

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА САНУ

На седници Научног већа Института техничких наука САНУ одржаној 27.04.2023. године именовани смо за чланове Комисије за утврђивање испуњености услова за избор кандидата др Небојше Лабуса, вишег научног сарадника Института техничких наука САНУ, у звање **научни саветник**. На основу поднете документације: стручне биографије, библиографије, извештаја о цитираности и анализе научних активности др Небојше Лабуса подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Биографски подаци

Др Небојша Лабус рођен је 21. јануара 1967. године у Новом Саду. Средњу школу завршио је у Београду 1985. године. Дипломирао је на Факултету за физичку хемију Унверзитета у Београду 1999. године. Магистарске студије на Техничком факултету у Чачку, Унверзитета у Крагујевцу уписао је 2000. године на смеру „Савремени материјали и технологије“ где је одбранивши магистарску тезу на тему „*Утицај механичке активације на синтезу цинк метатитаната*“ 6. октобра 2005. године стекао звање магистра техничких наука. Докторску дисертацију са насловом „*Синтеровање и својства синтерованог ZnTiO₃*“ одбранио је на Факултету за физичку хемију 23. децембра 2011. године (**Прилог 9**). У звање научног сарадника изабран је у Институту техничких наука САНУ 29. маја 2014. године. Изабран је потом у звање виши научни сарадник одлуком бр. 660-01-00001/116 комисије за стицање научних звања 31. октобра 2018. године (**Прилог 10**). Небојша Лабус запослен је у Институту техничких наука САНУ од 9.05.2000. године. Био је ангажован на реализацији пројеката финансираних од стране ресорног Министарства за науку Републике Србије:

2002–2005: Синтеза функционалних материјала сагласно тетради „Синтеза-структура-својства-примена“ под руководством академика Момчила М. Ристића.

2006–2010: Проучавање међузависности у тријади „синтеза-структура-својства“ за функционалне материјала (RS-142011) под руководством академика Момчила М. Ристића.

2011–2019. Усмерена синтеза, структура и својства мултифункционалних материјала - ОИ 172057 (2010-2019) под руководством проф. Др Владимира Б. Павловића.

Од 01.01.2020. године је финансиран од стране Министарстава науке, технолошког развоја и иновација у оквиру институционалног финансирања ИТН САНУ.

Од 01.01.2023. године **руководи билатералним пројектом** под насловом „Припрема ZnTiO₃, ZnO и (YGd)₂O₃:Eu керамике конвенционалном и импулсном техником

синтеровања електричном струјом“. У питању је пројекат међуакадемске сарадње између Српске академије наука и уметности и Словачке академије наука, односно, пројекат се остварује сарадњом Института техничких наука САНУ и Института за истраживање материјала САН, Кошице, Република Словачка. **Прилог 1**

Др Небојша Лабус је одржао два предавања по позиву на међународним конференцијама (**Прилог 4**): (1) Advanced Ceramics and Applications IX: New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing Serbia, Belgrade, September 20-22nd 2021. “Dilatometric study of the ZnTiO₃ phase transition kinetic influenced by nano powder sintering”, и (2) IX International Conference on Electrical, Electronics and Computing Engineering – IcETRAN 2022, Novi Pazar, Serbia, June 6, 2022. “Sintering and phase transition of ZnTiO₃ nano powder dilatometric data deconvolution”.

Др Лабус је председавао секцијама „Керамика и синтеровање“ и „Керамика и синтеровање аморфних материјала и магнетни материјали“ на међународном научном скупу Српског керамичког друштва – Десета конференција Српског Керамичког друштва „Напредне керамике и примена“ АСА X -The Tenth Serbian Ceramic Society Conference “Advanced Ceramics and Application“, одржаном од 26. до 27. септембра, 2022. године у Српској академији наука и уметности, Београд, Србија. **Прилог 5.**

Др Лабус је стручним ангажманом и као члан комисије учествовао у изради три докторске дисертације докторанада, **Прилог 3:**

Зорке Ж. Васиљевић, која је докторску дисертацију одбранила 20. септембра 2019. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду под менторством проф. др Јелене Роган ванредног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Марије Весне Николић, научне саветнице Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду,

Емине Пожеге, која је докторску дисертацију одбранила 26. децембра 2018. године на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду, под менторством проф. др Саше Марјановића ванредног професора Техничког факултету у Бору Универзитета у Београду, и

Братислава Чукића одбрањеној 30. маја 2019. године на Техничком факултету у Чачку универзитета у Крагујевцу где је био члан комисије за оцену подобности теме докторске дисертације, комисије за оцену докторске дисертације као и комисије за одбрану докторске дисертације.

Био је ангажован у обављању стручне праксе мастер студената Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду која је одржана током школске 2021/2022. и 2022/2023. године у лабораторијама Института техничких наука САНУ. Том приликом упутио је студенте у теорију високотемпературске дилатометријске анализе компактираних узорака уз показне вежбе и обраду података. **Прилог 8.**

Рецензент је међународних часописа изузетних вредности: Applied Surface Science, Ceramics International, Journal of the European Ceramic Society, Materials Letters, Physica B: Condensed Matter, Science of Sintering. **Прилог 6.**

Члан је Српског Друштва за Керамичке Материјале (SSCerM, Serbian Society for Ceramic Materials), Српског Керамичког Друштва (SeCerS, The Serbian Ceramic Society), и Друштва физикохемичара Србије. **Прилог 7.**

До сада је објавио 41 научни рад. У међународним часописима изуетних вредности (M21a) објављен је 1 рад, у врхунским међународним часописима (M21) објављено је 7 радова, 19 радова је објављено у истакнутим међународним часописима (M22), 7 у међународним часописима (M23) и 2 у националним часописима (M52). Након избора у звање виши научни сарадник објавио је 13 радова: 2 рада у врхунским међународним часописима (M21) и 10 радова у истакнутим међународним часописима (M22) док је у истакнутом националном часопису (M52) објавио 1 рад. Има 13 саопштења на међународним научним скуповима. Од тога су два по позиву и једно од њих је штампано у целини. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus* на дан 05.04.2023. године радови др Небојше Лабуса цитирани су укупно 254 пута (147 хетероцитата) док је Хиршов индекс h -индекс= 9.

Научноистраживачка делатност и анализа радова

Научно истраживачка делатност др Небојше Лабуса обухватала је првенствено високо-температурска дилатометријска испитивања чврстих комадних узорака. Ова инструментална техника коришћена је за истраживања тернарних оксидних материјала уз примену ТГА/ДТА као комплементарне термичке методе, затим рендгено-структурне анализе као и различитих врста микроскопија АФМ, СЕМ и ТЕМ. Феномени који се уочавају на дилатограмима су промене димензија узорака које су последица фазних прелаза, кристализацијае, синтеровања и/или реакције у чврстом стању. Истраживања Небојше Лабуса су фокусирана на синтезу, карактеризацију, проучавање кристалне структуре и функционалних својстава различитих оксидних материјала, углавном из групе перовскита опште формуле ABO_3 или спинела AB_2O_4 , од којих посебно система $ZnO-TiO_2$. Методом високо-температурске дилатометријске анализе испитивани су феномени процеса синтеровања и фазних прелаза. Фазни прелази су истраживани како у току процеса синтеровања тако и при накнадном грејању претходно синтерованог узорка. Интересовање за комбинацију механохемијског поступка синтезе и процеса реакционог синтеровања је присутно у целокупном научном раду др Небојше Лабуса. На овај начин проучаване су могућности синтезе оксида $BaTiO_3$, $SrTiO_3$, $BaSrTiO_3$, $MnZnFe_2O_4$, Fe_2TiO_5 , Zn_2SnO_4/SnO_2 и $FeMnO_3$ уз испитивање утицаја атмосфере различитих гасова на процес синтеровања и фазних прелаза. Посебно треба издвојити истраживања процеса нуклеације и кристализације литијум германатних стакала $Li_2O-Al_2O_3-GeO_2-P_2O_5$ NASICON-типа $LiGe_2(PO_4)$, као и аморфних металних стакала састава $FeCrMoGaPCB$. Од функционалних својстава оксидних материјала испитивана су диелектрична и магнетна својства. Посебно су испитивана магнетна својства ферита $Mn_{0.63}Zn_{0.37}Fe_2O_4$, као и њихова електрична проводљивост, електрична пермеабилност и комплексна импеданса. Предмет истраживања др Лабуса били су и сензори влаге. Ту су осим синтезе и структуре оксидних материјала испитивана и сензорска својства тј. електрични сигнал при промени релативне влажности. Такође испитивана су и фотоелектрохемијска својства дебелих филмова псеудобрукита Fe_2TiO_5 припремљених техником сито штампе. Др Лабус се бавио и проучавањем полупроводника типа IV-VI, $PbTe$, $PbSnTe$ и $BiSbTeSe$, као потенцијалних материјала за

производњу инфрацрвених сензора. Др Лабус се бавио и проучавањем интеракције полимера, као што су поливинил алкохол (PVA) и полетлиен гликол (PEG), које је користио као везива за формирање испресака оксидних прахова, са прашкастим оксидним материјалима различитим техникама карактеризације.

Велико интересовање др Небојша Лабус показао је за проучавање процеса синтеровања, при чему је првенствено користио методу високотемпературске дилатометрије. Да би употпунио истраживања феноменологије процеса синтеровања и фазних трансформација користио се и другим методама карактеризације (Библиог. 6.1). Метода високотемпературске дилатометрије је коришћена за проучавање процеса синтеровања како прахова који су млевени у високо енергетским млиновима тако и прахова нанометарских димензија са уском расподелом величине честица. Синтеровани су механички активирани прахови манган цинк ферита $Mn_{0.63}Zn_{0.37}Fe_2O_4$ (Библиог. 3.12, 3.13, 3.16), стронцијум титаната $SrTiO_3$ (Библиог. 3.21) и баријум стронцијум титаната $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ (Библиог. 3.18, 3.22). Процеси формирања комплексних металних оксида из полазних и млевених полазних прахова праћени су на основу промене димензије испреска. При проучавању манган цинк ферита током процеса синтеровања уочене су и разјашњене промене оксидационих стања мангана, као и интермедијерно понашање манган цинк ферита. При проучавању стронцијум титаната закључено је да долази до процеса термичке анихилације дефеката, који су претходно формирано током различитих временских периода млевења, а што се квантитативно уочава на графику скупљања испреска током почетног стадијума синтеровања. Уочено је да се током процеса реакционог синтеровања баријум стронцијум титаната формира бинарни оксид који је даље подложен фазним прелазима. Др Лабус је на примерима титанијум диоксида TiO_2 (Библиог 3.10), цинк мета титаната $ZnTiO_3$ (Библиог. 3.14) и Fe_2O_3/TiO_2 (Библиог. 2.4) показао да се кинетика синтеровања наноструктурних прахова значајно разликује од кинетике синтеровања микрометарских прахова. Иако је на нано и микрометарским праховима титанијум диоксида испитиван утицај атмосфере, закључак о различитој кинетици синтеровања ове две димензионо различите врсте прахова је јасно уочљив. Запажен је фазни прелаз титанијум диоксида из анатаса у рутил који значајно зависи од величине честица праха а што је било јасно уочљиво на дилатограму. Процес синтеровања наноструктурног праха цинк мета титаната је био тема докторске дисертације др Небојше Лабуса одакле је затим проистекао низ радова укључујући и рад о двостепеном синтеровању коме је основа покушај управљања микроструктуром у завршном стадијуму синтеровања наноструктурних прахова. У случају проучавања наноструктурних прахова који су садржали различите уделе гвожђе оксида и титанијум диоксида, при повећању температуре синтеровања на дилатограму су, уз скупљање при процесу синтеровања, уочене промене које су указале на фазни прелаз из анатаса у рутил као и на настанак псеудобрукита. Треба поменути и проучавање утицаја атмосфере на термички третман стехиометријских оксида $ZnTiO_3$ (Библиог. 3.11) при поновном загревању након синтеровања и нестехиометријских оксида TiO_2 (Библиог. 3.10), као и оксида интермедијерног типа и променљивих оксидационих стања $MnZnFe_2O_4$ (Библиог. 3.16). Проучавање утицаја атмосфере на промене димензија испресака при загревању (синтеровању) је феноменолошки важно с обзиром да се односи на утицај гасне фазе на чврсту фазу која са оксидима интерагује током загревања и, како се показало, знатно утиче на микроструктуру узорака припремљених поступком синтеровања (Библиог. 8.19). У свом досадашњем раду др Лабус је поступке синтеровања најчешће проучавао термијским методама карактеризације уз додатну

примену различитих техника за проучавање микроструктуре припремљених синтерованих керамика. Раст зрна је у највећем броју истраживања проучаван техникама микроскопије међуатомске интеракције АФМ и сканирајућом електронском микроскопијом, углавном на прелому узорака. Посебан акценат при микроскопском посматрању величине зрна био је посвећен развоју техника за припрему узорака те су развијане и термичке и хемијске технике припреме површине (Библиог. 7.1, 3.14). Процес синтеровања је неретко праћен фазним прелазом. Проучавањем кинетике фазног прелаза цинк мета титаната у орто титанат дилатометријском техником, успешно је раздвојена, како експериментално тако и рачунски, кинетика овог фазног прелаза током процеса синтеровања, када се он одвија у поликристалном узорку и када се дешава код наноструктурног праха (Библиог. 5.1, 3.11). Проучавање синтеровања не подразумева само испитивање поступака који се дешавају током самог процеса синтеровања већ и оних који му претходе као што су пресовање и коришћење везива током пресовања. Посебан део својих истраживања др Небојша Лабус је посветио проучавању поступака који претходе процесу синтеровања при чему је користио различите технике карактеризације (Библиог. 8.14). Утицај процеса пресовања на порозност компаката испитивао је методама адсорпције азота и живином порозиметријом што је довело до нових сазнања о понашању нанопраха при униаксијалном и изостатском пресовању (Библиог. 3.9). Процес пресовања посредно је проучаван и испитивањем понашања везива полимера поливинил алкохола у различитим односима. Ширење испреска са везивом при загревању које претходи синтеровању праћено је методом високотемпературске дилатометрије, а однос различитих полимера и оксидних прахова помоћу термогравиметрије и диференцијалне термичке анализе, инфрацрвене спектроскопије и трансмисионе електронске микроскопије. Значај овог истраживања је у одређивању везе између различитих комбинација полимера и њихове концентрације у испреску као и сазнањима о начину интеракције полимера и површине метал оксидних прашкастих материјала (Библиог. 8.20). Небојша Лабус је остварио напредак бавећи се не само различитим методама синтезе материјала и њихове карактеризације, већ и проучавањем њихових функционалних својстава. Посебно су проучавани псеудо бруцит Fe_2TiO_5 (Библиог. 3.17), гвожђе манганит FeMnO_3 (Библиог. 2.6, 3.20) и $\text{Zn}_2\text{SnO}_4/\text{SnO}_2$ (Библиог. 2.5). Класа материјала која је проучавана методом високотемпературне дилатометрије је и аморфно стање литијум германатно фосфатних стакала (Библиог. 3.23, 3.24, 3.25). Дилатометријска карактеризација термофизичких својстава стакала при загревању омогућује да се добије низ података о процесима, карактеристичним температурама, као и о кинетици стакластог фазног прелаза (Библиог. 3.19). Из ових истраживања уследио је низ даљих испитивања фундаменталних процеса нуклеације (Библиог. 3.24) и кристализације (Библиог. 3.25) литијум германатно фосфатних стакала.

Након избора у звање виши научни сарадник, периода за који се оцењује његова научноистраживачка делатност, др Небојша Лабус је објавио 13 радова у међународним часописима и то 2 у врхунским часописима (M21) и 10 у истакнутим међународним часописима (M22) на којима је на једном раду први и кореспондирајући аутор и једном други аутор; један рад објављен је у истакнутом националном часопису (M52). Објављене публикације могу се поделити на четири групе и то: радови који се баве оксидним материјалима као сензорима влаге, радови који се односе на литијум германатна стакла, затим група радова која се бави механичком активацијом и синтеровањем метал оксидних материјала, и тематска група у којој је само један рад који се односи на интеракцију полимера и оксидних прашкастих материјала.

Радови који се баве оксидним материјалима као сензорима влаге су важни због потенцијалне примене ових материјала за производњу сензорског дела уређаја као претварача вредности влаге у електричну величину. Ови радови подразумевају опис синтезе жељеног оксида, његову карактеризацију, формирање пасте од праха, наношење пасте у виду филма одређене дебљине на електроду која се налази на кермичком носачу и испитивња електричних својстава одзива овако припремљеног сензора на промену релативне влажности. Физички механизми који су у основи ове врсте сензора су пажљиво испитани и потврђени резултатима.

Рад са насловом *Nanocomposite Zn₂SnO₄/SnO₂ Thick Films as a Humidity Sensing Material* (Библиог. 2.5) је карактеристичан по томе да је након синтезе наноструктурних честица композита формирана паста која је техником сито штампе нанесена у пет слојева, чиме је формиран филм дебљине 12 микрометара на супстрату од Al₂O₃ са паладијум сребрним електродама. Жарењем филма на 600 °C у току 30 минута, оформљен је сензорски део уређаја чији је импедансни електрични одговор на влажност посматран на различитим температурама и различитим фреквенцијама промене пола електричног поља. Варирана је и дебљина нанокompозитног филма цинк станат-калај оксид. Временски одзив сензора као и други електрични параметри имали су задовољавајуће вредности. Овим истраживањем је показано да испитивани нанокompозит има потенцијалну примену као сензор влаге.

Рад *Structural, morphological and textural properties of iron manganite (FeMnO₃) thick films applied for humidity sensing* (Библиог. 2.6) се односи на истраживање у коме је такође формиран сензор наношењем праха, у овом случају гвожђе манганита FeMnO₃ припремљеног реакцијом у чврстом стању и умешаног у пасту са органским носачем на супстрату од Al₂O₃ са паладијумско сребрним електродама које су међусобно у испреплетаној позицији. Дебљина филма је била 55 микрометара. Живином порозиметријом је установљено да је систем пора на сензору стабилан и да поседује значајну макропорозност од 60,6 %. Упоређењем порозности праха и филма установљена је реална текстуална параметарска вредност. Импедансни одговор сензора на влагу показао је велики утицај структуре зрна која је посебно анализирана микроскопском техником. Врло брз одговор сигнала и кратко време опоравка сензора, мали хистерезис приликом сушења и одговарајући интензитет импедансног одговора препоручују овај систем као сензор влаге.

Сензор влаге је била тема и за рад наслова *Humidity sensing potential of Fe₂TiO₅ - pseudobrookite* (Библиог. 3.17). Реакционим синтеровањем хематита и анатаса на три различите температуре добијени су поликристални комадни узорци орторомбичне симетрије кристалне решетке и различите микроструктуре што је одређено сканирајућом електронском микроскопијом. Својства материјала на промену релативне влажности од 30 до 90% испитивана су на 20, 40 и 60 °C у фреквентном опсегу промене полова електричног поља од 100 Hz до 100 kHz. Утврђено је да материјал показује одличан одзив на промену влаге растом вредности диелектричне констатне на нижим фреквенцијама. Електрична проводљивост наизменичне струје различите фреквенције расте са повећањем фреквенције и степена је функција фреквенције где експонент опада са повећањем температуре, док са променом влаге расте. Механизам проводљивости је утврђен као корелисано поларонско

прескакање енергетске баријере. Анализа комплексне импедансе применом еквивалентног кола показује доминантан утицај величине зрна у комадном поликристалном узорку.

Радови који се односе на литијум германатна стакла описују синтезу ових стакала класичним поступком наглог хлађења из растопа. Смеша одговарајућег састава и чистоће Li_2CO_3 , Al_2O_3 , GeO_2 и $(\text{NH})_2\text{HPO}_4$ формира растоп одакле хлађењем настају литијум германијум фосфатна стакла $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{GeO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$. Накнадним загревањем се формира $\text{LiGe}_2(\text{PO}_4)_3$ кристална фаза која припада чврстим растворима формуле $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$. Фосфати у форми стакло-керамике имају састав који садржи кристале новонастале фазе са својствима натријум суперјонских проводника - NASICON. Испитиване су термодинамика и кинетика процеса нуклеације и кристализације као и термофизичка својства настајуће кристалне фазе при загревању. За карактеризацију кристала новонастале фазе коришћене су методе термијске анализе и то дилатометрије и диференцијалне термијске анализе, као и сканирајућа електронска микроскопија и рендгеноструктурна анализа. Примена стакала у чврстим батеријама би требало да буде од користи због предности у практичној конфигурацији батерије посебно због чињенице да механизам провођења у стаклима није у функцији величине зрна. Количина наелектрисаних неповезаних кисеоника у мрежи стакла омогућава, или макар олакшава, брзу миграцију алкалних јона натријума или литијума кроз канале неповезаних кисеоника.

У раду наслова *Non-Isothermal Crystallization of Lithium Germanophosphate Glass Studied by Different Kinetic Methods* (Библиог. 3.19) испитивана је кинетика кристализације $22.5\text{Li}_2\text{O}\cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 30\text{GeO}_2\cdot 37.5\text{P}_2\text{O}_5$ (mol%) стакла под неизотермским условима коришћењем диференцијално термичке анализе (ДТА). Испитивања су извршена проучавањем кристализационог пика T_{p1} фазе $\text{LiGe}_2(\text{PO}_4)_3$ у стаклу. Енергија активације (E_a) одређена је коришћењем различитих изокинетичких метода. Зависност E_a од степена кристализације (α) испитана је коришћењем KAS (Kissinger–Akahira–Sunose) и FWO (Flynn–Wall–Ozawa) методе. Показано је да E_a варира са степеном кристализације, а да је трансформација стакло/кристал комплексан процес који укључује различите механизме нуклеације и раста кристала.

У раду *The Thermophysical Properties of Primary Phase in Lithium Germanium Phosphate Glass* (Библиог. 3.23) описана је синтеза за одабрано литијум-германијум-фосфатно стакло које је припремљено конвенционалном техником топљења. Рендгено структурна анализа је коришћена за потврду добијене аморфне структуре и анализу кристалних фаза током топлотне обраде. Дилатометрија (ДИЛ), диференцијална термичка анализа (ДТА) и диференцијална скенирајућа калориметрија (ДСК) коришћене су за одређивање карактеристичних температура и енталпија кристализације, као и тачке топљења кристалне фазе. ДТА и ДИЛ су коришћени за добијање криве вискозности применом једначине Vogel-Fulcher-Tammann (ВФТ).

Испитивање процеса нуклеације кристалне фазе стакала је тема рада наслова *The Analysis of the Nucleation Process of the Lithium Germanium Phosphate Glass*. (Библиог. 3.24) Одређена је температурна област нуклеације и температура максималне брзине нуклеације за литијум-германијум-фосфатно стакло. Диференцијална термичка анализа (ДТА) и

скенирајући електронски микроскоп (СЕМ) су коришћени за одређивање особина неизотермног и изотермног процеса нуклеације. Утврђено је да се процес кристализације дешава при високој брзини хомогене нуклеације и сферулитној морфологији раста кристала. Том приликом добијени су наноструктурирани узорци.

Раст кристала је испитиван у раду *The crystal growth of NASICON phase from the lithium germanium phosphate glass* (Библиог. 3.25). Проучавана је брзина раста кристала фазе $\text{LiGe}_2(\text{PO}_4)_3$ из литијум германијум-фосфатног стакла. Стакло је хомогенизовано коришћењем претходно успостављених температурно-временских услова, који омогућавају уклањање испарљивих материја из стакленог растопа. Атомска апсорпциона спектроскопија је коришћена за одређивање хемијског садржаја добијеног стакла, док је скенирајућа електронска микроскопија коришћена за одређивање изотермног процеса раста кристала. Одређене су експерименталне и теоријске вредности брзине раста кристала.

Једна група радова др Небојше Лабуса описује истраживања која се односе на процесе механичке активације прахова и њихово синтеровање. Синтеровање је у овим радовима окарактерисано дилатограмима сниманим истим температурским програмима што омогућава уочавање промена услед утицаја млевења или промене почетног састава. У случају стронцијум титаната механички је третиран комерцијални стронцијум титанат тако да изостаје синтеза, а како стронцијум титант не показује фазни прелаз овде је могуће лакше уочити утицај млевења на процес синтеровања. На дилатограмима механички третираних прахова пре синтеровања уочава се утицај анихилације дефеката унесених млевењем али само за одређена времена млевења. При синтези баријум стронцијум титаната механичка активација и механохемијска реакција су претходиле синтеровању. Промене на дилатограмима јасно показују процесе синтеровања, реакционе синтезе и фазног прелаза млевених прахова полазних оксида одређеног састава. За исти систем баријум стронцијум титанијум испитиван је и утицај промене односа састава баријума и стронцијума код полазних реактаната на реакционо синтеровање и формирање баријум стронцијум титаната. Праћене су промене у вредностима карактеристичних температура почетка синтеровања, синтезе и фазног прелаза у функцији састава.

У раду *Effect of Chemical Composition on Microstructural Properties and Sintering Kinetics of (Ba, Sr)TiO₃ Powders* (Библиог. 3.18) прахови BaCO_3 , SrCO_3 и TiO_2 односа $\text{Ba}:\text{Sr}$ 20/80, 50/50 и 80/20 реакционим синтеровањем дају баријум стронцијум титанат $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ различите стехиометрије. Дилатограми су снимљени ради утврђивања утицаја почетног састава смеше на микроструктуру синтерованих керамика и кинетику синтеровања. Уочено је да се почетак синтеровања помера ка вишим температурама са повећањем удела Sr , док је просечна енергија активације синтеровања највиша у узорку са 80% Ba , а најнижа у узорку са 50% Ba . Фазни прелаз из хексагоналне у кубичну фазу се дешава истовремено са процесом синтеровања, а температура овог прелаза се помера ка нижим температурама са повећањем удела Sr у узорку.

Рад *Analysis of the Initial-Stage Sintering of Mechanically Activated SrTiO₃* (Библиог. 3.21) разматра почетни стадијум синтеровања механички активираних прахова већ синтетисаног тернарног оксида SrTiO_3 . У овом раду је проучено неизотермско синтеровање неактивираних и механички активираних SrTiO_3 узорака, у температурском интервалу до 1300 °C. Добијене дилатометријске криве указују да механичка активација води ка ранијем

почетку процеса синтеровања. Анализа почетног стадијума синтеровања открива да се процес синтеровања код свих разматраних узорака састоји од два или три истовремена процеса који су последица смењивања доминантних механизма транспорта масе. Вредности енергије активације сваког појединачног процеса показују значајно смањење са продужавањем времена механичке активације полазног праха. Релаксација дефеката унетих млевењем уочава се у случају највећих времена млевења на дилатограмима у интервалу од 600 до 1000 °C.

Наслов рада *Effects of Mechanical Activation on the Formation and Sintering Kinetics of Barium Strontium Titanate Ceramics* (Библиог. 3.22) указује на експериментални део где прахови баријум карбоната, стронцијум карбоната и титанијум диоксида различитих почетних односа баријума и стронцијума бивају механички активирани 20 и 120 минута. Узорци млевених прахова су загревани претходно на 800 °C како би се одстранили заостали карбонати полазних једињења баријума и стронцијума и да би се довршио процес формирања $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$. Процеси механичке активације и механохемијске реакције утичу на реакцију формирања различитих фаза $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ у чврстом стању при синтеровању. Током процеса синтеровања, млевење од 120 минута доводи до значајног смањења температуре синтеровања и смањења одговарајуће вредности енергије активације. Такође, сва три састава полазних система показују фазну трансформацију на 1100 °C која је приписана прелазу из хексагоналне у кубичну кристалну структуру.

Испитивање полимера поливинил алкохола (PVA) и смеше са полиетилен гликолом (PEG) у интеракцији са смешом прахова оксида је било предмет рада др Небојше Лабуса и представљало је интересовање за нову класу материјала - полимере. Понашање макромолекула полимера у воденом раствору и интеракција са површином металоксидних честица праха као и понашање хибридног материјала полимер металоксид при пресовању су подразумевали разумевање нове феноменологије процеса који се ту јављају. Само је један рад са овом тематиком и има наслов *Oxide powder mixture with poly-vinyl alcohol (PVA) and added polyethylene glycol (PEG) as plasticizer* (Библиог. 3.26). Смеша прахова састављена од ZnO, Mn₂O₃ (MnCO₃) и Fe₂O₃ је показивала ламинацију током пресовања. Поливинил алкохол (PVA) и комбинација PVA са полиетилен гликолом (PEG) који је додат као пластификатор, су уведени као полимерно везиво за пресовање оксидних прахова. Везиво је уведено тако што је формирана суспензија смеше различитих оксида прахова у полимерном раствору. Концентрације полимера и састави су варирани. Уклањањем растварача добијени су нови материјали који се састоје од честица оксида повезаних полимерима. Ови хибридни материјали окарактерисани су методама инфрацрвене спектроскопије и диференцијалне термичке анализе. Микроструктура је посматрана трансмисоном електронском микроскопијом. Оксид-полимер материјали су пресовани на притиску од 200 МПа, а ширење испреска током грејања је регистровано у температурском опсегу од собне до 550 °C употребом дилатометра. Нађено је да PVA формира графт полимер са PEG и да постоји специфична интеракција полимера са површином честица оксида.

Др Небојша Лабус је из свог опуса предложио **пет најзначајнијих научних резултата** за које сматра да најбоље репрезентују његов свеукупан научноистраживачки рад. Они су одраз самосталности и научне зрелости кандидата. Такође, предложени радови

су показатељи остварених сарадњи са колегама из различитих научних институција у Србији при чему је та сарадња заснована на решавању проблематике којим се истраживања баве.

1. **(Библиог. 2.6)** Maria Vesna Nikolic, Jugoslav B. Krstic, **Nebojsa J. Labus**, Miloljub D. Lukovic, Milena P. Dojcinovic, Milan Radovanovic, Nenad B. Tadic, *Structural, morphological and textural properties of iron manganite (FeMnO₃) thick films applied for humidity sensing*, Materials Science and Engineering B, (2020), 257, 114547, ISSN: 0921-5107, <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2020.114547>, M21 IF(2019)=4.706
2. **(Библиог. 3.22)** Darko Kosanović, **Nebojša J. Labus**, Jelena Živojinović, Adriana Peleš Tadić, Vladimir A. Blagojević, Vladimir B. Pavlović, *Effects of Mechanical Activation on the Formation and Sintering Kinetics of Barium Strontium Titanate Ceramics*, Science of Sintering, (2020), Vol.52, Iss.4, 371-385, ISSN: 0350-820X, <https://doi.org/10.2298/SOS2004371K> M22 IF(2021)=1,725
3. **(Библиог. 3.21)** J. Živojinović, V. P. Pavlović, **N. J. Labus**, V. A. Blagojević, D. Kosanović, V. B. Pavlović, *Analysis of the Initial-Stage Sintering of Mechanically Activated SrTiO₃*, Science of Sintering, (2019), Vol.51. Iss.2, 199-208, ISSN: 0350-820X, <https://doi.org/10.2298/SOS1902199Z> M22 IF (2019)=1.172
4. **(Библиог. 3.23)** Srdjan D. Matijašević, Vladimir S. Topalović, Snežana R. Grujić, Veljko V. Savić, Jelena D. Nikolić, **Nebojša J. Labus**, Snežana N. Zildžović, *The Thermophysical Properties of Primary Phase in Lithium Germanium Phosphate Glass*, Science of Sintering, (2021), Vol.53, Iss.3, 301-310, ISSN: 0350-820X, <https://doi.org/10.2298/SOS2103301M>, M22 IF(2021)=1.725
5. **(Библиог. 3.26)** **Nebojša Labus**, Jugoslav Krstić, Srdjan Matijašević, Vladimir Pavlović, *Oxide powder mixture with poly-vinyl alcohol (PVA) and added polyethylene glycol (PEG) as plasticizer*, 2023, Science of Sintering. ISSN: 0350-820X, to be published. Accepted. <https://dais.sanu.ac.rs/handle/123456789/14120>, <https://doi.org/10.2298/SOS220828005L>, M22 IF(2021)=1.725

Врста и квантификација свих научноистраживачких резултата др Небојше Лабуса:

Категорија	Број остварених резултата		Вредност индикатора	Укупна вредност оставрених М бодова		Укупна вредност
	пре	после		пре	после	
M21a	1*	0	10	5,5	0	5,5
M21	4	2	8	32	16	48
M22	16*	10	5	74,3*	50	124,3*
M23	8	0	3	24	0	24
M31	0	1	3,5	0	3,5	3,5
M32	1	1	1,5	1,5	1,5	3
M33	2	0	1	2	0	2
M34	19	11	0,5	8	5,5	13,5
M52	1	1	1,5	1,5	1,5	3
Укупно				148,4	78	226,8

* нормирани радови

Врста и квантификација научноистраживачких резултата др Небојше Лабуса након избора у звање виши научни сарадник:

Категорија	Број	Вредност индикатора	Укупна вредност
M21	2	8	16
M22	10	5	50
M31	1	3,5	3,5
M32	1	1,5	1,5
M34	11	0,5	5,5
M52	1	1,5	1,5
Укупно			78,0

Испуњење квантитативних захтева за стицање звања научни саветник:

Потребан услов за природно-математичке и медицинске науке	Остварено
Укупно: ≥ 70	Укупно: 78
$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90 \geq 50$	$M21 + M22 + M31 + M32 = 71$
$M11+M12+M21+M22+M23 \geq 35$	$M21 + M22 = 66$

Кандидат испуњава квантитативне услове потребне за стицање звања научни саветник.

Квалитет научних резултата

Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима су објављени радови из опуса пре и након избора у звање виши научни сарадник др Небојше Лабуса (41 рад) износи 48,26, односно усредњено по раду 1,19 и просечним бројем аутора по раду 5,8. За 20% радова је био први и кореспондирајући аутор.

Након избора у звање виши научни сарадник објавио је 13 радова: 2 рада у врхунским међународним часописима, 10 радова у истакнутом међународном часопису и 1 у врхунском националном часопису. Има 11 саопштења на међународним научним скуповима. Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима је објављено поменутих 13 радова у периоду после избора у звање виши научни сарадник износи 24,36, у просеку 2,03 по раду. Просечан број аутора по раду износи 5,9. За 8,3% радова је био први и кореспондирајући аутор.

Предмет истраживања кандидата су већином тернарни оксидни материјали, најчешће перовскити, као и њихови композити, који имају потенцијалну примену за производњу сензора влаге. Материјали и научни проблеми којима се др Лабус бавио су актуелни и применљиви. Резултати истраживања су публиковани у високо ранжираним часописима за дату област истраживања. Публикације су високог научног нивоа и показатељи су научне зрелости кандидата као и његове способности да отвара нове теме истраживања у оквиру области тернарних оксидних материјала и високотемпературске дилатације са мултидисциплинарним приступом у разматрању датог научног проблема како у фундаменталном смислу тако и у примењеним истраживањима.

Показатељи успеха у научном раду

Признања за научни рад

Резултати утачњавања структуре цинк метатитаната, публикованих у раду M.V. Nikolic, N. Labus, M.M. Ristic, *Densification rate and phase structure changes during sintering of zinc titanate ceramics*, *Ceramics International* 35 (2009) 3217–3220, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2009.05.028> су уврштени у најзначајнију кристалографску базу Pearson's Crystal Data, Database for Inorganic Compounds, Release 2013/14, Pierre Villars and Karin Cenzual (ed.), Dossier of: 1629506., Publ. ASM International.

Предавања по позиву

Др Небојша Лабус је одржао два предавања по позиву на међународним конференцијама о чему сведоче позивна писма у Прилогу (**Прилог 4**): **Nebojša Labus**, Smilja Marković, Maria Vesna Nikolić, Milena Rosić, Srđan D. Matijašević, *Sintering and Phase Transition of the ZnTiO₃ Nano Powder Dilatometric Data Deconvolution*, Proceedings, IX International Conference IcETAN, Novi Pazar, Serbia, 6–9. june 2022, <https://dais.sanu.ac.rs/handle/123456789/13641> и **Nebojša Labus**, Milena Rosić, Smilja Marković, Maria-VesnaNikolić, *Dilatometric study of the ZnTiO₃ phase transition kinetic influenced by nano powder sintering*, Invited lecture, The Nineth Serbian Ceramic Society Conference »Advanced Ceramics and Application« September 20–21, 2021 Serbian Academy of

Sciences and Arts, Knez Mihailova 35, Belgrade, Serbia, ACA IX New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Program and the Book of Abstracts, p.41,

Рецензије научних радова

Рецензент је бројних научних радова за часописе са ISI листе из области интересовања и науке о материјалима, што је потврда међународне признатости његовог рада и научне компетенције (**Прилог 6**). Часописи за које рецензира су Applied Surface Science, Journal of Materials Science, Materials Letters, Journal of the European Ceramic Society, Physica B: Physics of Condensed Matter, Ceramics International, Science of Sintering.

Међународна сарадња

Др Лабус је успоставио међународну сарадњу са Институтом за материјале Словачке академије наука у Кошицама. Сарадња је у оквиру пројекта међу академске сарадње са насловом „Припрема $ZnTiO_3$, ZnO и $(Y\text{Gd})_2O_3:Eu$ керамике конвенционалном и импулсном техником синтеровања електричном струјом“ који је започео 01.01.2023. године. (**Прилог 1**).

Руковођење пројектима, потпројектима и задацима

Др Небојша Лабус је руководилац пројекта „Припрема $ZnTiO_3$, ZnO и $(Y\text{Gd})_2O_3:Eu$ керамике конвенционалном и импулсном техником синтеровања електричном струјом“ који је остварен између Института техничких наука САНУ и Института за материјале САН, где је руководилац пројекта са словачке стране Ing. Róbert Džunda, PhD. (**Прилог 1**). Поред др Небојше Лабуса као руководиоца пројекта учешће на овом пројекту имају колеге из Института техничких наука: Др Смиља Марковић, научни саветник, Др Ана Станковић, научни сарадник, Др Ивана Динић, научни сарадник. Пројекат се реализује у периоду 2023–2024. година. Очекивања су да се у периоду трајања пројекта оствари интензивна научна сарадња, да се размене искустава, као и да се узајамно користе технике карактеризације којима располаже партнерски институт.

С обзиром на мали број претходно публикованих радова који се баве материјалима које је др Лабус проучавао може се рећи да су његова истраживања иновативна и оригинална, посебно имајући у виду значај и применљивост материјала које је проучавао. Такође се може рећи да је др Лабус отворио нову област истраживања у нас у оквиру науке о материјалима, посебно комбинујући механохемијску активацију и синтеровање материјала који се могу користити као сензори влаге, а водећи рачуна о актуелности и конкурентности датих истраживања у свету.

Сви до сада објављени радови имају наведен број Пројеката Министарства науке, технолошког развоја и иновација (претходно Министарства просвете, науке и технолошког развоја) у оквиру кога су спроведена истраживања. Према базама података *Web of Science* и *Scopus*, 5. април 2023. године укупна цитираност свих објављених радова у часописима са ISI листе је 254 пута, од чега 147 хетероцитата, док је Хиршов индекс 9. Сви цитати су

афирмативни. Већина часописа у чијим радовима су цитирани радови кандидата су високо ранжирани часописи.

ЗАКЉУЧАК

На основу увида у приложену документацију и разматрања научно-истраживачке активности др Небојше Лабуса Комисија закључује да је кандидат постигао значајне резултате у области тернарних оксидних материјала, најчешће перовскита, као и њихових композита, који имају потенцијалну примену за производњу сензора влаге. До сада је објавио 41 научни рад у часописима са ISI листе. У међународним часописима изуетних вредности (M21a) објављен је 1 рад, у врхунским међународним часописима (M21) објављено је 7 радова, 19 радова је објављено у истакнутим међународним часописима (M22), 7 у међународним часописима (M23) и 2 у националним часописима (M52). Након избора у звање виши научни сарадник објавио је 13 радова: 2 рада у врхунским међународним часописима (M21) и 10 радова у истакнутим међународним часописима (M22) док је у истакнутом националном часопису (M52) објављен 1 рад. Има 13 саопштења на међународним научним скуповима. Од тога су два по позиву и једно од њих је штампано у целини. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus* на дан 05.04.2023. године радови др Небојше Лабуса цитирани су укупно 254 пута (147 хетероцитата) док је Хиршов индекс h -индекс= 9.

Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима су објављени радови из целокупног опуса др Лабуса (41 рад) износи 48,82, односно усредњено по раду 1,19 и просечним бројем аутора по раду 5,8. За 19,5% радова је био кореспондирајући аутор и први аутор. Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима је објављено 13 радова у периоду после избора у звање виши научни сарадник износи 24,36, у просеку 2,03 по раду. Просечан број аутора по раду износи 5,9. За 8,3% радова је био први и кореспондирајући аутор.

У својој досадашњој активности др Лабус је показао склоност ка темељном и студиозном научноистраживачком раду, као и способност за заједнички рад на пројектном задатку. Изражени висок степен самосталности и учешћа у реализацији радова довео је до високог теоријско-научног нивоа његових истраживања. Др Небојша Лабус поседује научну зрелост да отвара нове теме истраживања у оквиру области тернарних оксидних материјала, посебно оних који имају потенцијалну примену за производњу сензора влаге, са мултидисциплинарним приступом у разматрању датог научног проблема у фундаменталном смислу и примењеним истраживањима. Научну компетентност је доказао публиковањем резултата, одржаним позивним предавањима, радом са докторандима, и рецензентским радом за реномиране научне часописе.

Имајући у виду оригиналност истраживања др Небојше Лабуса, значајан допринос научним сазнањима, квалитет публикованих резултата и способност да организује научно-истраживачки рад, а у складу са Правилником о стицању научних звања, чланови Комисије са задовољством

ПРЕДЛАЖУ

Научном већу Института техничких наука САНУ да овај Извештај усвоји, потврди испуњеност услова и предложи надлежној Комисији Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, да др Небојша Лабус буде изабрана у звање *Научни саветник*.

У Београду,
05.05.2023. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Смиља Марковић
Научни саветник,
Институт техничких наука САНУ

Др Лидија Манчић
Научни саветник,
Институт техничких наука САНУ

Др Југослав Крстић
Научни саветник
Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију