

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ - ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА

ПРЕДМЕТ: Извештај комисије за оцену докторске дисертације кандидаткиње Сање В. Кнежевић, мастер биохемичара

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Хемијског факултета, одржаној 13.3.2025. године, одређени смо у Комисију за оцену докторске дисертације кандидаткиње Сање В. Кнежевић, мастер биохемичара, под називом:

„Термо-акустична својства алкално активираних алуминосиликатних материјала у које су уграђени неодим(III)-оксид и самаријум(III)-оксид“

Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на својој седници одржаној дана 13.3.2025. године, на захтев Хемијског факултета, дало сагласност на предлог теме докторске дисертације (евиденциони број 61206-4739/2-23). Комисија је докторску дисертацију прегледала и подноси Наставно-научном већу Хемијског факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Приказ дисертације

Докторска дисертација Сање Кнежевић написана је на 108 страна А4 формата (фонт Times New Roman; величина 12 pt, проред 1, маргине 2 cm) и садржи 50 слика и 23 табеле. Рад обухвата следећа поглавља: Увод (2 стране), Теоријски део (9 страна) Експериментални део (8 страна), Резултати и дискусија (59 страна), Примену (6 страна), Закључак (2 стране), и Литература (13 страна). Поред наведеног дисертација садржи Захвалницу, Сажетак на српском и енглеском језику, Садржај, Биографију кандидата, Листу радова проистеклих из дисертације, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу. Дисертација је по својој структури и садржају у потпуности у складу са стандардима прописаним од стране Универзитета у Београду.

У **уводу** је истакнут значај алкално активираних материјала (ААМ) као одрживе алтернативе Портланд цементу, због њихових добрих механичких, хемијских и термичких својстава, као и мање емисије CO₂ приликом њихове синтезе. Наведени су најчешћи прекурсори и активатори који се користе за синтезу ААМ, уз осврт на њихову отпорност на високе температуре, порозност и потенцијалну примену у топлотној и звучној изолацији. Посебан акценат је стављен на утицај уграђивања Nd₂O₃ и Sm₂O₃ оксида на структуру и својства ових материјала, као и на могућност рециклаже отпада у производњи. Истраживања су усмерена на синтезу, структурну анализу и термодинамичке параметре како би се боље разумели механизми формирања и оптимизовала својства ААМ за потенцијалну примену у термо-акустичној изолацији.

Теоријски део је подељен на 5 целина. Целина „*Историјски аспект*“ описује развој алкално активираних материјала/ геополимера, почевши од рада Виктора Глуховског и Жозефа Давидовица, као и историјске анализе материјала из античких грађевина. У другој целини „*Предности и мане алкално активираних материјала*“ истичу се еколошке и економске предности алкално активираних материјала, као изазови са руковањем алкалним активаторима и класификација алкално активираних материјала. У трећој целини „*Реакције алкалне активације са прекурсорима са ниским садржајем калцијума*“ објашњене су фазе реакције алкалне активације, описани су главни прекурсори (метакаолин, летећи пепео) који се користе за синтезу алкално активираних материјала. У целини „Ретке земље“ разматра се значај и примена ретких земних елемената у материјалима, њихова електронска конфигурација, као и изазови везани за њихову експлоатацију. У петој целини „Примена“ наводе се различите области примене алкално активираних материјала, укључујући грађевинарство, изолацију, фиксацију токсичних елемената, и потенцијалну примену у енергетској индустрији.

Експериментални део докторске дисертације обухвата синтезу и карактеризацију алкално активираних материјала (ААМ) добијених алкалном активацијом метакаолина, уз додатак неодим(III)-оксида и самаријум(III)-оксида. Алкални активатор је садржао натријум-хидроксид (NaOH) и натријум-силикат (Na₂SiO₃), а након припреме, узорци су очвршћавани 28 дана, пре термичког третмана на 300°C, 600°C и 900°C је вршена карактеризација основних узорака. Структурна и морфолошка карактеризација извршена је коришћењем рендгенске дифракције на поликристалном узорку (XRPD), скенирајуће електронске микроскопије (SEM) и трансмисионе електронске микроскопије уз енергетски дисперзивну спектроскопију (TEM-EDS). Хемијски састав анализиран је рендгенском флуоресцентном анализом (XRF) и рендгенском фотоелектронском спектроскопијом (XPS), док је присуство функционалних група утврђено инфрацрвеном спектроскопијом Фуријеове трансформације (DRIFTS). Оптичка својства испитивана су коришћењем ултраљубичасто-видљиве спектроскопије (UV-Vis). За процену топлотне проводљивости коришћена је фототермална дефлекцијска спектроскопија (PBDS), док је радиолошка безбедност материјала одређена гама спектрометријском анализом.

У поглављу **Резултати и дискусија**, приказани су резултати остварени током израде ове докторске дисертације. Ово поглавље је подељено на две целине, прву целину чини „*Карактеризација основних узорака*“, док другу целину чини „*Карактеризација термички третираних узорака*“. Карактеризација основних узорака потврдила је успешну алкалну активацију и уградњу Nd₂O₃ и Sm₂O₃ у алуминосиликатну структуру. Густина узорака одређена Архимедовом методом показала је да узорци углавном имају сличну густину и одређена је отворена порозност материјала. Рендгенска флуоросцентна анализа потврдила је највећи садржај Na₂O, Al₂O₃, SiO₂, док је рендгенска дифракциона анализа идентификовала кварц, албит и мусковит, као и формирање Nd(OH)₃ и Sm₂O₃. Гама спектрометријска анализа није показала присуство вештачких радионуклида, што ове материјале чини безбедним за грађевинску употребу. Инфрацрвена спектроскопија Фуријеове трансформације потврдила је карактеристичне Si–O–Si и Si–O–Al вибрације, док је скенирајућа електронска микроскопија је показала да је површина хетерогена, што указује на композитни материјал са порозном структуром, што је у складу са отвореном порозношћу која је одређена Архимедовом методом. Трансмисиона електронска микроскопија открила је сферне формације дисперговане кроз микроструктуру налик сунђеру која садржи поре нано величине, при чему је у комбинацији са EDS анализом потврђена уградња Nd₂O₃ и Sm₂O₃. Рендгенска фотоелектронска спектроскопија потврдила је присуство Nd₂O₃/Nd(OH)₃ и Sm₂O₃, као и постојање Si–O, Al–O и Si–O–Al веза. Ултраљубичаста-видљива спектроскопија показала је карактеристичне

апсорпционе пикове за Nd^{3+} , док су узорци са Sm_2O_3 имали глатке спектралне криве, што указује на различите електронске интеракције у поређењу са неодимом. У целини „*Карактеризација термички третираних узорака*“ приказани су резултати за термички третиране узорке, као и код основних узорака и у овој целини је Архимедовом методом одређивана густина термичких узорака. Густина узорака се смањила са повећањем температуре термичког третмана, посебно код узорака на 900°C . До смањења густине је дошло због повећане порозности услед термичке експанзије и стварања пукотина. Отворена порозност значајно расте на 600°C , што сугерише да термички третман на овој температури значајно утиче на структуру материјала. Узорци у које је уграђен Sm_2O_3 показали су веће промене у густини и порозности у поређењу са узорцима у које је уграђен Nd_2O_3 . Упоредивањем резултати термички третираних узорака са основним узорцима, уочава се да термички третиранни узорци имају мању густину и већи проценат отворене порозности. Процентуални састав оксида у термички третираним узорцима је одређен квантитативном рендгенском флуоресцентном анализом, као и код основних узорака и овде је присутан тренд да су у највећем проценту присутни оксиди натријума, силицијума и алуминијума. Детаљном гама спектрометријском анализом је закључено да је специфична активност вештачког радионуклида ^{137}Cs испод граница детекције. Рендгенска дифракциона анализа показала је да термички третман узорака на различитим температурама утиче на формирање и расподелу кристалних фаза као што су кварц, албит, неодим-хидроксид, пиросиликат и нефелин. На 300°C долази до благог уређења аморфне фазе и формирања $\text{Nd}(\text{OH})_3$, док на 600°C настаје $\text{Nd}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, а код узорака са Sm_2O_3 формира се $\text{Sm}_2\text{Si}_2\text{O}_7$. Узорак третиран на 900°C показује највећи степен кристализације са присуством нефелина и јасно израженим оштрим и уским пиковима. Инфрацрвена спектроскопија Фуријеове трансформације потврдила је карактеристичне Si-O-Si и Si-O-Al вибрације, као и да је термички третман је узроковао померање таласних бројева и промену у интензитету апсорпционих трака, што је у складу са структурним променама и кристаллизацијом, што је показано и XRPD анализом. Рендгенска фотоелектронском спектроскопијом је такође потврђено присуство неодима и самаријума, са различитим хемијским окружењима и оксидационим стањима, што указује на њихову успешну уградњу у алуминосиликатну матрицу. Неодим и самаријум су показали стабилност током термичког третмана са доминантним присуством у оксидној форми након термичког третмана. Присуство Al-O и Si-O је приказано на спектрима, што указује на стабилну алуминосиликатну матрицу. Термички третман је довео до промене интензитета и положаја пикова, што указује на промене у хемијским окружењима неодима и самаријума, као и на формирање нових једињења, што је у складу са XRPD анализом. Скенирајућа електронска микроскопија показује, на најнижој температури термичке обраде на 300°C , повећање крутости заједно са екстракцијом кристалне влаге. Са повећањем температуре термичке обраде на 600°C , јавља се ефекат ширења пора, укупна температура геополимера довољно се повећала да избаци сву кристалну воду и наставила да делује на отварање малих пора и пукотина у поликристалним зрнима. На температури од 900°C долази до ширења пора на цело зрно алуминосиликатне базе, са јасном тенденцијом даљег напредовања. Због доступних средстава за трансмисиону електронску микроскопију – енергетски дисперзиону спектроскопијску анализу термички третираних узорака изабрани су само узорци са највишим концентрацијама неодима и самаријума и температуром термичког третмана од 900°C . TEM- EDS налаза приказала је неправилне и сферне честице које имају варијације у контрасту услед различитих густина или присуства различитих фаза богатих неодимом и самаријумом. Мапе елемената и EDS спектар потврђују расподелу неодима и самаријума у узорцима, док површина честица показује површинске неправилности и агломерацију мањих наночестица. Ултразвучна-видљива спектроскопија показује присуство карактеристичних апсорпционих трака

Nd^{3+} јона на таласним дужинама од око 580-870 nm код узорака термички обрађених на 300°C, док се те траке делимично губе након термичке обраде на 600°C услед структурних промена и дифузије Nd^{3+} . Код узорака са самаријумом, апсорпциони трагови су такође присутни, али у мањем интензитету.

У поглављу **Примена** говори се о широкој примени геополимерних материјала у грађевинској индустрији и њиховој потенцијалној примени у термо-акустичној изолацији. Ово поглавље је подељено у три целине. Прву целину чини „*Топлотна проводљивост*“, у којој је приказано да нижу топлотну проводљивост имају материјали са нижом концентрацијом неодима и самаријума, што их чини погодним материјалом за термичку изолацију. „*Коефицијент апсорпције звука основних узорака*“ и „*Коефицијент апсорпције звука термички третираних узорака*“, чине другу и трећу целину, редом. У њима су приказани резултати који откривају занимљиве могућности коришћења ових материјала као акустичних изолатора, нарочито за апсорпцију звука на одређеним фреквенцијама.

У поглављу **Закључак** сумирани су и прокоментарисани резултати добијени у оквиру докторске дисертације.

Наведена **Литература** (149 цитата) обухвата радове, књиге и дисертације из области истраживања ове докторске дисертације.

Б. Кратак опис истраживања

Ово истраживање се фокусира на синтезу, термалну обраду и детаљну карактеризацију алуминосиликатних материјала добијених алкалном активацијом метакаолина, уз додатак неодим(III)-оксида и самаријум(III)-оксида. Основни циљ је био да се испитају физичко-хемијске, термичке и оптичке промене у структури материјала као и да се процени њихова применљивост у области термоизолације и акустичне заштите. Узорци су подвргнути термичком третману на температурама од 300°C, 600°C и 900°C, при чему су се појавиле значајне промене у кристалном саставу и микроструктури, што је уочено кроз појаву фаза као што су неодим-хидроксид ($\text{Nd}(\text{OH})_3$), пиросиликат $\text{Nd}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ и нефелин. Испитивани су различити параметри, укључујући густину, порозност, топлотну проводљивост и звучну изолацију. Анализа топлотне проводљивости показала је да узорци имају вредности у опсегу од 0,35 W/mK до 0,82 W/mK, што зависи од концентрације уграђених оксида ретких земаља. Узорци са већом порозношћу показују нижу топлотну проводљивост, што их чини погодним за примене у термоизолацији, док узорци са вишом проводљивошћу могу бити коришћени у електронским уређајима где је пренос топлоте пожељан. UV/Vis спектроскопија је открила карактеристичне апсорпционе траке Nd^{3+} и Sm^{3+} јона на таласним дужинама између 580 и 870 nm, при чему се појављују промене у спектру након термичког третмана на 600°C, што указује на промену у структури и фазној расподели. Микроструктурне анализе (SEM, TEM) показале су присуство порозних структура са неправилним кристалима и агрегацијама мањих наночестица, док је XPS анализа потврдила успешну уградњу Nd_2O_3 и Sm_2O_3 . Рендгенска дифракциона анализа потврдила је постојање фаза као што су кварц, албит и неодим-хидроксид код узорака термички третираног материјала, а на вишим температурама дошло је до повећања кристализације и смањења аморфне фазе. Гама спектрометријска анализа није открила присуство вештачких радионуклида, што материјале чини безбедним за грађевинску примену. Закључно, истраживање је показало да концентрација и врста уграђених оксида неодима и самаријума утичу на структуру, микроструктуру и својства алуминосиликатних материјала. Материјали са специфичним комбинацијама својстава могу се применити у

различитим областима, попут термо- акустичне изолације, чиме представљају одрживу алтернативу традиционалним грађевинским материјалима.

В. Упоредна анализа резултата кандидата са резултатима из литературе

Алкално активирани материјали спадају у посебну класу материјала који се користе у грађевинској индустрији, другачије се називају геополимери. Добијају се алкалном активацијом две основне компоненте, активатора и прекурсора [1]. Прекурсор је најчешће у облику праха и минералошки аморфном облику, што је у овој докторској дисертацији био метакаолин. Алкални активатор представља водени раствор хидроксида и силиката алкалних метала. Услед високе алкалности активатори су одговорни за реакцију полимеризације сировина и добијање тврдых, чврстих материјала са карактеристикама које укључују високу чврстоћу, отпорност на корозију, изолациона својства и еколошку прихватљивост [2]. Синтезом ових материјала смањује се емисија CO_2 у атмосферу у односу на производњу Портланд цемента [3]. Алкално активирани материјали формирају структуру затворену шупљину налик кавезу заједно са комбинацијом прстенастих молекула који могу одвојити металне јоне или друге токсичне супстанце и уградити их унутар шупљине [4]. Различитим методама истраживања је доказана уградња неодим(III)-оксида и самаријум(III)-оксида у синтетисани материјал. Постепено померање са традиционалних извора енергије ка алтернативама зелене енергије доводи до брзог пораста потражње за ретким земним елементима. Ретки земни елементи постају све важнији метали који се користе у савременој технологији и потенцијалним применама. Све већа употреба ретких земних елемената у индустријском сектору, медицини и пољопривреди током последњих неколико деценија донела им је назив „нови загађивачи“ [5]. Због својих јединствених и занимљивих својстава оксиди ретких земаља су широко коришћени у различитим истраживачким областима. Ризици од загађења ретким земним елементима услед експлоатације и прераде, као и од неправилног одлагања материјала који садрже ретке земне оксиде могу потенцијално довести до повишеног нивоа концентрације ретких земних елемената у животној средини [6]. Постоје студије које су показале да биљке могу да апсорбују ретке земне елементе због сличних јонских радијуса које деле са калцијумом [7,8]. Као резултат тога, молекули ретких земних елемената могу заменити молекуле калцијума у бројним физиолошким процесима који укључују протеине и ензиме, укључујући раст корена, фотосинтезу и цветање [9]. Један од потенцијалних начина за смањење штетног утицаја прекомерне количине ретких земних елемената на биљке, а самим тим и на остатак живог света, јесте њихова имобилизација у алуминосиликатну структуру, што је у овој докторској дисертацији и постигнуто [10]. Поред тога што су резултати ове докторске дисертације упоредиви са резултатима у доступној литератури, остварени резултати ове докторске дисертације доказују да уградња неодим(III)-оксида и самаријум(III)-оксида отвара нове могућности за производњу термо-акустично изолационих материјала, чиме пружа значајан допринос развоју иновативних и одрживих материјала са ширококом применом у различитим индустријским секторима.

[1] Provis, J. L., Bernal, S. A. Geopolymers and related alkali-activated materials. Annual Review of Materials Research, 2014, 44, 299-327. <https://doi.org/10.1146/annurev-matsci-070813-113515>

[2] Provis, J. L., Geopolymers and other alkali activated materials: why, how, and what?. Materials and structures, 2014, 47, 11-25. <https://doi.org/10.1617/s11527-013-0211-5>

- [3] Song, H., Wei, L., Ji, Y., Cao, L., Cheng, F. Heavy metal fixing and heat resistance abilities of coal fly ash-waste glass based geopolymers by hydrothermal hot pressing. *Advanced Powder Technology*, 2018, 29(6), 1487-1492. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.03.013>
- [4] Siyal, A. A., Shamsuddin, M. R., Khan, M. I., Rabat, N. E., Zulfikar, M., Man, Z., Azizli, K. A. A review on geopolymers as emerging materials for the adsorption of heavy metals and dyes. *Journal of Environmental Management*, 2018, 224, 327-339. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.046>
- [5] Volokh, A. A., Gorbunov, A. V., Gundorina, S. F., Revich, B. A., Frontasyeva, M. V., Pal, C. S. Phosphorus fertilizer production as a source of rare-earth elements pollution of the environment. *Science of the Total Environment*, 1990, 95, 141-148. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(90\)90059-4](https://doi.org/10.1016/0048-9697(90)90059-4)
- [6] Thomas, P. J., Carpenter, D., Boutin, C., & Allison, J. E. Rare earth elements (REEs): effects on germination and growth of selected crop and native plant species. *Chemosphere*, 2014, 96, 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.020>
- [7] Pickard, B. G. Comparison of calcium and lanthanum ions in the Avena-coleoptile growth test. *Planta*, 1970, 91, 314-320. <https://doi.org/10.1007/BF00387504>
- [8] Hu, Z., Richter, H., Sparovek, G., Schnug, E. Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: a review. *Journal of plant nutrition*, 2004, 27(1), 183-220. <https://doi.org/10.1081/PLN-120027555>
- [9] Xiaoqing, L., Hao, H., Chao, L., Min, Z. Fashui, H. Physico-chemical property of rare earths-effects on the energy regulation of photosystem II in Arabidopsis thaliana. *Biological trace element research*, 2009, 130, 141-151. <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8321-1>
- [10] Palomo, A., dela Fuente, J. L. Alkali-activated cementitious materials: Alternative matrices for the immobilisation of hazardous wastes: Part I. Stabilisation of boron. *Cement and Concrete Research*, 2003, 33(2), 281-288. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(02\)00963-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(02)00963-8)

Г. Објављени радови и саопштења који чине део докторске дисертације

Као резултат ове дисертације проистекла су три научна рада, једно саопштење на међународном скупу штампано у целини, и пет саопштења на међународном скупу штампано у изводу:

Рад у врхунском међународном часопису (M21):

1. **Sanja Knežević**, Marija Ivanović, Dalibor Stanković, Danilo Kisić, Snežana Nenadović, Jelena Potočnik, Miloš Nenadović (2023). Microstructural analysis of thermally treated geopolymer incorporated with neodymium. *Nanomaterials*, 13(10), 1663. <https://doi.org/10.3390/nano13101663>

2. Miloš Nenadović, **Sanja Knežević**, Marija Ivanović, Snežana Nenadović, Danilo Kisić, Maja Popović, Jelena Potočnik (2024). Influence of Thermal Treatment on the Chemical and Structural Properties of Geopolymer Gels Doped with Nd₂O₃ and Sm₂O₃. *Gels*, 10(7), 468. <https://doi.org/10.3390/gels10070468>

Рад у међународном часопису (M23):

1. **Sanja Knežević**, Marija Ivanović, Snežana Nenadović, Milica Rajačić, Marijan Nečemer, Jelena Potočnik, Miloš Nenadović (2024). Radiological characterization of alkali-activated material doped with Sm₂O₃ and its polymerization products. *Nuclear Technology & Radiation protection*, 39(4), 280-290. https://ntrp.vinca.rs/2024_4/Nenadovic_2024_4.html
https://ntrp.vinca.rs/2024_4/Nenadovic2024_4.pdf

Саопштења на међународним скуповима штампани у целини (M33):

1. Marija Ivanović, Aleksandar Krstić, **Sanja Knežević**, Snežana Nenadović, Ljiljana Kljajević, Miljana Mirković, Miloš Nenadović (2022). Effects of high-temperature heat treatment on structural properties of alkali-activated materials, *16th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade*, 26- 30 September, Book of Abstracts, p. 102.

Саопштења на међународним скуповима штампани у изводу (M34):

1. **Sanja Knežević**, Marija Ivanović, Ljiljana Kljajević, Snežana Nenadović, Jelena Potočnik, Miljana Mirković, Miloš Nenadović (2022). Crosslinking of rare earth ions into aluminosilicate inorganic polymer, *Serbian Ceramic Society Conference ADVANCED CERAMICS AND APPLICATION X New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Belgrade*, 26-27 September, Book of Abstracts, p.72, ISBN 978-86-915627-9-3
2. **Sanja Knežević**, Miloš Nenadović, Jelena Potočnik, Danilo Kisić, Milica Rajačić, Snežana Nenadović, Marija Ivanović (2023). Radiological and structural analysis of aluminosilicate materials incorporated with samarium (III)-oxide, *Twenty-first Young Researchers conference materials science and engineering, Belgrade*, November 29 – December 1, Book of Abstracts, p. 55, ISBN 978-86-80321-38-7
3. **Sanja Knežević**, Marija Ivanović, Snežana Nenadović, Nemanja Marjanović, Nataša Mladenović Nikolić, Marijan Nečemer, Miloš Nenadović (2024). Physico-Chemical and Structural Analysis of Sm₂O₃-Doped Geopolymers for Advanced Material Applications, *27th Congress of SCTM, Ohrid, Macedonia*, 25–28 September, Book of Abstracts, p. 98
4. Miloš Nenadović, **Sanja Knežević**, Nemanja Marjanović, Tijana Stamenković, Nemanja Latas, Danilo Kisić (2024). Thermally Treated Low Carbon Geopolymer Foams Doped with Nd₂O₃ and Sm₂O₃, *27th Congress of SCTM, Ohrid, Macedonia*, 25–28 September, Book of Abstracts, p. 107
5. **Sanja Knežević**, Snežana Nenadović, Miloš Nenadović, Ljiljana Kljajević, Sanja Pavlović, Nataša Mladenović Nikolić, Marija Ivanović (2024). Synthesis and testing of thermoacoustic properties of metakaolin geopolymers doped with Nd₂O₃ for use in the construction industry, *5th International Conference Strategies toward Green Deal Implementation Water, Raw Materials & Energy in Green Transition, Krakov, Poland*, 27-29 November, Book of Abstracts, p. 294, ISBN 978-83-67606-49-3

Д. Провера оригиналности докторске дисертација

Оригиналност докторске дисертације Сање В. Кнежевић је проверена 31.3.2025. године на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22.06.2018). Помоћу програма “iThenticate”, утврђено је да количина подударања текста износи 7 %. Подударности су последица општих места, дефиниција и описа коришћених експерименталних метода, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. овог Правилника.

На основу свега изложеног Комисија сматра да је докторска дисертација Сање В. Кнежевић оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Б. Закључак

На основу свега изложеног може се закључити да је у поднетој дисертацији под насловом „Термо-акустична својства алкално активираних алуминосиликатних материјала у које су уграђени неодим(III)-оксид и самаријум(III)-оксид“ кандидаткиња, мастер биохемичар Сања В. Кнежевић, успешно одговорила на све постављене задатке који се тичу синтезе и карактеризације алкално активираних материјала. Комисија сматра да ова докторска дисертација представља значајан и оригиналан допринос науци о материјалима кроз детаљну анализу синтезе и карактеризације алкално активираних алуминосиликатних материјала са уграђеним Nd_2O_3 и Sm_2O_3 . По први пут су систематски испитивани утицаји ових ретких земаља на термо-акустична својства синтетисаних материјала, као и њихова интеракција са микроструктуром у различитим фазама термичке обраде. Утврђено је формирање специфичних хидроксидних и оксидних фаза неодима и самаријума, порозност као кључно својство, и потенцијална примена ових материјала као еколошки прихватљивих изолационих материјала за топлоту и звук. Резултати истраживања проистекли из ове докторске дисертације објављени су у оквиру три научна рада, од чега су два рада у врхунским међународним часописима (M21) и један рад у међународном часопису (M23), као и једног саопштења на међународним скуповима штампаних у целини (M33), и пет саопштења на међународним скуповима штампаних у изводу (M34). На основу свега изложеног Комисија сматра да се ова дисертација уклапа у савремене трендове хемије животне средине, те на основу свега изложеног предлаже Наставно–научном већу Универзитета у Београду – Хемијског факултета да прихвати поднету докторску дисертацију Сање В. Кнежевић под насловом „Термо-акустична својства алкално активираних алуминосиликатних материјала у које су уграђени неодим(III)-оксид и самаријум(III)-оксид“ и одобри њену одбрану.

У Београду, 04.04.2025.

Комисија:

др Драган Манојловић,
редовни професор,
Универзитет у Београду, Хемијски
факултет

др Горан Роглић,
редовни професор,
Универзитет у Београду, Хемијски
факултет

др Милош Ненадовић,
виши научни сарадник, Универзитет
у Београду, Институт за нуклеарне
науке „Винча“, Институт од
националног значаја за Републику
Србију