

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/216

(Број захтева)

2. 9. 2024.

(Датум)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ Владимир (Славко) Топаловић

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму : Хемијско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана

Технолошко инжењерство

из научне области:

Универзитет је дана 13. 2. 2023. својим актом под бр. 61206-479/2-23 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана

Име и презиме ментора: др Снежана Грујић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршког факултета и др Јелена Николић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 30. 5. 2024. одлуком факултета под бр. 35/123, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Јелена Миладиновић	редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа	ТМФ
2.	Др Рада Петровић	редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа	ТМФ
3.	Др Срђан Матијашевић	научни саветник	Материјали	ИТНМС
4.	Др Јовица Стојановић	научни саветник	Фундаментална и примењена минералогija и кристалографија	ИТНМС
5.	Др Соња Смиљанић	научни сарадник	Материјали	Хемијски институт, Љубљана, Словенија

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности **6. 6. 2024.**

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана **28. 8. 2024.**

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној **28. 8. 2024.**

одлуком факултета под бр. 35/224, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Јелена Миладиновић	редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа	ТМФ
2.	Др Рада Петровић	редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа	ТМФ
3.	Др Срђан Матијашевић	научни саветник	Материјали	ИТНМС
4.	Др Јовица Стојановић	научни саветник	Фундаментална и примењена минералологија и кристалографија	ИТНМС
5.	Др Соња Смиљанић	научни сарадник	Материјали	Хемијски институт, Љубљана, Словенија

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Студент је уписан на докторске студије школске 2022/2023. године (поновни упис).

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
др Петар Ускоковић, редовни професор

- Прилози:
- 1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 - 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 - 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

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

ДIⅣа

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. 52. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 28.8.2024. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Јелена Миладиновић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Рада Петровић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Срђан Матијашевић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд, др Јовица Стојановић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд и др Соња Смиљанић, научни сарадник Хемијског института, Љубљана, Словенија (Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija) о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана**“ коју је поднео **Владимир Топаловић**, мастер инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Владимира Топаловића, под називом „**Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана**“ Одлуком број: 61206-479/2-23 од 13. 2. 2023. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

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, - *Ceramics International*, vol. 43, no. 15, pp. 12061-12069, 2017 (**IF: 3.057**) (ISSN: 0272-8842). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.06.061>

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, - *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 148, no. 3, pp. 721-732, 2022 (**IF: 4.4**) (ISSN: 1388-6150). <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11777-8>

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, менторима, Служби за наставно-студентске послове и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

ДV

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. 52. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 28.8.2024. године, донета је

О Д Л У К А

о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Владимира Топаловића**, мастер инжењера технологије, са темом под називом „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“, у саставу:

1. Др Јелена Миладиновић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Рада Петровић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Срђан Матијашевић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд,
4. Др Јовица Стојановић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд,
5. Др Соња Смиљанић, научни сарадник Хемијског института, Љубљана, Словенија (Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija).

Одлуку доставити: Одлуку доставити: члановима Комисије, Универзитету у Београду, Служби за наставно-студентске послове и Архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата
Владимира С. Топаловића

Одлуком бр. 35/123 од 30. 5. 2024. године именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Владимира С. Топаловића под насловом: „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“.

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Школске 2013/2014. године Владимир Топаловић, мастер инжењер технологије, уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, научна област Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство.
- Школске 2022/2023. године Владимир Топаловић, мастер инжењер технологије уписан је други пут на трећу годину докторских студија на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, научна област Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство.
- Дана 21. 12. 2022. Владимир Топаловић је пријавио тему докторске дисертације под насловом: „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“.
- Дана 29. 12. 2022. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је одлука (бр. 35/328) о именовању чланова Комисије за оцену подобности теме кандидата Владимира Топаловића, мастер инжењера технологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“ у саставу: др Снежана Грујић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Рада Петровић, редовни професор Технолошко-металуршког

факултета Универзитета у Београду, др Соња Смиљанић, научни сарадник Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Јелена Николић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина и др Срђан Матијашевић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина.

- Дана 2. 2. 2023. Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета донело је Одлуку (бр. 35/17) о прихватању реферата Комисије за оцену подобности теме „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“ и кандидата Владимира Топаловића за израду докторске дисертације. За менторе докторске дисертације су именовани др Снежана Грујић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Јелена Николић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина.
- Дана 13. 2. 2023. на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност (Одлука 02 број: 61206-479/2-23) на предлог теме докторске дисертације Владимира Топаловића, мастер инжењера технологије под називом: „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“.
- На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је Одлука (бр. 35/123) о именовању чланова Комисије за оцену докторске дисертације Владимира Топаловића, мастер инжењера технологије, под називом: „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“ у саставу: др Јелена Миладиновић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Рада Петровић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Срђан Матијашевић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, др Јовица Стојановић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина и др Соња Смиљанић, научни сарадник Хемијског Института, Љубљана, Словенија.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области-Технолошко инжењерство, ужа научна област-Хемијско инжењерство, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментори ове докторске дисертације су др Снежана Грујић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета

Универзитета у Београду и др Јелена Николић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, чија је компетенција за вођење докторске дисертације потврђена на основу искуства и објављених публикација из области којој дисертација припада.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Владимир С. Топаловић рођен је 7. 9. 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. Од 2014. године запослен је 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). До сада је као коаутор објавио: један рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a), један рад у врхунском међународном часопису (M21), седам радова у водећим међународним часописима (M22), два рада у часописима међународног значаја верификованим посебном одлуком (M24), двадесет три саопштења са међународног скупа штампана у целини (M33), тринаест саопштења на скуповима међународног значаја штампаних у изводу (M34), два саопштења на скуповима националног значаја штампана у изводу (M64) и један регистрован патент на националном нивоу (M92). Кандидат говори, чита и пише на енглеском језику.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Владимира С. Топаловића, мастер инжењера технологије под називом „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“ написана је на 122 стране, садржи 54 слике, 25 табела и 214 литературних навода. Докторска дисертација садржи шест целина: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултате и дискусију, Закључак и Литературу. На почетку дисертације дат је сажетак на српском и енглеском језику. Дисертација садржи и кратку биографију кандидата и 3 обавезна прилога (изјаве). По својој форми и садржају, поднети рад задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **уводном** делу наведени су предмет и циљ истраживања у оквиру докторске дисертације. Објашњен је значај и начини добијања фосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана. Приказан је утицај састава стакала на физичке, структурне и кристалizacione карактеристике и синтерабилност прахова стакала. Описан је и утицај услова синтеровања на својства синтерованих узорака.

Теоријски део подељен је на четири потпоглавља. У **првом** потпоглављу приказане су врсте и примене различитих стакала. Акценат је на фосфатном стаклу и стаклокерамици који се због јединствених својстава примењују у изради ласера у чврстом стању, користе као нискотемпературни заптивни елементи, а такође налазе примену и у области медицине. У **другом** потпоглављу дефинисано је стакласто стање и приказане најважније теорије које описују услове образовања стакла, а које су подељене у две групе: структурне и кинетичке теорије. Дати су теоријски основи процеса кристализације стакла, с обзиром на то да је неопходно познавање кристалizacionих карактеристика не само за добијање стакла, већ и стаклокерамике жељених својстава. Наведени су начини испитивања процеса кристализације у изотермским и неизотермским условима. Дефинисани су услови синтеровања праха стакла, као и најважнији модели који описују процес нарочито, синтеркристалizacionу праха стакла. У оквиру **трећег** потпоглавља, кроз преглед литературних података описана је структура фосфатних стакала, методе које се користе при анализи структуре, као и механизам растварања фосфатних стакала. У **четвртном** потпоглављу дат је преглед биоактивних стакала и стаклокерамике и њихове примене у биомедицини, са посебним освртом на фосфатна биоактивна стакла. Такође је описан утицај специфичних оксида модификатора мреже на својства фосфатних стакала, као што су топлотна стабилност, механичка својства и брзина растварања.

Експериментални део докторске дисертације подељен је на пет потпоглавља. У првом потпоглављу описан је план експерименталног рада. У другом потпоглављу дефинисани су услови добијања стакала (састав стакларских мешавина, режим топљења и поступак хлађења). Добијена су четири стакла заменом P_2O_5 у основном стаклу састава $47P_2O_5 \cdot 40CaO \cdot 10Na_2O \cdot 3TiO_2$ одговарајућом количином (1 mol.% или 5 mol.%) SrO , односно La_2O_3 . Стакла су обележена као GSSr1, GSSr5, GSLa1 и GSLa5. Треће потпоглавље описује методе карактеризације стакала. Добијена стакла испитана су методама: атомске апсорпционе спектроскопије (ААС), спектрофотометрије (СФ), рендгенске дифракције (РД), пикнометра (одређивање густине), инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (ФТИР), диференцијално-скенирајуће калориметрије (ДСК), скенирајуће електронске микроскопије (СЕМ) и термомикроскопије (ТМ). У четвртом потпоглављу описан је поступак синтеровања пресованих прахова стакала на температурама максималног скупљања и максималне кристализације. У петом потпоглављу, у оквиру карактеризације синтерованих узорака одређена је порозност и микротврдоћа, идентификоване су кристалне фазе настале током синтеровања и испитана постојаност стакала у симулираној телесној течности. Привидна порозност узорака одређена је према стандарду SRPS EN 993-1:2019. Тврдоћа узорака одређена је методом по Викерсу. Идентификација кристалних фаза насталих током синтеровања праха стакла је одређена РД анализом. Микроструктура синтерованих узорака испитивана је помоћу скенирајућег електронског микроскопа. Постојаност синтерованих узорака у раствору симулиране телесне течности је испитивана праћењем промене масе стакала, рН вредности раствора у контакту са узорцима, као и концентрације елемената у раствору након различитих времена контакта стакла са симулираном телесном течности.

Поглавље Резултати и дискусија обухвата два дела: приказ резултата као и обраду резултата и дискусију. У првом делу приказана је карактеризација стакала. На основу $[O]/[P]$ који износи 3,120 за GSSr1, 3,226 за GSSr5, 3,152 за GSLa1 и 3,345 за GSLa5, потврђено је да стакла припадају полифосфатним стаклима. Одређени су удели Q^1 и Q^2 тетраедара у структури стакала, као и просечне дужине фосфатних ланаца. Структурне карактеристике стакала одређене су деконволуцијом ФТИР спектра стакала у интервалу од 400 cm^{-1} до 2000 cm^{-1} . Положаји детектованих трака потврђују присуство Q^1 и Q^2 структурних јединица. ДСК анализа стакала је коришћена за одређивање карактеристичних температура: трансформације, почетка кристализације, кристалizacionог пика и топљења стакала, као и за одређивање вредности енталпије кристализације и енталпије топљења стакала. Вредности енталпија кристализације, ΔH_c , и топљења, ΔH_m , као и карактеристичних температура опадају са повећањем садржаја SrO , осим температуре трансформације, T_g , код које је примећено благо повећање. Истовремено, уочава се израженији утицај повећања садржаја La_2O_3 на ΔH_c , ΔH_m и на карактеристичне температуре кроз пораст ових вредности. На основу података добијених ДСК анализом такође су одређени параметри

стабилности стакла (Хруби параметар, Вајнберг параметар и Лу и Лиу параметар). Додатком стронцијум- и лантан-оксида повећава се стабилност стакла, а релативно високе вредности параметара стабилности указују на већу отпорност стакала према процесу кристализације. Кристализација стакала је проучавана при изотермским условима коришћењем комада стакла и при неізотермским условима коришћењем праха стакла. РД анализом изотермски загреваних комада стакала на температурама максимума кристалizacionог пика, T_p , утврђено је да је примарна фаза за GSSr1, GSSr5 и GSLa1 стакло CaP_2O_6 , док је примарна фаза за GSLa5 стакло $\alpha\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$. СЕМ микрографије површине прелома откривају присуство плочастих микронских кристала, формираних на површини стакла. Сва стакла кристалишу површинским механизмом кристализације. Вредности енергија активације кристализације, E_a , расту са повећањем количине стронцијума и лантана у стаклима. Стакло GSLa5 има најшири, а GSSr5 најужи интервал синтеровања. Постојаност стакала у симулираној телесној течности се смањује са порастом садржаја SrO , а повећава са порастом садржаја La_2O_3 . рН вредност раствора, током испитивања постојаности GSSr у симулираној телесној течности, се смањује са продужењем контакта а током испитивања постојаности GSLa, се не мења значајно. У другом делу је приказана карактеризација синтерованих узорак. РД дифрактограми узорак синтерованих на температурама максималног скупљања, T_{ms} , потврђују аморфност свих узорак. ФТИР спекти стакала након синтеровања на T_{ms} одговарају ФТИР спектрима полазних стакала и указују да током синтеровања није дошло до промене у структури стакала. Најмању порозност има стакло GSSr1, а највећу GSLa1. Микротврдоћа стакла GSSr1 је најмања, мада би на основу мале порозности било очекивано да узорак има већу вредност тврдоће или сличну осталим узорцима. На основу вредности порозности може се закључити, да су узорци добро синтеровани. РД анализа узорак синтерованих на температури максимума кристалizacionог пика, T_p , је показала присуство следећих кристалних фаза: $\beta\text{-CaP}_2\text{O}_6$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, (три биоактивне фазе) као и $\text{NaCa}(\text{PO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$, $\alpha\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$. За GSSr1, GSSr5 и GSLa1 доминантне фазе су $\beta\text{-CaP}_2\text{O}_6$ и $\text{NaCa}(\text{PO}_3)_3$, док су за GSLa5, фазе $\alpha\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ присутне у највећој количини. СЕМ микрографије површине прелома показале су да се узорци састоје од агрегата са призматичним издуженим микрокристалима који обично имају вишеструке кораке раста, показујући облике неких природних фосфата. СЕМ микрографије узорак стакала GSLa указују на интензивнију кристализацију. Са порастом порозности, тврдоћа узорак опада. Узорак GSLa1 има највећу тврдоћу и најнижу вредност порозности, док GSLa5 узорак има најмању тврдоћу и највећу вредност порозности. Сви узорци синтеровани на T_p имају већу порозност од узорак синтерованих на T_{ms} , што указује да је ова порозност условљена кристализацијом. На тврдоћу синтерованих узорак утичу порозност, издвојене фазе и формиране микроструктуре. Синтеровани узорци GSSr1, GSSr5 и GSLa1 код којих су $\beta\text{-CaP}_2\text{O}_6$ и $\text{NaCa}(\text{PO}_3)_3$ доминантне фазе имају већу

тврдоћу од синтерованог узорка GSLa5 код којег је доминатна фаза α - $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и β - $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Узорци GSSr стакала синтеровани на T_{ms} и T_p показују слабу растворљивост у симулираној телесној течности, чак и за најдуже експериментално време контакта (21 дан). Промена масе при растварању је мања од 0,2% за све синтероване узорке. Најмању постојаност у симулираној телесној течности има узорак GSLa1 синтерован на температури максималног скупљања (промена масе ~18%).

У поглављу **Закључак** приказани су најважнији закључци изведени на основу експерименталних резултата, обраде и дискусије изложених у претходним поглављима.

У поглављу **Литература** дате су све референце цитиране у раду.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Резултати истраживања Владимира С. Топаловића, мастер инжењера технологије, приказани у докторској дисертацији „**Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана**“ представљају значајан допринос истраживању добијања, карактеризације као и примени фосфатних стакала и стаклокерамике. Фосфатна стакла имају ниску температуру топљења, омекшавања и трансформације, као и велики коефицијент топлотног ширења. Такође, фосфатна стакла имају широк интервал термичке обраде, који омогућава добијање стаклених влакана или синтероване тродимензионалних носача. Због мале хемијске постојаности, биоактивности и биокомпатибилности, нашла су примену у медицини и пољопривреди. Састав вишекомпонентних полифосфатних стакала се може мењати увођењем различитих компоненти у различитом односу и на тај начин добијати стакла различитих својстава. Увођење специфичних оксида (модификатора мреже) утиче на структуру, кристализационе карактеристике и синтерабилност, као и на постојаност стакла. Синтерованем прахова стакала на оптималним температурама могу се добити густе стакласте или стаклокерамички материјали. Присуство одређених кристалних фаза и микроструктуре стаклокерамике утиче на својства добијених материјала. Проучавање вишекомпонентних полифосфатних стакала, као и услова добијања стаклокерамике је веома значајно у циљу добијања нових материјала разноврсне примене.

Према томе, један правац истраживања, у оквиру докторске дисертације, је био добијање полифосфатних стакала са додатком модификатора (стронцијума и лантана) при чему су дефинисани услови добијања као и утврђен утицај модификатора на структуру стакла, кристализационе карактеристике и синтерабилност као и на постојаност у симулираној телесној течности.

Други правац истраживања је био добијање густих, стакластих и стакло-керамичких материјала. Дефинисањем састава почетног стакла и услова

синтеровања, добијени су густе, стакласте и стаклокерамички материјали и испитана својства, важна за њихову примену.

На основу опсежног прегледа литературе, може се закључити да су истраживања у оквиру ове докторске дисертације оригинална, као и да се уклапају у светске трендове и указују на значај и актуелност проучавање проблематике.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији цитирано је 214 референци, од којих највећи број чине најновији радови објављени у часописима међународног значаја са тематиком значајном за израду докторске дисертације. Наведене референце садрже експерименталне резултате многих истраживача у области добијања и карактеризације фосфатних стакала и њихове примене у различитим областима технике и медицине, као и њихову анализу и дискусију. Истраживања приказана у наведеним референцама су коришћена за планирање експерименталног рада, анализу и тумачење резултата добијених током израде докторске дисертације као и приликом извођења закључака. У оквиру коришћених литературних навода налазе се и референце кандидата Владимира С. Топаловића, мастер инжењера технологије, проистекле из резултата истраживања у области докторске дисертације, а које су објављене у часописима међународног значаја.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Фосфатна стакла са додатком стронцијума и лантана добијена су топљењем стакларских мешавина, а густе стакласте и стаклокерамички материјали, синтеровањем прахова стакала. Хемијски састав добијених фосфатних стакала и раствора након испитивања постојаности у симулираној телесној течности је одређен атомском апсорпционом спектроскопијом (ААС) и спектрофотометријом (СФ). Диференцијално скенирајућа калориметрија (ДСК) је коришћена за одређивање карактеристичних температура стакла, као и кинетике процеса кристализације. Крива скупљања стакла и температуре фиксних тачака вискозности одређене су на основу резултата термомикроскопске анализе. Комбинација диференцијално-скенирајуће калориметрије и термомикроскопа је коришћена за одређивање области синтеровања и дефинисање услова синтеровања. Тврдоћа узорака одређена је методом по Викерсу. Рендгенском дифракционом анализом (РДА) потврђена је аморфност добијених стакала и изведена идентификација кристалне фазе у синтерованим узорцима. Микроструктура стакала након изотермске кристализације комада стакла, као и микроструктура синтерованих узорака, а испитивана је скенирајућим електронским микроскопом (СЕМ).

3.4. Применљивост остварених резултата

Фосфатна стакла и стаклокерамика, добијена синтеркристализацијом, могу наћи примену у различитим областима технике и медицине, примера ради у областима где су неопходни материјали контролисаног растварања и задовољавајућих механичких својстава. Због тога су у овој докторској дисертацији дефинисани услови добијања полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана. Надаље, испитан је утицај састава и структуре на својства стакала и утврђене разлике у механизму растварања фосфатних стакала са стронцијумом и лантаном. Дефинисани су услови синтеркристализације и разматран њихов утицај на својства добијене стаклокерамике. Од значаја су и издвојене кристалне фазе током синтеровања стакала, које утичу на тврдоћу и постојаност у симулираном телесном флуиду, што пружа могућност добијања стаклокерамичких материјала жељених својстава. Резултати и закључци изнети у дисертацији значајни су за даљи развој и потенцијалну примену полифосфатних стакала, као и густих стаклокерамичких материјала. Верификација остварених резултата дисертације постигнута је објављивањем радова у водећим међународним часописима, као и саопштењима на међународним конференцијама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Владимир С. Топаловић, мастер инжењер технологије, је током израде докторске дисертације показао самосталност и стручност у претраживању и коришћењу научне литературе, планирању и реализацији експеримента, обради и дискусији добијених резултата и припреми публикација. Током истраживања је у потпуности овладао великим бројем експерименталних техника и инструменталних метода. На основу досадашњег рада, поднете докторске дисертације и постигнутих резултата кандидата, Комисија је утврдила да кандидат поседује квалитете за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси резултата истраживања, остварени у оквиру ове докторске дисертације, у области добијања фосфатних стакластих и стаклокерамичких материјала огледају се у следећем:

- Дефинисани су састави и услови синтезе полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана која се могу користити као биоматеријали.
- Утврђена су својства и структура стакала и утицај структурних карактеристика стакла на синтерабилност и кристализацију стакла.

Одређен је утицај додатка стронцијума или лантана на механизам растварања полифосфатног стакла у симулираној телесној течности.

- Дефинисана је синтерабилност прахова полифосфатних стакала односно област синтеровања у којој је могуће добити густе стаклокерамичке материјале.
- Одређен је утицај састава кристалних и стакластих фаза стаклокерамике на физичко-механичка својства.
- Одређен утицај састава стакла и стаклокерамике на постојаност у симулираном телесном флуиду.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати проистекли из ове докторске дисертације пружају значајне информације о синтези и својствима полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана и условима кристализације и синтеровања за добијање густих стакластих и стаклокерамичких материјала жељених механичких и хемијских својстава. Практичан допринос истраживања представља добијање густих стакластих и стаклокерамичких материјала, на бази фосфатних стакала, који могу наћи примену као биоматеријали. Жељена својстава ових материјала могу се добити након што се утврди утицај састава стакла и кристалних фаза на структуру и хемијска својства густих стаклокерамичких материјала. У оквиру ове докторске дисертације детаљно је анализиран утицај састава стакла и услова синтеровања на својства густих, стаклокерамичких материјала. Утврђен је начин на који се мењају својства стакла, заменом оксида модификатора, као и ефекат садржаја додатог модификатора на карактеристичне температуре стакла и хемијску постојаност у симулираној телесној течности.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21:

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, - *Ceramics International*, vol. 43, no. 15, pp. 12061-12069, 2017(IF: 3.057) (ISSN: 0272-8842).<http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.06.061>
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, - *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 148, no. 3, pp. 721-732, 2022 (IF: 4.4) (ISSN: 1388-6150). <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11777-8>

Категорија M33:

3. **Topalović, V.**, Matijašević, S., Nikolić, J., Savić, V., Smiljanić, S., Grujić, S.: „Lanthanum-doped phosphate glass for biomedical application,“ - *Proceedings of the 50th International October Conference on Mining and*

- Metalurgy-IOCMM 2018, Bor Lake, Serbia 2018., pp. 223 - 226, ISBN 978-86-7827-050-5.*
4. **Topalović, V.**, Matijašević, S., Došić, M., Nikolić, J., Savić, V., Smiljanić, S., Grujić, S.: „The crystallization of glass samples from the system P_2O_5 -CaO-SrO-Na₂O-TiO₂, “ - *Proceedings of the 51st International October Conference on Mining and Metallurgy-IOCMM 2019, Bor Lake, Serbia 2019, p. 311-314, ISBN 978-86-6305-101-0.*

Kamegoruja M34:

5. **Topalović, V.**, Matijašević, S., Nikolić, J., Došić, M., Savić, V., Smiljanić, S., Grujić, S.: „Dissolution properties of bioactive glasses containing strontium, “ - *Book of Abstracts of the Advanced Ceramics and Applications VII: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Belgrade, Serbia, 2018., pp. 61 - 61, ISBN 978-86-915627-6-2.*
6. **Topalović, V.**, Matijašević, S., Nikolić, J., Došić, M., Savić, V., Smiljanić, S., Grujić, S.: „Characterization of lanthanum -doped phosphate glass, “ - *Book of Abstracts of the 4rd Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2019- MME SEE 2019, Belgrade, Serbia, 2019., p. 34, ISBN 978-86-87183-30-8.*
7. **Topalović, V.**, Matijašević, S., Nikolić, J., Došić, M., Savić, V., Smiljanić, S., Grujić, S.: „Characterization of different bioactive phosphate glasses,“ - *Book of Abstracts of the Advanced Ceramics and Applications VIII: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, ACAVIII 2019, Belgrade, 2019, p.60, ISBN 978-86-915627-7-9.*

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма „iThenticate“ којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“, аутора Владимира С. Топаловића, број индекса 4025/2022, утврђено је да подударане текста износи 10%. Овај степен подударности последица је преклапања општих места, личних имена и назива, навода слика и табела, дефиниција, устаљених фраза и стручних термина и израза. На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега напред изнетог, Комисија сматра да докторска дисертација Владимира С. Топаловића, мастер инжењера технологије, под називом: „Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана“ представља значајан и оригинални

научни и практични допринос у области Технолошког инжењерства, ужа област Хемијско инжењерство, што је потврђено објављивањем радова у међународним часописима и већим бројем радова саопштених на међународним скуповима.

Комисија је установила да је докторска дисертација написана према упутству Универзитета у Београду и мишљења је да испуњава све захтеване критеријуме, као и да је кандидат током израде докторске дисертације показао научно-истраживачку способност, самосталност у раду и креативност у свим фазама истраживања и израде дисертације.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата, Комисија предлаже да се овај Реферат заједно са поднетом докторском дисертацијом под називом: „**Синтеза и карактеризација полифосфатних стакала са додатком стронцијума и лантана**“ изложи на увид јавности и да након законски предвиђеног рока, Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду прихвати овај Реферат и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом за одбрану докторске дисертације.

У Београду 3. 6. 2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Јелена Миладиновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

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

.....
Др Срђан Матијашевић, научни саветник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина,
Београд

.....
Др Јовица Стојановић, научни саветник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина

.....
Др Соња Смиљанић, научни сарадник
Хемијски институт, Љубљана, Словенија