

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА САНУ

На V седници Научног већа Института техничких наука САНУ одржаној 30.01.2012. године одређени смо у Комисију за стицање звања **научног сарадника др Небојше Лабуса**, истраживача сарадника Института техничких наука САНУ. На основу разматрања приложене документације подносимо Научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

I Биографски подаци

Небојша Лабус, Биографски подаци

Небојша Лабус рођен је 21.01.1967. године у Новом Саду. Основну и средњу школу завршио је у Београду. Дипломирао је на Факултету за физичку хемију у Београду 1999. године. Постдипломске студије уписао је 2000. године на Техничком факултету у Чачку, где је са успехом положио све испите са средњом оценом 9,43 и потом 2005. године одбранио магистарску тезу под насловом «Утицај механичке активације на синтезу цинк-метатитанта». Докторска дисертација Небојше Лабуса под насловом „Синтеровање и својства синтерованог $ZnTiO_3$ “ одбрањена 23.12.2011. године на Факултету за физичку хемију.

Запослен је у Институту техничких наука Српске академије наука и уметности као истраживач-сарадник. Тренутно је ангажован на пројекту 172057 ОН финансираним од министарства за науку Републике Србије. Бави се истраживањима у области науке о материјалима, при чему посебно системом $ZnO-TiO_2$ и ускозонским полупроводницима IV-VI, а посебно утицајем различитих допаната на $PbTe$. Од синтетских техника спреј пиролизом, механохемијом, синтеровањем, кристализацијом и реакцијама у чврстој фази. Од феноменолошки посматраних процеса кинетиком синтеровања, кинетиком механичке активације, полупроводљивости олово телурида на основу плазмон фонон интеракције. Зависност својстава материјала од свих нивоа структуре проучавао на основу различитих метода структурне карактеризације. Од својстава густина, адсорпција површине, порозност, морфологија, полупроводност, апсорпција у далекој инфрацрвеној области. Резултати које је постигао у току истраживања представљају допринос науци о материјалима и посебно теорији и технологији синтеровања.

II Научни рад

Од почетка заснивања радног односа у Институту техничких наука САНУ 2000. године учествовао на пројектима које је финансирало Министарство за науку Републике Србије из основних истраживања 1832 и 142011 Г, под руководством академика професора Момчила М. Ристића и тренутно на пројекту 172057 ОН.

Објавио 20 научних радова у различитим домаћим и страним часописима и то 4 рада у врхунским међународним часописима, 4 рада у истакнутим међународним часописима и 11 радова у међународним часописима, једно сапштење са међународног скупа штампано у целини, један рад у домаћем научном часопису, и 2 рада штампана у целини у оквиру публикованог саопштења са скупа националног значаја. Такође у облику извода штампано је и 11 саопштења са међународног скупа, и 12 саопштења са скупа националног значаја. Учешће на међународним конференцијама X World Round Table Conference on Sintering, 2002, Belgrade, 3.-6. September, 2002., YUCOMAT03, 04, 05, 06., Herceg Novi, од 2003. до 2006., International Conference of Sintering and II International Conference on Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies."Mechanochemical Synthesis and Sintering", Novosibirsk, 14.-18. June 2004., Electroceramics X, 18.-22. June, 2006., Toledo, Spain. Такође учешће на домаћим конференцијама, Теорија и технологија синтеровања, ТЕОТЕС 2001, Чачак, 4-7 Септембар, 2001. године, Синтеровање теорија и технологија, (40 година Београдске школе синтеровања), 16.- 17. Април 2003. године, Физика и технологија материјала, ФИТЕМ 04, 05, 07, Чачак, 2004., 2005. и 2007, године.

Објављени радови могу се поделити у две целине. Прва група објављених радова односи се на проучавање бинарног система цинк-оксида и титан-диоксида $ZnO-TiO_2$, док је друга група радова посвећена допираним полупроводницима олово-телурида $PbTe$ испитиваним инфрацрвеном спекторскопијом. Осим ове две целине издваја се рад посвећен синтези прахова из аеросола. Радови су поређани хронолошки.

Синтеза прахова из аеросола, подразумевала је ултарзвучно распршивање раствора нитрата и различитих катјона, где се аеросол ношен гасом носачем при проласку кроз цевну пећ претвара у прах субмикронских димензија. У раду под насловом **High Tc superconducting powders synthesis from aerosol**, објављеном у Journal of the European Ceramic Society 21 (2001) 2765-2769; описује се спреј пиролиза, као једна од новијих синтетских метода за прахове, која је употребљена за синтезу 2223 фазе на основи бизмута као високотемпературског суперпроводничког оксидног керамичког материјала. Процес синтезе праха се изводи кроз хетерогену хемијску реакцију у дисперзном систему, аеросолу, насталом из нитратног раствора ултарзвучно распршеном резонантном фреквенцијом од 1,7 MHz. Последицом овог процеса настале су, сферне чврсте, малоагломерисане субмикронске честице (испод 400 nm) са уједначеном величином зрна и расподелом величине честица. Синтеза из аеросола омогућава стварање ултраситних мултикомпонентних честица са побољшаном хомогеношћу састава омогућеном површинском реакцијом и одсуством сегрегације у саставу компоненти.

Фазни дијаграм цинк-титанатаних једињења подразумева три фазе представљене као различити стехиометријски односи цинка, титана и кисеоника испод солидус криве: $Zn_2Ti_3O_8$, $ZnTiO_3$ и Zn_2TiO_4 . Фаза $Zn_2Ti_3O_8$ представља кубну нискотемпературску

титанатну фазу, чије се рефлексије на дифрактограмима углавном поклапају са рефлексијама хексагоналне перовскитске $ZnTiO_3$ фазе. Приликом повећања температуре фазни прелаз из $Zn_2Ti_3O_8$ у $ZnTiO_3$ на фазним дијаграмима није окарактерисан тачно одређеном температуром. Обе ове ниже температурске нестабилне фазе састављене су из октаедара кисеоника координираног око титанијумовог анјона, тако да фазни прелаз услед непроменљивости конституционалних јединица представља политипски фазни прелаз. Настали $ZnTiO_3$ - цинк метатитанат, своју метастабилност поседује због величине анјона Zn и Ti чији однос доводи до искривљења решетке перовскитске хексагоналне структуре и смањује опсег температура стабилности постојања овог стехиометријског састава. Фазни прелаз у најстабилније титанатно једињење је прелаз у структуру кубне решетке спинела стехиометријске формуле Zn_2TiO_4 који настаје реконструкционим фазним прелазом на 945°C . Спинелске структуре своју стабилност остварују захваљујући постојању нормалног и инверзног спинела у зависности од попуњености могућих позиција већег анјона и погодности интерстицијског премештања анјона са повећањем температуре. Радови посвећени оксидном систему ZnO-TiO₂ односе се на проблематику стварања једињења бинарних титанатних оксида спинела Zn_2TiO_4 и перовскита $ZnTiO_3$. Испитивани су различити утицаји у току процеса синтезе материјала на полазне прахове ZnO-TiO₂. При процесу пресовања расподела сила приликом примене притиска у калупу са прашкастим узорком смеше оксида. При процесу синтеровања испресака, повећањем температуре посматран је утицај топлотне енергије као покретача различитих механизма транспорта масе. Посебна врста утицаја представља сложену комбинацију притиска и температуре насталих при процесу млевења у високоенергетском типу млина. Механичка активација је превођење чврстог узорка у повишено енергетско стање. Механички рад претавара се у површинску енергију, услед дисперговања, као и у енергију формирања различитих врста дефеката, што представља процес активације. Тако унешена енергија у узорак у чврстом стању представља повећање слободне енергије система чија се вредност не мења са временом. Импулсни карактер преношења енергије и период релаксације материје након елементарног акта уноса механичке енергије, условљавају низ сложених физичко хемијских процеса одговора материје у чврстом стању. Енергија настала при тим процесима може бити довољна за савладавање енергетске баријере одређене хемијске реакције у чврстом стању. Тада говоримо о механохемијској реакцији. Наведени радови односе се на механички активирани прахове полазних оксида ZnO и TiO₂ и продуктима механохемијских реакција насталих при процесу млевења. Рад на тему **Synthesis and Characterization of Zinc Titanate Nano-crystal Powders Obtained by Mechanical Activation** у Science of Sintering, **37** (2005) 123-129; објашњава да развој диелектричних материјала који се користе у микроталасној области се повећава са наглим прогресом у телекомуникационим системима, при чему цинк-титанатна једињења налазе своје место захваљујући полупроводничким и диелектричним својствима. Задатак наведеног рада је да проучи утицај експерименталних услова за механохемијску синтезу цинк-ортотитаната. Почетне смеше прахова ZnO и TiO₂, у моларном односу који одговара стехиометрији спинелног цинк-титаната Zn_2TiO_4 , су механички активирани коришћењем високоенергетског планетарног млина. Механичка активација посматрана је у различитим временским интервалима од 0 до 300 минута. Микроструктурна карактеризација вршена је методом рендгенске дифракције и скенирајућом електронском микроскопијом. Специфична површина прахова мерена је БЕТ методом. У почетном стадијуму млевења специфична површина се повећава до 5 минута, а онда нагло опада до 30 минута. Смањење

специфичне површине указује на процес агломерације који почиње 15 минута након механичке активације, што је потврђено и СЕМ микрографијама. Први трагови цинк-ортотитаната уочени су већ после 5 минута активације. Најважнији закључак је да се током механичке активације скоро чиста цинк-титанатна фаза за посматране услове млевења јавља након 90 минута. Рад у истом часопису **Influence of Mechanical Activation on Synthesis of Zinc Metatitanate** Science of Sintering, 37 (2005) 115-122; је рад у коме је механичка активација изведена на еквимоларној смеси ZnO-TiO₂. Изабрани су услови млевења при којима настаје ZnTiO₃ фаза перовскитске структуре са хексагоналном јединичном ћелијом. Морфологија механички активираних прахова окarakterисана је сканирајућом електронском микроскопијом Специфична површина одређена је сорбтоматом и коришћењем БЕТ методе која је показала да систем пролази кроз примарну и секундарну агломерацију. Рендгенска дифрактометрија праха дала је податке о фазном саставу и открила је да перовскитска структура ZnTiO₃ настаје заједно са спинелном фазом Zn₂TiO₄. Испитивана је компресибилност механички активираних прахова. Упоредна је компресибилност прахова неактивираних и активираних смеша. Наслов у коме се помиње трибофизичка активација је **The Influence of Tribophysical Activation on Zn₂TiO₄ Synthesis** Materials Science Forum, Vol. 518 (July 2006) pp.131-136. и где је посматран је утицај трибофизичке активације на Zn₂TiO₄ синтезу заједно са променама у праховима током трибофизичког третмана. Смеше цинк оксида и титан диоксида у праху механички су активирани коришћењем високо енергетског планетарног млина у различитим временским интервалима од 0 до 300 минута. Дифрактометрија рендгенских зрака је урађена да би се дознала промена састава фаза током млевења. У овом раду из рендгенограма су одређени апроксимативном методом микроструктурни параметри: величине кристалита, густине дислокација и деформације решетке. Расподела величине честица заједно са сканирајућом електронском микроскопијом даје врло корисне информације о промени димензија и морфологије праха током млевења.

Синтеровање се може дефинисати као процес грејања и очвршћавања праха материјала на температури испод тачке топљења, при чему долази до међусобног срастања честица праха, што даје комадни производ задатог облика. Синтеровање прахова на повишеним температурама доводи до појава срастања честица праха, смањења специфичне површине и формирањем граница зрна. Основна покретачка сила процеса синтеровања је смањење слободне енергије при загревању материјала при чему се транспорт материје дешава дифузионим механизмима, испаравањем и кондензацијом или покретањем равни кристалне решетке, тзв. течењем. Вишак слободне енергије садржане у систему директно активира транспорт материје и промене које доводе до равнотежног стања. Кинетика синтеровања праћена је променом различитих својстава узорака и коришћењем различитих модела. Једнокомпонентни керамички материјали оксидног анјона пружају добру могућност посматрања феноменологије синтеровања. Следећа три наслова баве се управо синтеровањем као феноменолошком појавом, а први од њих је **A Phenomenological Analysis of Sintering Kinetics of Alumina** Materials Science Forum, Vols. 453-454 (2004) pp. 441-446; У овом раду је урађена феноменолошка анализа кинетике синтеровања праха алумине формираног као испресак са различитим односом малих и великих честица. Феноменолошки приступ омогућује дефинисање функционалних зависности између параметара карактеристичних за одређени материјал и време синтеровања. Феноменолошка једначина је дефинисана тако да може описати процес згушњавања алумине током изотермалног синтеровања. Њени параметри омогућују

идентификацију доминирајућих дифузионих механизма. Други рад са наведеном тематиком је **A Phenomenological Analysis of Sintering Kinetics from the Viewpoint of Activated Volume** Science of Sintering, 37 (2005) 19-25; Ту је кинетика синтеровања реалних система посматрана је са гледишта транспорта активираних запремина. Активирана запремина је параметар који може да се користи за опис транспорта масе за време синтеровања. Она дефинише кретање тачкастих дефеката и дислокација током процеса синтеровања. Коришћењем овог параметра дефинисана је феноменолошка једначина која се може применити на анализу кинетике процеса синтеровања. Она је примењена на анализу синтеровања полидисперзних система. Такође су анализирани вредности добијене за параметре једначине. Кинетика синтеровања је посебан део феноменологије овог процеса и рад **Investigation of Sintering Kinetics of ZnO by Observing Reduction of the Specific Surface Area** Science of Sintering, 39 (2007) 259-265; проучава смањење специфичне површине цинк-оксида током процеса синтеровања. Прах ZnO је синтерован у температурном интервалу од 673 до 1173K. Смањење специфичне површине је посматрано у функцији од температуре и времена синтеровања. Примењена су два модела приликом одређивања одговарајућих параметара. За израчунавање енергије активације синтеровања коришћена је Аренијусова једначина. Извршено је одређивање оптималних параметара карактеристичних за процес синтеровања.

Млевење често претходи процесу синтеровања. Овакав редослед синтетских поступака доводи до смањења температуре потребне за процес синтеровања као и скраћења времена температурског третмана. Реакције у чврстом стању процесом млевења смањују енергију коју је потребно довести систему за њихово одигравање. Ово се дешава услед процеса општег повећања брзине процеса дифузије због повећања броја дефеката. Такође, после одређеног периода млевења долази до појављивања центара хомогене нуклеације нове фазе, што представља промену кинетике реакционог синтеровања у чврстој фази. Следећи радови представљају испитивање сукцесивних синтетских поступака млевења и синтеровња за различите комбинације катјона система бинарних оксида титаната и њихових стехиометријских односа. Побољшањем синтезе цинк титаната млевењем бави се рад **Enhancing Synthesis and Sintering of Zinc Titanate Using Mechanical Activation**, Materials Science Forum, Vols. 453-454 (2004) pp. 435-440; где су механичка активација и синтеровање искоришћени за добијање цинк титаната Zn_2TiO_4 . Почетне смеше прахова ZnO и TiO_2 , у моларном односу који је у сагласности са стехиометријом цинк титаната, механички су активирани коришћењем планетарног млина у различитим временским интервалима млевења од 0 до 180 минута. Сканирајућа електронска микроскопија коришћена је за испитивање микроструктуре прахова. Ток реакције у чврстом стању из полазних оксида и еволуција фаза праћена је коришћењем дифрактометрије рендгенских зрака на прашкастом узорку. Кинетика синтеровања испитивана је током изотермалног загревања на 1100°C од 0 до 120 минута и основни закључак на основу извршених анализа је да Zn_2TiO_4 керамика може бити добијена механичком активацијом после одређеног времена без додатног термалног третмана. Такође, краћа времена активације заједно са калцинацијом на 900°C показују да потребна температура синтеровања и време синтеровања могу бити нижи до оних који се јављају у литератури. Микроструктура млевених узорака при згушњавању је тема рада **Correlation Between Densification Rate and Microstructure Evolution of Mechanically Activated BaTiO₃** Ferroelectrics, 319:75-85, 2005; Услед повећаних захтева за квалитетом електронске керамике захтева се добро контролисан однос између морфологије честица и синтетских

услова. Како је механичка активација једна од метода за модификацију физичко-хемијских својстава диспрезних система, у овом раду корелација између брзина згушњавања и развоја микроструктуре механички активираниог BaTiO_3 је била анализирана. Скупљање механички активираних узорака, синтерованих у неизотермским условима анализирани су дилатометром. Рачуната је брзина згушњавања као функција релативне густине за различита времена активације. Микроструктурна испитивања синтерованих узорака изведена су помоћу сканирајућег електронског микроскопа СЕМ. Представљени резултати омогућују установљивање параметара процеса који су неопходни за добијање материјала унапређених својстава. Реакционо синтеровање и механохемијска синтеза разматрани су у раду **Dilatometer Investigations of Reactive Sintering of Zinc Titanate Ceramics**, *Materials Science Forum*, Vol. 494 (2005) pp.411-416. Однос између ових синтетских путева састојао се из следећих поступака: млевени су и синтеровани почетни прахови смеша ZnO и TiO_2 , у моларном односу који одговара стехиометрији цинк титаната Zn_2TiO_4 . Коришћењем планетарног млина у различитим интервалима од 0 до 90 минута је извршена механичка активација. Рендгенска дифракциона анализа, сканирајућа електронска микроскопија и неизотермска дилатометријска мерења извршена су да би се испитало настајање цинк титаната. Процес који се дешава током механичке активације води до формирања специфичне структуре добијених прахова унапређује реакцију у чврстом стању и згушњавање током синтеровања. Основни закључак изведен на основу анализа је да механичка активација омогућава боље пресовање активираних прахова, тј. могућност добијања већих густина испресака без додатка везива, али пре свега да Zn_2TiO_4 керамика може бити добијена механичком активацијом после одређеног времена као и са одговарајућим термалним третманом, тј. брзином грејања и временом синтеровања, на температури нижој него оној када се користе неактивирание смеше прахова. У следећем раду **Influence of Mechanical Activation on Synthesis and Properties of the MgO-TiO₂ System**, *Science of Sintering*, **39** (2007) 59-65; приказан је утицај механичке активације на синтеровање система $\text{MgCO}_3 - \text{TiO}_2$, и промену његових микроталасних диелектричних својстава. Услед важности употребе керамичких материјала примењених у електроници, магнезијум титанат је базични диелектрични материјал који се користи за израду кондензатора типа I. Уобичајени начин добијања овог материјала је путем синтеровања. Процес синтеровања је у многостепеној квалитетнији уколико се користи механичка активација. У овом раду као полазни прахови коришћени са магнезијум карбонат (MgCO_3) и титандиоксид (TiO_2), кристална модификација рутил, где је моларни однос $\text{MgCO}_3 : \text{TiO}_2=1:1$. Еквимоларна смеша полазних прахова механички је активирана млевењем у високоенергетском планетарном млину са цирконијум-оксидним куглама (Fritsch Pulverisette 5) и масеним односом кугли и праха 40:1. У зависности од времена млевења у овом раду употребљено је укупно пет смеша, (неактивирана смеша и четири смеше различито временски активирание – 15 минута, 30 минута, 60 минута и 120 минута). Карактеризација прахова је урађена путем анализе X зрака и преко ДТА анализе на 1000°C , а морфологија промене прахова праћена је путем скенирајуће електронске микроскопије. Изотермско синтеровање пресованих узорака рађено је на 1100°C у временским интервалима од 30, 60 и 180 минута. Овако синтерованим узорцима мерена су микроталасна електрична својства, као што су фактор добротe (Q), специфична електрична отпорност (ρ) и диелектрична константа (ϵ_r). У раду **Reaction Sintering of the 2ZnO-TiO₂ System** *Science of Sintering*, **39** (2007) 127-132; проучавана је кинетика синтеровања механички активираниог система ZnO-TiO_2 стехиометрије 2 према 1. Тако су смеше прахова

ZnO и TiO₂ механички активирани у високо-енергетском планетарном млину од 0 до 300 минута. Употребљена је формална феноменолошка анализа са циљем да опише понашање узорака синтерованих изотермски на 1100 °C. Неизотермско синтеровање до 1100 °C праћено је на дилатометру са константном брзином загревања. Дорнов метод је примењен за израчунавање енергије активације. Стехиометрија прахова ZnO-TiO₂ млевених 1 према 1 обрађивана је у раду **Sintering of Mechanically activated ZnO-TiO₂ powders** Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Vol.47, Nos. 1-2, 2008. Овде су цинк оксид и титаниум диоксид прахови помешани у еквимоларном односу и механички активирани у планетарном млину а затим синтеровани у изотермским и неизотермским условима. Неизотермско синтеровање проучавано је дилатометријски и сканирајућом електронском микроскопијом. Активациона енергија синтеровања одређена је коришћењем методе различитих брзина грејања и Дорнове методе. Фазни састав изотермски синтерованих узорака одређен је дифракцијом рендгенских зрака на праху. Одређивање енергије активације процеса синтеровања примењеним у овом раду дало је вредности енергије активације различите од оних које се срећу у литератури.

У новије време дошло је до покушаја да се цео процес синтеровања представи једним моделом. Фокусирање на сличности у три основна стадијума синтеровања довело је до појаве модела синтеровања као комбинације ступњева у коме је микроструктура окарактерисана скалирајућим законом помоћу два одвојена параметра који представљају геометрију и вредност промене величина микроструктурних ентитета. Разматрањем истовременог озрњавања и згушњавања, изражен је општи модел, а како нису дефинисане тачно одређене геометријске претпоставке у поменутиим моделима, параметри који представљају функције геометрије микроструктуре увршћени су у једначину синтеровања и остављени да буду одређени из експерименталних података. Мастер синтеринг крива (Master Sintering Curve - MSC) дефинисана је на тај начин што су параметри једначине брзине синтеровања одвојени на различите стране једначине: на оне који се односе на микроструктуру и на температурске чланове. Затим су те две стране једначине повезане међусобно у односу на експерименталне податке промене густине. Уобичајена Мастер синтеринг крива повезује рад синтеровања Q еквивалентан енергији активације синтеровања, функцију $\theta(t, T(t))$ и густину ρ у тренутку t током термалног циклуса, почевши од $t=0$. Оваква генерализација је могућа услед чињенице да су најчешће за дати прах и процес консолидације, геометријски параметри за микроструктуру независни од термалног пута процеса синтеровања. Крива је јединствена за дати прах и начин пресовања и не зависи од промена током процеса синтеровања. Енергија активације синтеровања одређује се минимизирањем грешке између експерименталних података и моделоване мастер синтеринг криве. Коришћење концепта мастер синтеринг криве коришћено је такође за карактеризацију синтеровања цинк метатитаната ZnTiO₃ праха чије су честице нанометарских димензија. Коришћењем овакавог приступа настао је рад са насловом **Application of the Master Sintering Curve Theory to Non Isothermal Sintering of BaTiO₃ Ceramics** Materials Science Forum, Vol. 494 (2005) pp.417-422; У овом раду приказан је практични приступ анализи синтеровања BaTiO₃ коришћењем концепта Мастер синтеринг (МС) криве. Неизотермално синтеровање високо чистог недопираног BaTiO₃ керамике праћено је коришћењем остелјивог дилатометра на три различите брзине загревања (10, 20 и 30 °C/min) све до 1380°C. Згушњавање BaTiO₃, током синтеровања анализирано је коришћењем теорије Мастер синтеринг криве. Оваква МС крива је

дефинисана карактеришући понашање при синтеровању без обзира на брзину грејања. Конструкција МС криве омогућила је одређивање енергије активације процеса. Коришћењем МС криве, промена густине BaTiO_3 током синтеровања може бити предвиђена за одређени температурско временски однос, тако да ова предвиђања могу бити искоришћена у конторлисању и планирању процеса синтеровања овог материјала. Синтеровање и фазне промене испресака нанопраха ZnTiO_3 су третиране истом техником за одређивање енергије активације синтеровња у раду **Densification rate and phase structure changes during sintering of zinc titanate ceramics** *Ceramics International*, 35 (2009) 3217-3220. Проучавана је брзина згушњавања и промена састава фаза током синтеровања нанопраха ZnTiO_3 . Синтеровње је изведено у дилатометру у два режима: први до 900°C (брзине грејања 5, 10, 15 $^\circ\text{C}/\text{min}$) и други до 1200°C (брзине грејања 3, 5, 10 $^\circ\text{C}/\text{min}$). Анализа дифракција рендгенских зрака узорака синтерованих на обе температуре комбинована је са Ритвелдовим структурним утачњавањем, што је омогућило одрђивање свих присутних фаза и њихових структурних параметара. Узорци синтеровани до 900°C садржали су ZnTiO_3 и Zn_2TiO_4 са траговима TiO_2 рутила и $\text{Zn}_2\text{Ti}_3\text{O}_8$, док су узорци синтеровани до 1200°C садржали само рутил TiO_2 и Zn_2TiO_4 . Мастер синтеринг крива дефинисала је синтеровање до 900°C дајући могућност одређивања вредности енергије активације процеса синтеровња од 313 KJ/mol.

Радови који се баве допираним полупроводницима олово-телурида PbTe користе маетоду за карактеризацију спекторскопију у далекој инфрацрвеној области ($\lambda \geq 40 \mu\text{m}$ тј. $1/\nu \leq 250 \text{cm}^{-1}$). Врло уска забрањена зона код IV-VI полупроводника испитивана је први пут 1965. године. Олово телурид има забрањену зону 0,32eV, чија се величина додатно смањује са снижењем температуре на 0,19eV. Додатак Sn у PbTe још више смањује ову величину. Монокристали PbTe , или дебелослојни филмови, расту са великим одступањем од стехиометрије, тако да су дефекти, посебно ваканције, електрично активне. Ваканције у подрешетки телура су донори, док оне у оловној подрешетки представљају акцепторе. И олово телурид и олово-калај телурид имају велике концентрације носилаца наелектрисања, као и велику диелектричну пермеабилност. Допирањем ових материјала смањује се концентрација слободних носилаца наелектрисања и повећава њихова покретљивост. Питање концентрације и врсте допаната је експериментално одредљиво. На основу инфрацрвених спектра уочава се изразита интеракција између плазмона и лонгитудиналног оптичког фонона, где се поред тога на одређеним температурама јављају и додатни модови осциловања решетке који показују утицај концентрације и врсте допаната на вредност забрањене зоне. Смањење енергије забрањене зоне и побољшања својстава тако добијених материјала, даје могућност њихове примене као детектора инфрацрвеног зрачења. Синтеровање је коришћено за добијање поликристалног материјала у раду са насловом **Far Infrared Properties of Sintered $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.1}\text{Te}$ doped with Palladium** *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, vol 48, Nos. 5-6, 2009; Снимљени су спектри рефлексоне спектроскопије далеке инфрацрвене области синтерованог узорка $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.1}\text{Te}$ допираним са 0,2 и 2 % Pd. Експериментални резултати су анализирани коришћењем процедуре засноване на модификованом моделу интеракције плазмон-фонон. Вредности израчунатих параметара поређени су са литертурним подацима за PbTe и PbSnTe допираних паладијумом и никлом, с циљем да на тај начин одредимо дали у различитим уређајима синтеровани узорци могу бити коришћени уместо монокристала. Добијени узорци имају различиту расподелу допаната и стехиометријских елемената на граници зрна и уређеној кристалној структури унутар зрна иако мање концентрације Pd указују на могућност коришћења

дебелослојних поликристалних структура. Рад који прати посматрана својства само монокристала има наслов **Far infrared study of impurity local modes in palladium – doped PbTe and PbSnTe** Journal of Alloys and Compounds, 475 (2009) 930-934; Експериментално ту су PbTe и Pb_{0.85}Sn_{0.15}Te монокристали, допирани са Pd, добијени Брицмановом методом раста кристала. Спектри у далекој инфрацрвеној области мерени су у температурском опсегу од 10К до 300К. Експериментални спектри нумерички су анализирани коришћењем најпре Крамерс-Кениг-овог метода, а затим процедуру фитовања, засновану на плазмон-фонон интеракционом моделу, и израчунати су оптички параметри. Како је електронска структура јонизованог стања за Pd, Ni и Pt истог типа, а утицај d-орбитала је врло јак, посебна пажња је посвећена утицају електронских структура допаната на укупна својства PbTe и PbSnTe кристала. Различити допанати доводили су до промене посматраних параметара, тако, **Far Infrared spectroscopy of Pb_{0.85}Sn_{0.15}Te alloy doped with Ni**, International Journal of Materials Research, 99 (2008) 12, 1393-1396; представља утицај никла као допаната. Рефлексиони спектри далеке инфра црвене области монокристала Pb_{0.85}Sn_{0.15}Te допираног са Ni мерени су у температурском опсегу између 10К и 300К. Анализа експерименталних спектра направљена је коришћењем процедуре фитовања засноване на моделу плазмон-фонон интеракције и израчунати су оптички параметри. Посматрана су два локална мода и дискутован је узрок њиховог настајања. Допирање бором омогућује синтеровање и евентуално коришћење олово телурида у облику танких филмова **Far Infrared Properties of Sintered PbTe doped with Boron** Science of Sintering, 39 (2007) 223-228. Зато су анализирани су инфрацрвени спектри олово телурида допираног бором. Измерени спектри су фитовани коришћењем модела плазмон фононске интеракције са два додатна осцилатора (на око 195 и 285 cm⁻¹) који представљају локалне модове бор нечистоће. Добијени резултати су упоређени са раније публикованим подацима за кристал олово телурида допираног бором.

III Цитираност:

Радови др Небојше Лабуса цитирани су укупно 62 пута (57 хетероцитата и 5 аутоцитата). Према базама података Web of Knowledge и Scopus, 12. 03. 2012. Сви цитати наведени су у Прилогу 2.

IV Мишљење и предлог комисије

Из детаљно изнетог прегледа рада др Небојше Лабуса, јасно се види значајна мултидисциплинарна активност у научно-истраживачком раду. То потврђују и бројни објављени научни радови, прилог 3.

За избор у звање -научни сарадник- правилником за стицање појединачних научних звања одређени су минимални квантитативни захтеви. Услов за први избор у звање научног сарадника изражен је као обавеза да кандидат има укупно најмање 16 поена, који треба да припадају следећим категоријама: првој категорији у збиру наведених фактора $M10 + M20 + M31 + M32 + M33 + M41 + M42 \geq$ мора да има 10 бодова и више и у другој категорији у збиру наведених фактора $M11 + M12 + M21 + M22 + M23 + M24 \geq$ мора да испуњава услов од накупљених 5 бодова и више.

Табела објављених радова кандидта др Небојше Лабуса приказује ознаке категорије наведене у правилнику и број објављених радова у тој категорији што чини укупан број бодов у тој категорији. Укупан број бодова у свим наведеним категоријама износи 105,9.

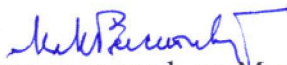
Редни број	Ознака групе	Број радова	Вредност индикатора	Број радова X Вредност индикатора	Укупна вредност
1	M21	4	8	32	ΣM _x =105,9
2	M22	4	5	20	
3	M23	11	3	33	
4	M33	1	1	1	
5	M34	13	0,5	6,5	
6	M53	1	1	1	
7	M63	2	0,5	1	
8	M64	12	0,2	2,4	
9	M71	1	6	6	
10	M72	1	3	3	

На основу свега изложеног може се донети следећи

ЗАКЉУЧАК

Др Небојша Лабус је постигнутим научним резултатима недвосмислено доказао да је афирмисани научни радник. Целовита анализа научног доприноса др Небојше Лабуса, истраживача сарадника ИТН САНУ, по критеријумима који су прописани Законом о научно-истраживачкој делатности и Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије (Сл.Гласник РС 110/05 и 50/06-исправака), показује оправданост његовог избора у звање научни сарадник. Из тих разлога комисија са задовољством предлаже Научном већу Института техничких наука САНУ да прихвати овај извештај и изабере *др Небојшу Лабуса*, истраживача сарадника, у научно звање *научног сарадника*.

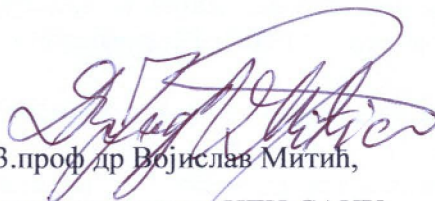
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



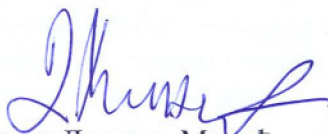
1. Академик проф. др Момчило М. Ристић,
редовни члан САНУ



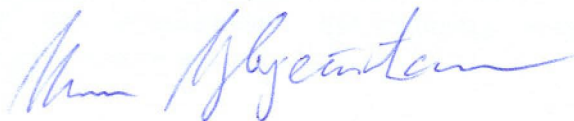
2. проф. др Владимир Павловић,
научни саветник ИТН САНУ



3. проф. др Војислав Митић,
научни саветник ИТН САНУ



4. проф. др Драгица Мينيћ,
Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду



5. проф. др Никола Цвјетићанин,
Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду