

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/17

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

03.02.2023.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана

(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

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2013.

4. Година уписа на докторске студије: 2022.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 1 :

Име и презиме ментора: др Снежана Грујић

Звање: редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитет у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Smiljanić S., **Grujić S.**, Tošić M., Živanović V., Stojanović J., Matijašević S., Nikolić J., Crystallization and sinterability of glass-ceramics in the system $\text{La}_2\text{O}_3\text{--SrO--B}_2\text{O}_3$, *Ceramics International* (2014) 40, 297-305; ISSN: 0272-8842; IF(2014)=2,605, *Material Science, Ceramics* 3/27.
2. S. Smiljanić, E. Karamanova, **S. Grujić**, J. Rogan, J. Stojanović, S. Matijašević, A. Karamanov, Sintering, crystallization and foaming of $\text{La}_2\text{O}_3\cdot\text{SrO}\cdot 5\text{B}_2\text{O}_3$ glass powders - effect of the holding temperature and the heating rate, *Journal of Non-Crystalline Solids* (2018) 481, 375-382. ISSN 0022-3093; IF(2018)=2,6; *Materials Science, Ceramics* 4/28.
3. J. N. Stojanović, S. V. Smiljanić, **S. R. Grujić**, P. J. Vulić, S. D. Matijašević, J. D. Nikolić, V. V. Savić, Structure and Microstructure Characterization of $\text{La}_2\text{SrB}_{10}\text{O}_{19}$ Glass-ceramics, *Science of Sintering* (2019) 51, 389-399. ISSN: 0350-820X; IF (2019) = 1,172; *Material Science, Ceramics* 14/28.
4. A.Karamanov, S. V. Smiljanić, E. Karamanova, S. D. Matijašević, J. D. Nikolić, V. V. Savić, **S. R. Grujić**, Sintering crystallization and foaming of $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot \text{SrO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3$ glass powders: effect of the holding time, *Journal of Non-Crystalline Solids*, (2020) 544, 120168. ISSN 0022-3093; IF(2020)=3,531 *Materials Science, Ceramics* 5/29.
5. Sonja V. Smiljanić, **Snežana R. Grujić**, Srđan Matijašević, Jovica Stojanović, Jelena Nikolić, Veljko Savić, Daniela Ž. Popović, Crystal growth of $\text{La}_2\text{SrB}_{10}\text{O}_{19}$ from undercooled melt, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, (2021) 146, 1569-1576, ISSN: 1388-6150; IF(2021)=4.755; *Thermodynamics* 12/63.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

Име и презиме ментора: др Јелена Николић

Звање: научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. S. V. Smiljanić, S. R. Grujić, S. D. Matijašević, J. N. Stojanović, **J. D. Nikolić**, V. V. Savić, D. Z. Popović, Crystal growth of $\text{La}_2\text{SrB}_{10}\text{O}_{19}$ from undercooled melt, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2021, 146(4), 1569-1576, M21; ISSN: 1388-6150; IF (2021) = 4,755; Thermodynamics 12/63.
2. V. S. 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, *Ceramic International*, 2017, 43(15), 12061-12069, M21a; ISSN: 0272-8842; IF (2017) = 3,057; Material Science, Ceramics 2/27.
3. **Nikolić J. D.**, Tošić M. B., Grujić S. R., Živanović V. D., Đošić M. S., Matijašević S. D., Smiljanić S. V., Dissolution behaviour of a polyphosphate glass in simulated body fluid, *Journal of the Serbian Chemical Society*, 2017, 82(3), 329-342, M23; ISSN: 0352-5139; IF(2017) = 0,797; Chemistry, Multidisciplinary 139/171.
4. **Nikolić J. D.**, Živanović V. D., Matijašević S. D., Stojanović J. N., Grujić S. R., Smiljanić S. V., Topalović V. S., Crystallization and sintering behavior of the polyphosphate glass doped with Zn and Mn, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2016, 124(2), 585-592, M22; ISSN: 1388-6150; IF (2016) = 1,953; Thermodynamics 20/58.
5. 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, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2013, 362, 185-194, M21; ISSN 0022-3093, IF (2013)= 1.716; Material Science, Ceramics 4/25.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковћ

- Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДШ

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. 43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 02.02.2023. 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 **Владимира Топаловића**, број индекса 4025/22, под називом: **„Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“**.

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 др 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

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Владимира С. Топаловића за израду докторске дисертације

Одлуком 35/328 бр. од 29. 12. 2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Владимира С. Топаловића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ПОЛИФОСФАТНИХ СТАКАЛА СА ДОДАТКОМ СТРОНЦИЈУМА И ЛАНТАНА.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Владимир С. Топаловић рођен је 07. 09. 1988. године у Горажду, Босна и Херцеговина. Основну и средњу школу завршио је у Прибоју. Школске 2007/2008. уписао је Основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду. Дипломирао је 2012. године на Катедри за неорганску хемијску технологију, са просечном оценом 8,09. Завршни рад „Синтеровање кордијеритних прахова синтетизованих алкоксидним сол-гел поступком“ одбранио је оценом 10 на Катедри за неорганску хемијску технологију.

Школске 2012/2013. уписао је Мастер академске студије на Технолошко-металуршком факултету, студијски програм Хемијско инжењерство. Дипломирао је 2013. године са просечном оценом 8,75. Завршни рад „Утицај врсте сол-гел поступка синтезе праха на својства кордијеритне керамике“ одбранио је оценом 10 на Катедри за неорганску хемијску технологију.

Школске 2013/2014. уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету. Положио је све испите предвиђене студијским програмом докторских студија. Приступни рад за израду докторске дисертације одбранио је 2015. године, оценом 10.

Октобра 2022. год. изгубио је статус студента докторских студија због прекорачења рока за завршетак. Школске 2022/2023. поново је уписан на докторске студије, уписом на трећу годину, студијског програма Хемијско инжењерство, при чему су му признати претходно положени испити.

Кандидат чита и пише на енглеском језику, а служи се и немачким језиком.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат, Владимир С. Топаловић запослен је од 01. 05. 2014. године у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. У Институту је био укључен у реализацију пројекта из програма основних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја-ОИ172004 „Феномени и процеси синтезе нових стакластих и наноструктурних стакло-керамичких материјала“ (2011-2019). Од 2020. године истраживањем на Институту се бави на основу уговора Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Уговор бр. 200023 (Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина - ИТНМС, Београд) (РС-200023).

Осим ангажовања на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја кандидат је ангажован и у активностима у Институту, као сарадник центра за неорганске технологије. Кандидат је учествовао у истраживањима припреме, карактеризације и модификације различитих стакластих и стаклокерамичких материјала. Научни рад кандидата је у области стакла и стаклокерамичких материјала, односно истраживања у области нуклеације и кристализације стакала, феномена и процеса растварања стакала, синтеровање стакала и карактеризације добијене стаклокерاميце.

Аутор и коаутор је више радова објављених у домаћим и страним часописима као и радова представљених на домаћим и међународним конференцијама.

Положени испити и остварени бодови у току докторских студија:

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1. Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
2. Хемијска кинетика	7	5
3. Термодинамика чврстог стања	10	5
4. Фазне равнотеже у вишекомпонентним системима	10	4
5. Теоријски основи керамике и стакла	9	5
6. Структура стакла и стакластих материјала	10	4
7. Теорија процеса сагоревања	10	5
8. Нискотемпературни керамички процеси	10	4
9. Методе карактеризације керамичких и стакластих материјала	10	4
10. Квантификација визуелних информација у испитивању материјала	10	4
11. Феномени преноса у инжењерству материјала	10	5
12. Енглески језик	10	
13. Завршни испит	10	30

Списак радова који показују афинитет, способност и подобност кандидата за израду дисертације са предложеним насловом и датим приказом

Радови објављени у научним часописима од међународног значаја

M21a Radovi u međunarodnim časopisima izuzetnih vrednosti

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.

M21 Radovi u vrhunskim međunarodnim časopisima

2. Topalović V., Nikolić J., Matijašević S., Stojanović J., Karamanov A., Grujić S., Jevtić S.: *The effect of SrO and La₂O₃ addition on the crystallization characteristics and sintering behavior of distinct polyphosphate glasses*. J. Therm. Anal. Calorim., (2022). IF: 4.626 ISSN: 1388-6150 <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11777-8>

M22 Radovi u istaknutim međunarodnim časopisima

3. 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.
4. 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.
5. Matijašević S., Topalović V., Grujić S., Savić V., Nikolić J., Labus N., Zildžović S.: *The Thermophysical Properties of Primary Phase in Lithium Germanium Phosphate Glass*, Sci. Sinter., Vol 53, 2021, pp. 301 - 310, IF: 1.723 ISSN: 0350-820X.
doi: 10.2298/SOS2103301M.

M23 Rad u međunarodnom časopisu

6. Smiljanić S., Grujić S., Tošić M., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Topalović V.: *Effect of La₂O₃ on the structure and the properties of strontium borate glasses*, Chem. Ind. Chem. Eng. Q., Vol 22, No 11, 2016, pp. 111-11, IF: 0.944 ISSN: 1451-9372.

M24 Rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovan posebnom odlukom

7. 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

8. Smiljanić S., Grujić S., Tošić M., Živanović V., Matijašević S., Nikolić J., Topalović V.: *Effect of La₂O₃/SrO ratio on properties of La₂O₃-SrO-B₂O₃ glasses*, Proceedings of 12th International Conference of Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade 2014, Vol 2, pp.667-670.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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.
13. 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 - IOCMM 2018, Bor 2018, pp. 223-226.
14. Savić V., Matijašević S., Topalović V., Zildžović S., Smiljanić S., Grujić S.: *Non-isothermal analysis of nucleation of the $Li_2O-GeO_2-Al_2O_3-P_2O_5$ glass*, Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2018, Bor 2018, pp. 219-223.
15. Topalović V., Matijašević S., Savić V., Grujić S., Đošić M., Nikolić J., Smiljanić S.: *The crystallization of glass samples from the system $P_2O_5-CaO-SrO-Na_2O-TiO_2$* , Proceedings of 51st International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2019, Bor 2019, pp. 311 - 314, isbn: 978-86-6305-101-0.
16. Savić V., Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Zildžović S., Smiljanić S., Grujić S.: *Production of glass-ceramics from coal fly ash and limestone*, XIII International Mineral Processing and Recycling Conference - IMPRC 2019, Belgrade 2019, pp. 135 - 140, isbn: 978-86-6305-091-4.
17. Savić V., Topalović V., Nikolić J., Matijašević S., Đošić M., Grujić S.: *Dissolution of coal fly ash glass in different media*, Proceedings of 51st International October Conference on Mining and Metallurgy - IOCMM 2019, Bor 2019, pp. 93 - 96, isbn: 978-86-6305-101-0.
18. Topalović V., Matijašević S., Grujić S., Savić V., Nikolić J., Smiljanić S., Zildžović S.: *Thermal properties of lithium germanate phosphate glass studied by DTA*, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference - IMPRC 2021, Belgrade 2021, pp. 251 - 256, isbn: 978-86-6305-113-3.
19. Savić V., Topalović V., Nikolić J., Matijašević S., Zildžović S., Grujić S., Smiljanić S.: *Dissolution of glass made from coal fly ash, glass cullet and calcium carbonate*, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference - IMPRC 2021, Belgrade 2021, pp. 357 - 362, issn: ISBN 978-86-6305-113-3.
20. Nikolić J., Topalović V., Savić V., Matijašević S., Đošić M., Zildžović S., Grujić S.: *The effect of composition on chemical durability of phosphate glass fertilizers*, 8th International Conference Mining and Environmental Protection - Proceedings, Belgrade 2021, pp. 175 - 182, isbn: 978-86-7352-372-9.
21. Savić V., Matijašević S., Topalović V., Nikolić J., Smiljanić S., Zildžović S.: *Effect of sintering temperature on the compressive strength and microstructure of glass foam made from waste materials*, 15th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade 2021.

22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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 – ACA VII 2018, Belgrade 2018, pp. 61.
27. 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.
28. Topalović V., Savić V., Matijašević S., Nikolić J., Došić M., Smiljanić S., Grujić S.: *Characterization of lanthanum-doped phosphate glass*, 4th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2019 - MME SEE 2019, Belgrade 2019, pp. 34 - 34, isbn: 978-86-87183-30-8.
29. Topalović V., Savić V., Matijašević S., Nikolić J., Došić M., Smiljanić S., Grujić S.: *Characterization of different bioactive phosphate glasses*, Advanced Ceramics and Applications VIII: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, ACA VIII 2019, Belgrade 2019, pp. 60 - 60, isbn: 978-86-915627-7-9.
30. Savić V., Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Zildžović S., Smiljanić S., Grujić S.: *Corrosion of coal fly ash glass*, Advanced Ceramics and Applications VIII: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, ACA VIII 2019, Belgrade 2019, pp. 59 - 59, isbn: 978-86-915627-7-9.
31. Savić V., Topalović V., Matijašević S., Nikolić J., Zildžović S., Smiljanić S., Grujić S.: *Glass-ceramics obtained from copper mine tailings and glass cullets*, 4th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2019 - MME SEE 2019, Belgrade 2019, pp. 33 - 33, isbn: 978-86-87183-30-8.

32. Topalović V., Nikolić J., Savić V., Matijašević S., Došić M., Smiljanić S., Grujić S.: *Reactivity of polyphosphate glass in different medium*, VII International Congress Engineering, Environment and Materials in Process Industry, Jahorina 2021, isbn: 978-99955-81-38-1.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу биографских података, података о докторским студијама, списка објављених радова и показаних резултата у оквиру научно-истраживачког рада на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, уочава се да је Владимир Топаловић, мастер инжењер технологије, показао склоност и способност бављења научно-истраживачким радом. Тема докторске дисертације припада области из које је објавио научне радове. На основу досадашње сарадње са кандидатом, као и објављених научних радова, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Фосфатна стакла привлаче пажњу истраживача већ дужи низ година. У последњих двадесетак година, фосфатна стакла су нашла низ разноврсних примена. Поједина алкално-алуминофосфатна стакла имају температуру трансформације нижу од 400 °C и коефицијент топлотног ширења већи од $150 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, те се користе за специјалне херметичке заптиваче. Цинк-фосфатна стакла су хемијски отпорна, могу се добити при температурама нижим од 400°C и са полимерима могу формирати необичне органско- неорганске композите. Литијум и оксинитридна фосфатна стакла имају велику јонску проводљивост па су корисна као електролити у чврстом стању [1]. Фосфатна стакла са лантаноидима се користе за полупроводничке ласере.

Фосфатна стакла у односу на силикатна, имају ниску температуру топљења, омекшавања и трансформације и велики коефицијент топлотног ширења. Такође, фосфатна стакла имају велики индекс преламања, пропустљивост у UV области спектра и др. Ипак, фосфатна стакла су дуго имала много мањи значај него силикатна или боросиликатна стакла. Разлог овоме је мала хемијска постојаност [2]. Међутим, ова њихова особина је искоришћена за развој читавог низа нових материјала на бази фосфатних стакала. Утврђено је да нека фосфатна стакла имају тзв. "биоактивност" односно способност да учествују у биолошким процесима живих организама [3-11]. Биолошка активност даје им могућност да се користе као материјали за производњу импланта за хирургију и стоматологију. Такође, мала хемијска постојаност фосфатних стакала даје им могућност употребе као спороразграђујућих ђубрива за исхрану биља.

У циљу постизања жељених својстава стакала, различити оксиди се уводе у основни $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaO}$ систем. Увођењем различитих оксида метала у састав стакла долази до промене структуре услед кидања Р-О-Р веза што утиче на својства фосфатних стакала нпр. вискозност, наклоност ка кристализацији, хемијску постојаност, односно растварање стакла итд. [12] Одређени оксиди доводе до бочног повезивања између ланаца, што може повећати хемијску постојаност добијеног стакла. У зависности од врсте и количине уведеног оксида могу се добити фосфатна стакла различитих својстава. Поред тога, одговарајућом топлотном обрадом стакла могуће је добити стаклокерамички материјал својстава одређених природом и микроструктуром издвојене кристалне фазе. За добијање стакла или стаклокерамичких материјала специфичних својстава неопходно је познавање механизма кристализације и температурске области кристализације [13, 14]. Познавање кристализационог понашања стакла и избор правог нуклеатора су кључни фактори у избору састава почетног стакла и услова топлотне обраде. На тај начин се дефинисаном топлотном обрадом одређеног стакла

са или без додатка нуклеатора контролисаном кристализацијом, добија стаклокерамички материјал.

Један од начина добијања стаклокерамичког материјала је и синтеровање праха стакла на одређеној температури, а примењује се за саставе који кристалишу површинским механизмом. Синтеровање праха стакла налази примену за добијање стакластих или стаклокерамичких материјала, при чему је могуће добити порозне или добро синтероване материјале [15-18].

Предмет овог истраживања је синтеза полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана и одређивање утицаја садржаја стронцијума и лантана на процесе синтезе стакала, као и на процесе кристализације и синтеровања праха стакала и својстава добијених материјала. Добијени резултати би требало да омогуће одређивање утицаја састава стакала, топлотне обраде на микроструктуру стаклокерاميце добијене контролисаном кристализацијом и састава стакала и услова синтеровања на микроструктуру стаклокерاميце добијене синтер-кристализацијом. Такође, биће разјашњен утицај састава стакла и услова топлотне обраде на својства која су најважнија за одређену примену.

Циљеви истраживања ове докторске дисертације могу се поделити на:

1. Одређивање утицаја додатка лантана и стронцијума на услове синтезе, структуру и својства полифосфатних стакала;
2. Одређивање утицаја додатка лантана и стронцијума на кристализационе карактеристике и синтерабилност прахова полифосфатних стакала:
 - Одређивање механизма нуклеације и температурске области кристализације стакала и дефинисање услова топлотне обраде;
 - Дефинисање утицаја топлотне обраде на микроструктуру стаклокерاميце добијене контролисаном кристализацијом фосфатних стакала;
 - Дефинисање услова и температурске области синтеровања прахова полифосфатних стакала и одређивање утицаја топлотне обраде на насталу микроструктуру стаклокерاميце добијене процесом синтер-кристализације.
3. Одређивање утицаја садржаја лантана и стронцијума на хемијску постојаност, тврдоћу добијеног стакла, односно стаклокерاميце.

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 Na₂O and K₂O 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–Na₂O–MgO–P₂O₅ 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 P₂O₅ CaO–Na₂O 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–P₂O₅ Glass with MgO and TiO₂ 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.

3. Полазне хипотезе

За дефинисање услова добијања стакла, као и за добијање стаклокерамике неопходно је познавање кристализационих карактеристика стакла. За добијање стакла потребно спречити кристализацију, а за добијање стаклокерамике одређених својстава и микроструктуре неопходна је топлотна обрада под одређеним условима односно контролисана кристализација. Специфична својства стаклокерамике одређена су не само природом издвојене фазе, већ и микроструктуром добијене стаклокерамике, односно у великој мери зависе од услова топлотне обраде.

Стаклокерамички материјал се може добити и синтеровањем праха стакала, те у зависности од тога да ли се скупљање и кристализације одвијају у истој области или не, може се добити густе или порозне стакласте или стаклокерамичке производ. Јасно је да у зависности од услова топлотне обраде стакла одређеног састава добијена стаклокерамика у односу на полазно стакло може имати својства која омогућују одређену примену. Познавањем услова топлотне обраде прахова стакла односно карактеристика процеса синтер-кристализације могуће је контролисати микроструктуру, природу и удео кристалне фазе, а тиме и својства важна за примену (нпр. механичке карактеристике, хемијску постојаност добијене стаклокерамике итд). Стаклокерамички материјали добијени синтер-кристализацијом имају широку примену, укључујући везива, превлаке и цементе у областима стоматологије и медицине, пољопривреди, као и у електронској индустрији. Показано је да на раст коштаног ткива *ин vivo* позитивно утиче присуство SrO, према тестовима на

биокерамичким коштаним имплантатима. Кристалizaciona својства као и биоактивност стакала могу се променити додавањем нуклеатора као што су TiO_2 и ZrO_2 . Такође је показано да додаток лантана побољшава нека физичко-хемијска својства ових материјала, као што су термичка стабилност и отпорност на савијање.

4. Научне методе истраживања

За одређивање хемијског састава добијених стакала и раствора после растварања стакла користиће се атомска апсорпциона спектроскопија (AAS). Рендгенска дифракциона анализа прахова (XRD) ће се употребити за потврду аморфности добијених стакала, као и идентификацију фаза насталих током контролисане кристализације стакала или током синтеровања прахова добијених стакала. Кристалizacione карактеристике стакла биће одређене диференцијално-термијском анализом (DTA) и диференцијално скенирајућом калориметријом (DSC). За разматрање структуре стакла и промене у структури током топлотне обраде или промене у структури стакла током растварања биће коришћена инфрацрвена спектроскопска анализа (FT-IR). Синтерабилност прахова стакала биће одређена термомикроскопом (HSM) и оптичким дилатометром (OD). Скенирајућа електронска микроскопија (SEM) пружиће увид у микроструктуру добијене стаклокерاميце, као и микроструктуру стакла односно стаклокерاميце после растварања.

5. Очекивани научни допринос

Резултати ове докторске дисертације би требало да омогуће добијање полифосфатних стакла са додатком стронцијума и лантана и добијање стаклокерاميце контролисаном кристалizacionом, односно синтер-кристалizacionом. На основу резултата испитивања:

- биће разјашњена струкура и својства полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана;
- биће одређен механизам нуклеације и температурске области кристалizacionе стакала и дефинисани услова топлотне обраде;
- биће одређен утицај топлотне обраде на микроструктуру стаклокерاميце добијене контролисаном кристалizacionом полифосфатних стакала;
- биће дефинисани услови и температурске области синтеровања прахова полифосфатних стакала и одређен утицаја топлотне обраде на насталу микроструктуру стаклокерاميце добијене процесом синтер-кристалizacionе;
- биће разјашњен утицај садржаја лантана и стронцијума на механичке карактеристике и хемијску постојаност добијених стакала, односно стаклокерاميце.

6. План истраживања и структура рада

Предмет рада ове докторске дисертације је синтеза полифосфатних стакала која садрже стронцијум и лантан, испитивање кристалizacionих карактеристика стакала, синтеровања прахова стакала, одређивање утицаја додатка стронцијума и лантана на својства добијених стакала односно стаклокерاميце.

План истраживања обухвата следеће активности: литературни преглед претходних истраживања из области фосфатних стакала, модела кристалizacionе и синтеровања прахова стакала; избор састава вишекомпонентних полифосфатних стакала молског односа модификатори/умреживачи > 1 и дефинисање параметара синтезе; карактеризација добијених стакала и стаклокерاميце. Имајући у виду наведени план истраживања, очекује се

да ће докторска дисертација имати следећу структуру: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија резултата, Закључак и Литература.

У поглављу Увод биће приказана актуелност и значај испитивања у оквиру предложене теме докторске дисертације, циљеви рада, као и предмет истраживања. У поглављу Теоријски део биће дат литературни преглед: карактеристика стакластог стања, услова образовања стакла, модела кристализације и синтеровања прахова стакала и карактеристике фосфатних стакала. Поглавље Експериментални део обухватиће: синтезу полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана, одређивање структуре полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана, карактеризацију добијених стакала, одређивање кристалizacionих карактеристика добијених стакала, одређивање синтерабилности прахова добијених стакала, карактеризацију стаклокерамике добијене контролисаном кристалizacionом или синтер-кристалizacionом. Поглавље Резултати и дискусија садржаће детаљан приказ и дискусију свих добијених резултата.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем раду и постигнутим резултатима, Комисија сматра да кандидат Владимир Топаловић, мастер инжењер технологије, испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу изложеног, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под називом: “Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана”, научно заснована, и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да је прихвати. За менторе предлаже др Снежану Грујић, редовног професора Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и др Јелену Николић, научног сарадника Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, матична установа.

У Београду, 25.01.2023. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Снежана Грујић, редовни професор
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Рада Петровић, редовни професор
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Соња Смиљанић, научни сарадник
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Јелена Николић, научни сарадник
Института за технологију нуклеарних и
других минералних сировина, Београд

.....
Др Срђан Матијашевић, виши научни сарадник
Института за технологију нуклеарних и
других минералних сировина, Београд