

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ

35/43
(Број захтева)
03.04.2017.
(датум)

Образац 2
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06),
дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

ЈЕЛЕНЕ (Душан) НИКОЛИЋ, дипл. инжењер технологије

КАНДИДАТ: **ЈЕЛЕНА (Душан) НИКОЛИЋ, дипл. инжењер технологије**

пријавила је докторску дисертацију под називом:

„Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **16.05.2016.** године, својим актом **02 број: 61206-2282/2-16,** дао сагласност на
предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

ЈЕЛЕНЕ (Душан) НИКОЛИЋ, дипл. инжењер технологије, образована је на седници одржаној
29.12.2016. године Одлуком Факултета под бр. **35/646** у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Снежана Грујић	Ванредни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
2. Др Срђан Матијашевић	Научни сарадник	Хемија и хемијске технологије
3. Др Рада Петровић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
4. Др Јелена Миладиновић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа

Студент је шк. 2015/2016. године поновно уписан на докторске академске студије уписом у
трећу годину студија, након истека рока за завршетак студија.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске
дисертације на седници одржаној дана **23.02.2017.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаковић

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 23.02.2017. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Снежана Грујић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Срђан Матијашевић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, др Рада Петровић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Јелена Миладиновић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама”** коју је поднела **ЈЕЛЕНА НИКОЛИЋ**, дипл. инж. 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 Јелене Николић, под називом **„Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама”** Одлуком 02 број: 61206-2282/2-16 од 16.05.2016. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

1. Тошић М., **Nikolić J.**, Grujić S., Živanović V., Zildžović S., Matijašević S., Ždrale: S., Dissolution behavior of a polyphosphate glass into an aqueous solution under static leaching conditions, - *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 362, pp. 185-194, 2013 (**IF=1,825**) (ISSN 0022-3093).

Категорија M22:

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, - *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 124, no. 2, pp. 585-592, 2016 (**IF=1,781**) (ISSN 1388-6150).
3. **Nikolić J.**, Тошић М, Grujić S., Živanović V., Zildžović S., Matijašević S., Smiljanić S.: Dissolution behaviour of a polyphosphate glass in acid solution, -*Physics and Chemistry of Glasses: European Journal of Glass Science and Technology Part B*, прихваћен за штампу, (**IF=0,630**) (ISSN 1753-3562)

Категорија M23:

4. **Nikolić J.**, Тошић М, Grujić S., Živanović V., Došić M., Matijašević S., Smiljanić S., Dissolution behaviour of a polyphosphate glass in simulated body fluid, - *Journal of the Serbian Chemical Society*, doi: 10.2298/JSC161031009N, 2017 (**IF=0,970**) (ISSN 1388-6150)

Категорија M33:

5. Grubišić M, Тошић М., Živanović V., **Nikolić J.**, Grujić S., “Bioglass as material for production of food and environmental protection”, - *Proceedings of the XIV Conference on Biotechnology with international participation*, Čačak, Serbia, 2009, pp. 377-382.
6. Živanović V., Тошић М, Grujić S., **Nikolić J.**, Grubišić M, “Phosphate bioglass as ecologically safe fertilizers for agricultural application”, *Proceedings of the EKOLOŠKA ISTINA sa međunarodnim učešćem-Ecoist'09*, Kladovo, Srbija, 2009, pp. 376-378.

7. Tošić M., Živanović V., **Nikolić J.**, Grujić S., Zildžović S., „Effect of solvents on dissolution of alkali phosphate glass”, - *Proceedings of the 41st International October Conference on Mining and Metallurgy-IOCMM 2009*, Kladovo, Serbia, 2009, pp. 417-420.
8. Živanović V., Tošić M., Grujić S., **Nikolić J.**, Zildžović S., „Bioactive phosphate glass as material for eco-engineering”, - *Proceedings of the 4th Symposium Recycling technologies and sustainable development -IV SRTOR*, Kladovo, Serbia, 2009, pp. 606-609 .
9. Tošić M., **Nikolić J.**, Živanović V., Grujić S., Zildžović S., Matijašević S., „Effect of structure on dissolution properties of alkali phosphate glasses in water”, - *Proceedings of the 42st International October Conference on Mining and Metallurgy-IOCMM 2010*, Kladovo, Serbia, 2010, pp. 198-201.
10. **Nikolić J.**, Tošić M., Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Ždrale S., Vujošević A., „Environmental technologies based on polyphosphates glasses”, - *Proceedings of the 19th International Scientific and Professional Meeting "ECOLOGICAL TRUTH"-Eco-Ist`11*, Bor, Serbia, 2011, pp. 98-102.
11. **Nikolić J.**, Tošić M., Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Ždrale S., . Vujošević A., „Eko materijali na bazi invertnih fosfatnih stakala”, - *Proceedings of the 15th International Eko-Conference*, Novi Sad, Serbia, 2011, pp. 307-313.
12. Vujošević A., Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., „Application of Phosphate Glass in The Production of Flowers and Vegetables”, - *Proceedings of the Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, Jahorina, Bosnia and herzegovina, pp. 269-278.

Категорија М34

13. Vujošević A., Tošić M., Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., Zildžović S., „Application of phosphate glass in the production of impatiens (*Impatiens walleriana* L.) seedlings”, 2nd *Syposium on Horticulture in Europe*, Angers, France, 2012, Book of Abstracts, 82-83.
14. Vujošević A., Tošić M., Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., „Possibility of the application of phosphate glass in the production of pepper (*Capsicum annum* L.) ”, *International Conference- Role of research in sustainable development of agriculture and rural areas*, Podgorica, Montenegro, Book of Abstracts, 92.
15. **Nikolić J.**, Tošić M., Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Smiljanić S., „Corrosion of phosphate glass ceramics in different media”, *Advanced Ceramics and Applications II*, Belgrade, Serbia, 2013, The Book of Abstracts, P39,54.
16. **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) ”, *Advanced Ceramics and Applications III*, Belgrade, Serbia, 2014, The Book of Abstracts, PS2-39, pp. 120.

Докторска дисертација и Реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јелене Д. Николић, дипл. инж. технологије.

Одлуком 35/646 бр. од 29.12. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јелене Д. Николић, дипл. инж. технологије под насловом:

„Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама”

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

- 19.11. 2007. – Кандидат Јелена Д. Николић, дипл. инж. технологије, уписана је у први семестар докторских студија на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду.
- 19. 11. 2015. Кандидат Јелена Д. Николић, дипл. инж. технологије уписана је други пут на трећу годину докторских студија на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, на смер Технолошко инжењерство (хемијско инжењерство).
- 22. 02.2016. – Кандидат Јелена Д. Николић, дипл. инж. технологије, предложила је Технолошко-металуршком факултету тему за израду докторске дисертације под називом „Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама”.
- 03. 03. 2016. – Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донело је одлуку о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” (број одлуке 35/98 од 03. 03. 2016. године).
- 14. 04. 2016. – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета усвојен је извештај Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” (број одлуке 35/188 од 14. 04. 2016. године). За менторе дисертације именовани су др Снежана Грујић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршког факултета и др Срђан Матијашевић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду.
- 16. 05. 2016. - На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Јелене Д. Николић, дипл. инж.

- технологије, под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” (број одлуке 61206-2282/2-16 од 16. 05. 2016. године).
- 29. 12. 2016. – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је одлука о именовању чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације Јелене Д. Николић, дипл. инж. технологије, под називом: „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” (број одлуке 35/646 од 29. 12. 2016. године).

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментори др Снежана Грујић, ванредни професор ТМФ и др Срђан Матијашевић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду су на основу досадашњих објављених публикација и искустава, компетентни да руководе израдом ове дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јелена Д. Николић (рођ. Ружић) рођена је 15. 12. 1972. године у Параћину. Основну школу и гимназију завршила је у Параћину. Дипломирала је 2000. године на Катедри за неорганску хемијску технологију, Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду са просечном оценом током студија 8,08. Дипломски рад са темом „Индустрија стакла и загађивање ваздуха” одбранила је оценом 10 на Катедри за неорганску хемијску технологију.

Школске 2007/2008 године уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду. Школске 2015/2016 године уписана је други пут на трећу годину докторских студија Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду на смеру Хемијско инжењерство. На докторским студијама положила је све испите предвиђене планом и програмом и одбранила завршни рад.

Кандидат, Јелена Д. Николић запослена је од 20. 08. 2001. године у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. У Институту је укључена у реализацију низа пројеката из програма основних истраживања и програма истраживања у области технолошког развоја у периоду 2001-2017. година:

- Н1818 Проучавање феномена и метода синтезе керамичких и стакластих материјала за примену у високим технологијама (2002-2005),
- ON142041 Изучавање феномена и процеса добијања стакластих, стаклокерамичких и керамичких материјала за високе технологије (2006-2010),
- OI172004 Феномени и процеси синтезе нових стакластих и наноструктурних стакло-керамичких материјала (2011-2017),
- TR34001 Развој стакала са контролисаним отпуштањем јона за примену у пољопривреди и медицини (2011-2017).

Осим ангажовања на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја кандидат је ангажован и у активностима у Институту, као сарадник центра за неорганске технологије. Кандидат је учествовала 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 стакла, као и механизма и кинетике растварања стакла.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Јелене Д. Николић, дипл. инж. технологије, под називом „Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама”, написана је на 144 страна и садржи 28 табела, 77 слика и 130 литературних навода. Дисертација садржи 8 целина: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати, Обрада и дискусија резултата, Закључке, Литературу и Списак примењених симбола. На почетку дисертације дат је кратак Извод на српском и енглеском језику, а Биографија аутора дата је на крају. По својој форми и садржају, поднети рад задовољава све стандарде докторске дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *Уводу* дисертације дефинисани су предмет, циљеви и научни допринос ове докторске дисертације. Дат је приказ теоријског и практичног значаја проучавања механизма и кинетике растварања фосфатних стакала. Фосфатна стакла су предмет бројних истраживања због њихове примене у различитим областима технике (чврсти електролити, полупроводнички ласери, херметички заптивачи), медицине (поседују биоактивност, тј. имају способност да учествују у биолошким процесима живих организама) и пољопривреде (користе се као вештачка ђубрива). Познавање механизма и кинетике растварања фосфатних стакала је неопходно да би се одредила стабилност стакла и могућности примене.

У оквиру *Теоријског дела* дат је литературни преглед предметне области, изложен кроз три поглавља: *Стакласто стање*; *Фосфатна стакла* и *Модели растварања*. У поглављу *Стакласто стање* приказани су основни теоријски модели који се користе за разматрање потребних услова за стакласто очвршћавање материје: структурни и кинетички модели. У делу *Фосфатна стакла*, детаљно је приказана структура фосфатних стакала. Дата је структура основне градивне јединице фосфатног стакла, као и мрежа ултрафосфатних, метафосфатних и полифосфатних стакала. Појединачно су приказане и анализиране карактеристичне особине фосфатних стакала: хемијска постојаност и кристализационо понашање. У трећем делу, *Модели растварања*, дата је општа схема кинетике процеса растварања. Приказани су аналитички и молекуларни (заснивају се на математичком моделовању и на разумевању основних механизма процеса) модели растварања.

У *Експерименталном делу*, прво су приказани параметри синтезе полифосфатног стакла. Затим је дат детаљан опис експеримената растварања полифосфатног стакла у сва три растварача (дестилована вода, 2% раствор лимунске киселине и синтетички раствор телесне течности-СБФ). Дате су карактеристике сва три растварача и описан је начин припреме 2% раствора лимунске киселине и СБФ. Наведене су и описане методе и поступци карактеризација стакла пре и после растварања (анализа специфичне површине праха, атомска апсорпциона спектроскопија, ААС, инфрацрвена спектроскопија, FTIR, диференцијално-термијска анализа, DTA, рендгенска дифракциона анализа, XRD, скенирајућа електронска микроскопија, SEM и енергетски дисперзиона спектроскопија, EDS и рН анализа).

У уводном делу поглавља *Резултати* приказане су основна својства синтетизованог полифосфатног стакла. У наставку су приказани резултати испитивања хемијске постојаности стакла у сва три растварача изражени као: нормализовани губитак масе у зависности од времена, промена нормализоване концентрације присутних јона у раствору са временом растварања и промена рН вредности раствора у зависности од времена. Наведени резултати дати су за дестиловану воду и 2 % раствор лимунске киселине за пет температура

испитивања (15, 20, 30, 37 и 50 °C) и за СБФ за температуру од 37 °C, за две гранулације стакленог праха. Испитивања растварања компактних узорака у сва три растварача при условима изабраним на основу претходних испитивања стакленог праха приказано је кроз резултате SEM, EDS и FTIR анализе. На крају овог поглавља дати су и резултати испитивања кристализационих карактеристика, односно резултати DTA.

У поглављу *Обрада резултата и дискусија*, на почетку је анализирана структура испитиваног стакла и утврђено је да стакло припада групи полифосфатних стакала ($0,5 < z < 0,67$). Удели тетраедара Q^1 и Q^2 у овом стаклу су $y(Q^1)=0,062$ и $y(Q^2)=0,938$; а просечна дужина фосфатних ланаца је 32,3 фосфатна тетраедра. Утврђено је да се процес растварања у сва три растварача може поделити на почетну, прелазну и крајњу фазу и да свака од њих има своје карактеристике. У наставку је анализиран утицај температуре, гранулације стакленог праха и времена растварања на концентрације јона у раствору за сва три растварача. Утврђено је да се приликом растварања испитиваног стакла у дестилованој води са повећањем температуре почетна фаза скраћује и промене постају оштрије, док се крајња фаза шири. При растварању у 2% раствору лимунске киселине почетна фаза је знатно ужа, а крајња знатно шири у односу на резултате за дестиловану воду. Са повећањем температуре, почетна и прелазна фаза се још више сужавају, а крајња фаза постаје веома широка. Резултати растварања у СБФ показују сличан тренд као и у дестилованој води на 37 °C. У овом поглављу су приказане израчунате почетне брзине растварања стакла као и почетне брзине отпуштања јона испитиваног стакла за дестиловану воду, 2 % раствор лимунске киселине и СБФ, а описани су и механизми растварања. У наставку су приказане зависности почетних брзина растварања од температуре и израчунате енергије активација растварања у почетној фази за дестиловану воду и 2 % раствор лимунске киселине. Приказани су коефицијенти дифузије катјона у стаклу при растварању у сва три растварача у почетној фази растварања. Зависност коефицијената дифузије катјона од температуре у стаклу дата је за растварање у дестилованој води и 2% раствору лимунске киселине. У делу, Анализа процеса растварања у прелазној фази, описане су главне карактеристике ове фазе растварања и приказан је пад брзине растварања за дестиловану воду, 2 % раствор лимунске киселине и СБФ. Део, Анализа процеса растварања у крајњој фази, даје приказ механизма растварања (доминантан процес је хидролиза фосфатне мреже), као и брзине отпуштања јона при хидролизи за дестиловану воду, 2 % раствор лимунске киселине и СБФ. У наставку овог дела приказана је зависност брзине отпуштања јона при хидролизи од температуре и енергије активација процесе хидролизе при растварању у дестилованој води и 2% раствору лимунске киселине.

На основу анализа изведен је Закључак у коме су концизно изнети постигнути резултати у истраживању који одговарају постављеним циљевима дисертације.

На крају рада дат је списак коришћене литературе и симбола, као и биографија кандидата, изјаве о ауторству и истовестности штампане и електронске верзије рада.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Процес растварања стакла је веома комплексан феномен, који зависи од више фактора: састава стакла, поступка његовог добијања, површине стакла, температуре, рН раствора, запремине растварача, брзине протока растварача, времена дејства раствора и др. Овај процес се одвија у више фаза. Све ово омогућава да се укупно време процеса може регулисати фаворизовањем или сузбијањем неке од ових фаза. Иако фосфатна стакла имају одличне оптичке особине, њихова шири примена је била ограничена због њихове мале хемијске постојаности. Последњих година, фосфатна стакла су привукла пажњу истраживача због тога што поседују биоактивност и биокompatibilност, што их сврстава у ред материјала погодних

за примену у медицини, стоматологији и пољопривреди. Управо због тога је веома значајно да се познаје понашање ових стакала при процесу растварања у различитим растварачима. У литератури постоји значајан број радова који се баве проблематиком добијања нових материјала на бази фосфатних стакала за примену у медицини, пољопривреди и електроници. Углавном су испитивани процеси растварања двокомпонентних и четворокомпонентних метафосфатних стакала, међутим нема много радова који су усмерени на испитивање комплексних полифосфатних стакала. Присуство различитих катјона модификатора у мрежи стакла има веома велики утицај на кинетику и механизам растварања полифосфатног стакла.

Хемијска активност фосфатних стакала, у процесима који настају при контакту са разним растворима помаже при дизајнирању и производњи нових материјала. Досадашња истраживања у области хемијске постојаности неорганских стакала су показала да и мање постојана стакла могу да буду од велике користи у случају њихове контролисане растворљивости. Главна предност стакала је што су флексибилна на промене хемијског састава, а то омогућава да се могу уводити нове компоненте и мењати њихови садржаји контролишући кинетику и механизам растварања. Поред тога исти састави се могу добити са аморфном (стакла) или са уређеном кристалном структуром (стаклокерамике), што отвара додатне могућности за контролу њихових растворних особина. Брзине издвајања компоненти из стакала могу се изједначити са брзинама њиховог утроска у току различитих процеса у њиховој околини, чиме се њихово нагомилавање или евентуални недостатак, потпуно уклања.

Вода је најчешћи агенс, постојаност према води назива се хидролитичка постојаност. Биолошка активност стакала се процењује на основу њихове растворљивости и промена на површини стакла од раствора (биофлуиди). Мера њихове активности код исхране биљака је растворљивост у раствору лимунске киселине, који симулира деловање органских једињења која се јављају при корену биљке, за екстракцију корисних компоненти из минералних ђубрива. Биолошка активност стакла и стаклокерамике који се користе у медицинске сврхе одређује се излагањем дејству СБФ.

Предмет докторске дисертације Јелене Николић, дипл. инж. технологије, под називом „Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама” је испитивање утицаја температуре, врсте растварача и гранулације на процес растварања полифосфатног стакла. Резултати до којих се дошло током израде докторске дисертације Јелене Николић пружају значајан допринос бољем разјашњењу процеса растварања полифосфатног стакла у различитим растварачима (дестилованој води, раствору лимунске киселин и СБФ), као и разјашњењу механизма и кинетике овог процеса. У дисертацији је детаљно описана свака фаза у току процеса растварања (за сва три испитивана растварача) и дате су вредности за почетне брзине растварања, енергије активација, брзине хидролизе, као и вредности коефицијената дифузије присутних катјона. Такође, приказана је промена морфологије површине полифосфатног стакла приликом третирања у сва три растварача. У литератури нема података о испитивању процеса растварања полифосфатног стакла састава $45\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 25\text{K}_2\text{O} \cdot 15\text{CaO} \cdot 10\text{MgO} \cdot 1\text{ZnO} \cdot 1\text{MnO}$ (mol %).

На основу прегледа литературе може се закључити да се истраживања у оквиру ове дисертације уклапају у савремене правце истраживања у области хемијске постојаности стакла.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији цитирана су 130 литературна навода, од којих највећи број чине најновији радови објављени у часописима међународног значаја са тематиком значајном за израду докторске дисертације. У току израде докторске дисертације кандидат је прегледао доступну литературу везану за добијање фосфатних стакала, механизам и кинетику њиховог растварања. Наведене референце садрже експерименталне резултате многих истраживача у области хемијске постојаности фосфатних стакала и њихове примене у различитим областима технике, медицине и пољопривреде, као и њихову анализу и дискусију. У оквиру коришћених

литературних навода налазе се и референце кандидата Јелене Николић, дипл. инж. технологије, проистекле из резултата истраживања у области докторске дисертације, а које су објављене у часописима међународног значаја.

Из образложења теме докторске дисертације и објављених радова у пријави коју је кандидат поднео, као и из пописа литературе која је коришћена у истраживању, уочава се адекватно познавање предметне области истраживања и актуелног стања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У дисертацији су примењене следеће методе карактеризације: спектрофотометрија и атомска апсорпциона спектроскопија (AAS) за одређивање хемијског састава стакла, као и за одређивање састава раствора добијених након растварања стакла; диференцијално термијска анализа (DTA) за испитивање нуклеационог и кристализационог понашања стакла; скенинг електронска микроскопија (SEM) и енергетска дисперзиона спектроскопија (EDS) за испитивање механизма процеса растварања, морфологије и састава узорака стакла третираних у испитиваним растварачима; инфрацрвена спектроскопска анализа (FTIR) за карактеризацију стакла третираног у испитиваним растварачима; ласерском анализом одређена је специфична површина испитиваних прахова стакла.

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу прегледа до сада објављених експерименталних података и резултата приказаних у оквиру ове докторске дисертације остварен је значајан допринос разјашњавању процеса растварања полифосфатних стакала, као и разјашњавање механизма и кинетике овог процеса. Истакнут је значај познавања услова добијања стакла, структуре полифосфатних стакала, као и врсте агенса и услова под којима они делују на стакло на процес растварања. Резултати и закључци изнети у дисертацији значајни су за даљи развој и потенцијалну примену полифосфатних стакла као биоактивних материјала. Верификација остварених резултата дисертације постигнута је објављивањем радова у водећим међународним часописима из домена ове проблематике, као и саопштењима на међународним конференцијама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем истраживачком раду, кандидат Јелена Николић, дипл. инж. технологије, показала је самосталност и стручност у претраживању литературе, припреми и реализацији експеримената, коришћењу различитих техника карактеризације и анализи и обради резултата. На основу досадашњег залагања и постигнутих резултата Комисија је мишљења да кандидат поседује све квалитете неопходне за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове докторске дисертације остварен је допринос у разумевању процеса растварања стакла. Крајњи резултат ове докторске дисертације има научни и практични значај који се огледа у:

- разјашњењу утицаја хемијског састава полифосфатног стакла на брзине растварања у дестилованој води, раствору лимунске киселине и симулираној телесној течности,
- разјашњење утицаја растварача на брзине растварања стакла

- утврђивању утицаја температуре и времена растварања на брзину растварања полифосфатног стакла у дестилованој води, раствору лимунске киселине и симулираној телесној течности,
- дефинисању механизма растварања полифосфатног стакла у дестилованој води, раствору лимунске киселине и симулираној телесној течности,
- бољем разумевању сложеност процеса растварања фосфатних стакала и утврђивању сличности и разлика у процесима растварања ових стакала у односу на више испитивана силикатна стакла.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања у оквиру ове дисертације су конципирана на основу дефинисаних циљева и детаљне анализе литературе из области хемијске постојаности стакла. На основу дефинисаних циљева, одређена је методологија истраживања која је примењена у докторској дисертацији. С обзиром на сложеност проблематике, примењено је више метода истраживања. Током експерименталног рада применом одговарајућих метода превазиђене су тешкоће у вези са избором и добијањем стакла жељеног састава, као и експерименталног одређивања брзина отпуштања јона из стакла.

Увидом у доступну литературу из ове области истраживања и резултате добијене у оквиру овог рада, може се приметити да добијени подаци представљају корак напред у разумевању и потпуно разјашњавању механизма и кинетике процеса растварања полифосфатног стакла у дестилованој води, раствору лимунске киселине и СБФ, што отвара могућност ка практичној примени ових стакала.

4.3. Верификација научних доприноса

РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У НАУЧНИМ ЧАСОПИСИМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА-M20

КАТЕГОРИЈА M21

1. Tošić M., **Nikolić J.**, Grujić S., S Živanović V., Zildžović S., Matijašević S., Ždrale: S., Dissolution behavior of a polyphosphate glass into an aqueous solution under static leaching conditions, - *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 362, pp. 185-194, 2013 (**IF=1,825**) (ISSN 0022-3093).

КАТЕГОРИЈА M22

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, - *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 124, no. 2, pp. 585-592, 2016 (**IF=1,781**) (ISSN 1388-6150).
3. **Nikolić J.**, Tošić M, Grujić S., Živanović V., Zildžović S., Matijašević S., Smiljanić S.,: Dissolution behaviour of a polyphosphate glass in acid solution, -*Physics and Chemistry of Glasses: European Journal of Glass Science and Technology Part B* , prihvaćen za štampu, (**IF=0,630**) (ISSN 1753-3562)

КАТЕГОРИЈА M23

4. **Nikolić J.**, Tošić M, Grujić S., Živanović V., Došić M., Matijašević S., Smiljanić S., Dissolution behaviour of a polyphosphate glass in simulated body fluid, - *Journal of the Serbian Chemical Society*, doi: 10.2298/JSC161031009N, 2017 (**IF=0,970**) (ISSN 1388-6150)

ЗБОРНИЦИ МЕЂУНАРОДНИХ НАУЧНИХ СКУПОВА-М30

КАТЕГОРИЈА М33

5. Grubišić M, Tošić M., Živanović V., **Nikolić J.**, Grujić S., “Bioglass as material for production of food and environmental protection”, - *Proceedings of the XIV Conference on Biotechnology with international participation*, Čačak, Serbia, 2009, pp. 377-382.
6. Živanović V., Tošić M, Grujić S., **Nikolić J.**, Grubišić M, “Phosphate bioglass as ecologically safe fertilizers for agricultural application”, *Proceedings of the EKOLOŠKA ISTINA sa međunarodnim učešćem-Ecoist'09*, Kladovo, Srbija, 2009, pp. 376-378.
7. Tošić M., Živanović V., **Nikolić J.**, Grujić S., Zildžović S., “Effect of solvents on dissolution of alkali phosphate glass”, - *Proceedings of the 41st International October Conference on Mining and Metallurgy-IOCMM 2009*, Kladovo, Serbia, 2009, pp. 417-420.
8. Živanović V., Tošić M, Grujić S., **Nikolić J.**, Zildžović S., “Bioactive phosphate glass as material for eco-engineering”, - *Proceedings of the 4th Symposium Recycling technologies and sustainable development -IV SRTOR*, Kladovo, Serbia, 2009, pp. 606-609 .
9. Tošić M, **Nikolić J.**, Živanović V., Grujić S., Zildžović S., Matijašević S., “Effect of structure on dissolution properties of alkali phosphate glasses in water”, - *Proceedings of the 42st International October Conference on Mining and Metallurgy-IOCMM 2010*, Kladovo, Serbia, 2010, pp. 198-201.
10. **Nikolić J.**, Tošić M, Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Ždrale S., Vujošević A., “Environmental technologies based on polyphosphates glasses”, - *Proceedings of the 19th International Scientific and Professional Meeting 'ECOLOGICAL TRUTH'-Eco-Ist'11*, Bor, Serbia, 2011, pp. 98-102.
11. **Nikolić J.**, Tošić M, Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Ždrale S., Vujošević A., “Eko materijali na bazi invertiranih fosfatnih stakala”, - *Proceedings of the 15th International Eko-Conference*, Novi Sad, Serbia, 2011, pp. 307-313.
12. Vujošević A., Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., “Application of Phosphate Glass in The Production of Flowers and Vegetables”, - *Proceedings of the Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp. 269-278.

КАТЕГОРИЈА М34

13. Vujošević A., Tošić M, Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., Zildžović S., “Application of phosphate glass in the production of impatiens (*Impatiens walleriana* L.) seedlings”, *2nd Symposium on Horticulture in Europe*, Angers, France, 2012, Book of Abstracts, 82-83.
14. Vujošević A., Tošić M, Lakić N., **Nikolić J.**, Živanović V., Matijašević S., “Possibility of the application of phosphate glass in the production of pepper (*Capsicum annuum* L.) ”, *International Conference- Role of research in sustainable development of agriculture and rural areas*, Podgorica, Montenegro, Book of Abstracts, 92.
15. **Nikolić J.**, Tošić M, Živanović V., Grujić S., Matijašević S., Zildžović S., Smiljanić S., “Corrosion of phosphate glass ceramics in different media”, *Advanced Ceramics and Applications II*, Belgrade, Serbia, 2013, The Book of Abstracts, P39,54.
16. **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) ”, *Advanced Ceramics and Applications III*, Belgrade, Serbia, 2014, The Book of Abstracts, PS2-39, pp. 120.

17. **Nikolić J.D.**, Tošić M.B., Vujošević A., Živanović V.D., Zildžović S., Grujić S.R., Matijašević S.D., "The effect of solvent on chemical durability of glass for plant nutrition", - *Proceedings of the 7th Symposium "Recycling technologies and sustainable development" -VII SRTOR*, with international participation, Soko Banja, Serbia, 2012, pp. 349-353.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Јелене Николић, дипл. инж. технологије, под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” представља значајан оригиналан допринос у области Хемијског инжењерства, што је потврђено радовима објављеним у релеватним часописима међународног значаја. Комисија сматра да су постављени циљеви у потпуности испуњени. . Комисија, такође, сматра да докторска дисертација под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” у потпуности испуњава све захтеване критеријуме.

Имајући у виду, квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата, Комисија предлаже Наставо-научном већу Технолошко-металуршког факултета да се докторска дисертација кандидата Јелене Николић, дипл. инж. технологије, под називом „**Хемијска постојаност полифосфатног стакла у различитим срединама**” прихвати и изложи на увид јавности у законски предвиђеном року и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду 10. 02. 2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Снежана Грујић, ванредни проф. Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

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

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

Др Јелена Миладиновић, редовни проф. Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет