 2004, pp. 159–164.
5. Wei J., Hu Y., Hwa L.: *Structure and elastic properties of low-temperature sealing phosphate glasses*, J. Non-Cryst.Solids, Vol 288, 2001, pp. 140-147.
6. Abou Neel E., Pickup D., Valappil S., Newport R., Knowles J.: *Bioactive functional materials: A perspective on phosphate-based glasses*, J. Mater. Chem., Vol 19, 2009, pp. 690-701.
7. Navarro M., Ginebra M., Clement J., Martinez S., Avila G., Planell J.: *Physicochemical degradation of titania-stabilized soluble phosphate glasses for medical applications*, J. Am. Ceram. Soc., Vol 86, No 8, 2003, pp. 1345–1352.
8. Fang X., Ray C., Marasinghe G., Day D.: *Properties of mixed Na_2O and K_2O iron phosphate glasses*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 263-264, 2000, pp. 293–298.
9. Hoppe U.: *A structural model for phosphate glasses*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 195, 1996, pp. 138-147.
10. Walter G., Vogel J., Hoppe U., Hartmann P.: *The structure of $CaO-Na_2O-MgO-P_2O_5$ invert glass*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 296, 2001, pp. 212-223.
11. Ahmed I., Lewis M., Olsen I., Knowles J.: *Phosphate Glasses for Tissue Engineering: Part 1. Processing and Characterisation of a Ternary-Based P_2O_5 $CaO-Na_2O$ Glass System*, Biomaterials, Vol 25, No 3, 2004, pp. 491-499.
12. Mourino V., Cattalini J., Boccaccini A.: *Metallic ions as therapeutic agents in tissue engineering scaffolds: an overview of their biological applications and strategies for new developments*, J. R. Soc. Interface., Vol 9, 2012, pp. 401-419.
13. Dias A., Tsuru K., Hayakawa T., Lopes M., Santos J., Osaka A.: *Crystallisation Studies of Biodegradable $CaO-P_2O_5$ Glass with MgO and TiO_2 for Bone Regeneration Applications*, Glass Technol., Vol 45, No 2, 2004, pp. 78-79.
14. Hruby A.: *Evaluation of glass-forming tendency by means of DTA*, Czech J. Phys. Vol B22, 1972, pp. 1187-1193.
15. Jha P., Pandey O., Singh K.: *FTIR spectral analysis and mechanical properties of sodium phosphate glass-ceramics*, J. Mol. Struct., Vol 1083, 2015, pp. 278-285
16. Siligardi C., D'Arrigo M., Leonelli C.: *Sintering behavior of glass-ceramic frits*, Am. Ceram. Soc. Bull., Vol 79, No 9, 2000, pp. 88-92.
17. Boccaccini A., Stumpfe W., Taplin D., Ponton C.: *Densification and crystallization of glass powder compacts during constant heating rate sintering*, Mater. Sci. Eng. A Struct. Mater., Vol 219, No 1-2, 1996, pp. 26-31.
18. Rajkumar G., Aravindan S., Rajendran V.: *Structural analysis of zirconia-doped calcium phosphate glasses*, J. Non-Cryst. Solids, Vol 356, 2010, pp. 1432-1438.
19. Gutzow I., Schmelzer J.: *The Vitreous State: Thermodynamics, Structure, Rheology and Crystallization*, Springer, Berlin, New York, 1995.

3. Polazne hipoteze

Poznavanje parametara kristalizacije i nukleacije stakla je ključno za dobijanje staklo-keramičkog materijala određene mikrostrukture i svojstava. Kristalna faza koja se formira u staklu procesima nukleacije i kristalizacije definiše specifična svojstva ovakvog materijala. U zavisnosti od nastale kristalne faze staklo-keramika može imati sledeća svojstva: manji koeficijent toplotnog širenja, poboljšana mehanička svojstva, značajnu hemijsku postojanost, električna svojstva, optička svojstva i dr.

Staklo-keramički materijali se mogu dobiti kontrolisanom kristalizacijom dobijenog staklastog materijala, kada je najčešće potrebno dodati nukleator koji će olakšati zapreminsku kristalizaciju stakla. Drugi način dobijanja je sinterovanjem praha stakla, i u tom slučaju se kristalizacija dešava na površini čestica stakla koje se sinteruju. Prema tome, najveća prednost ove metode je što nije potrebno dodavati nukleator. Ovakav način dobijanja staklo-keramike se naziva sinter-kristalizacija.

Sinter-kristalizacijom se dobija staklo-keramika koja ima široku upotrebu, od elektronske industrije do primene u stomatologiji i medicini, kao veziva, prevlake i cementi.

Ispitivanja biokeramičkih koštanih implanta su pokazala da prisustvo SrO pozitivno utiče na formiranje koštanog tkiva *in vivo*, tj. ima terapeutsko dejstvo. Kristalizaciona svojstva kao i bioaktivnost stakala mogu se kontrolisati dodatkom manjih količina agensa nukleacije kao što su TiO_2 i ZrO_2 . Kristalizacijom ovih stakala moguće je dobiti bioaktivne staklo-keramičke materijale na bazi kalcijum-fosfata. Ovi materijali mogu dovesti do formiranja sloja hidroksiapatita (HAP, koji ulazi u sastav kostiju) nakon izlaganja simuliranoj telesnoj tečnosti (SBF). Takođe je pokazano da dodatak lantana poboljšava neka fizičko-hemijska svojstva ovih materijala kao što su termička stabilnost i otpornost na savijanje, kao i da pozitivno utiče na biokompatibilnost i smanjuje citotoksičnost.

Fazni sastav i mikrostruktura staklo-keramike imaju uticaj na sva njena svojstva uključujući bioaktivnost i zbog toga je neophodno ispitati sinterabilnost i kristalizaciona svojstva prahova stakala.

4. Naučne metode istraživanja

Za određivanje hemijskog sastava stakala i rastvora posle rastvaranja stakala koristiće se spektrofotometrija i atomska apsorpciona spektroskopija (AAS).

Diferencijalnom termijskom analizom (DTA) će se odrediti temperature: transformacije stakala, početka kristalizacije i kristalizacije. Na osnovu ovih rezultata uradiće se kinetika i mehanizam kristalizacije kao i energija aktivacije. Termomikroskopska metoda (HSM) će se koristiti za određivanje karakterističnih temperatura staklenih prahova: temperatura početnog skupljanja, maksimalnog skupljanja, deformacije, sfere, polusfere i tečenja. Na osnovu određenih temperatura pratiće se krive skupljanja staklenih prahova i postavljace se krive viskoznosti na osnovu Vogel Tamanove jednačine. Kombinacijom ove dve tehnike ispitaće se ponašanje stakala pri sinterovanju i kristalizaciji.

Infracrvena spektroskopska analiza (FT-IR) biće korišćena za razumevanje strukture stakala.

Rendgenska difrakciona analiza prahova (XRD) će se upotrebiti za identifikaciju sastava faza nastalih procesom kristalizacije.

Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) će omogućiti uvid u mikrostrukturu kao i u mehanizam i kinetiku kristalizacije.

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati ove doktorske disertacije bi trebalo da omoguće dobijanje stakla, odnosno staklo-keramike željenih svojstava, bilo kontrolisanom kristalizacijom ili sinter-kristalizacijom. Očekivani naučni doprinos ogleda se u:

- Razjašnjenju svojstava i strukture fosfatnih stakala
- Definisanju sinterabilnosti prahova
- Doprinosu boljem razumevanju procesa kristalizacije, sinterovanja i sinter-kristalizacije stakla
- Određivanju uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na svojstva i strukturu fosfatnih stakala
- Definisanju uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na hemijsku postojanost dobijenog stakla, odnosno staklo-keramike.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije je sinteza fosfatnih stakala koja sadrže stroncijum i/ili lantan, ispitivanje kristalizacionih karakteristika stakala, sinterovanja prahova stakala izabranog sastava, kao i procesa sinter-kristalizacije, određivanje uticaja sadržaja stroncijuma i lantana na kristalizacione karakteristike i sinterabilnost prahova fosfatnih stakala.

Plan istraživanja obuhvata sledeće aktivnosti: literaturni pregled prethodnih istraživanja iz oblasti fosfatnih stakala; modela kristalizacije i sinterovanja prahova stakala; izbor sastava višekomponentnih polifosfatnih stakala molskog odnosa modifikatori/umreživači > 1 i definisanje parametara sinteze. Nakon toga će se pristupiti eksperimentalnom delu izrade disertacije: sinteza izabranih fosfatnih stakala, karakterizacija stakala, ispitivanje kristalizacionih karakteristika, ispitivanje sinterabilnosti prahova, određivanje uticaja sadržaja lantana i stroncijuma na svojstva i strukturu fosfatnih stakala, kao i na postojanost dobijenih stakala. Imajući u vidu navedeni plan istraživanja, očekuje se da će doktorska disertacija imati sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak* i *Literatura*.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima, Komisija smatra da kandidat Vladimir Topalović, master inženjer tehnologije, ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, na osnovu izloženog, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod nazivom: “Kristalizacione karakteristike i sinterabilnost prahova fosfatnih stakala”, naučno zasnovana, i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da je prihvati. Za mentore predlaže dr Snežanu Grujić, redovnog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i dr Jelenu Nikolić, naučnog saradnika Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 08.04.2019. godine.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Snežana Grujić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Rada Petrović, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Sonja Smiljanić, naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Jelena Nikolić, naučni saradnik
Instituta za tehnologiju nuklearnih i
drugih mineralnih sirovina, Beograd

.....
Dr Srđan Matijašević, naučni saradnik
Instituta za tehnologiju nuklearnih i
drugih mineralnih sirovina, Beograd