

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Мирослава М. Павловића, дипл. инж. технологије

Одлуком бр. 35/68 од 26.02.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мирослава М. Павловића под насловом „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“.

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

25.10.2007. Мирослав М. Павловић, дипл. инж. технологије уписује докторске студије на Катедри за инжењерство материјала Технолошко-металуршког факултета у Београду, под менторством проф. др Радослава Алексића.

10.05.2011. Кандидат Мирослав М. Павловић је Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета поднео захтев за одобравање статуса мировања права и обавеза студента од 01.02.2008 – 30.09.2008 и школске године 2009/2010 услед усавршавања на ЕПФЛ у Лозани и ЕТХ у Цириху, Швајцарска.

17.05.2011. На седници Наставно-научног већа одлуком бр. 20/44 усвојен је захтев за одобравање статуса мировања права и обавеза студента од 01.02.2008 – 30.09.2008 и школске године 2009/2010 услед усавршавања на ЕПФЛ у Лозани и ЕТХ у Цириху, Швајцарска.

28.03.2014. Кандидат Мирослав М. Павловић је Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета предложио тему за израду докторске дисертације под називом „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“.

03.04.2014. На седници Наставно-научног већа одлуком бр. 35/86 именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације.

22.05.2014. На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета одлуком бр. 35/112 усвојен је извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације.

09.06.2014. Одлуком бр. 61206-2650/2014 Веће научних области техничких наука Универзитета у прихвата извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и наслов теме „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“.

26.02.2015. Одлуком бр. 35/68 на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета именује се Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације Мирослава М. Павловића, дипл. инж. технологије, под насловом „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“. Због смрти проф. др Радослава Алексића за ментора је именована проф. др Весна Радојевић.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Инжењерство материјала, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет (ТМФ) Универзитета у Београду. Ментор је др Весна Радојевић, ванредни професор ТМФ, за област Хемија и хемијска технологија (ужа научна област Инжењерство материјала), која је на основу досадашњих објављених радова и искустава компетентна да руководи израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мирослав М. Павловић је рођен 14.02.1983. године у Београду. Основну школу и прва три разреда гимназије је завршио у Београду 1997. односно 2000., а четврти разред гимназије у Америци, град Fulerton, 2001. Основне студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду започео је 2001/2002. школске године, смер Органска хемијска технологија и полимерно инжењерство. Мирослав М. Павловић је добио награду Панта С. Тутунџић за постигнуте изванредне резултате у току студирања (за школску 2003/2004. годину). Током студија био је стипендиста Министарства за науку и заштиту животне средине владе Републике Србије (2001.-2006.), Републичке фондације за развој научног и уметничког подмлатка (2004.) Фондације Михајло Пупин (2004.), Технолошко – металуршког факултета за академски успех (2004.) и стипендиста града Београда (2005.). Дипломирао је 2007. године са просечном оценом 9,49. Дипломски рад под називом „Карактеризација материјала на бази политетрафлуороетилена AFM микроскопијом“ одбранио је са оценом 10. Школске 2007/2008. уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, студијски програм Технолошко инжењерство профил Инжењерство материјала. Боравио је на усавршавању на ETHZ, Цирих, Швајцарска на истраживачком пројекту на пољу синтезе и карактеризације акриламидних/бисакриламидних полимерних хидрогелова у групи проф. Морбиделија и на EPFL, Лозана, Швајцарска на истраживачком пројекту на тему “Текстурирани UV сушећи хиперразгранати нанокомпозити за фотоволтаичну примену” у групи проф. Мансона 2008. и 2009/2010. године. Од 1. септембра 2007. године запослен је на Институту за хемију, технологију и металургију – Центар за материјале и металургију.

Ангажовање на националним пројектима:

- 2007–2010. “Дизајнирање нанокристалних магнетних материјала типа (Nd,Pr)FeB и компоненти на бази смарт магнетних материјала“ ОИ 142035, Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије.
- 2011.– “Савремени вишекомпонентни метални системи и наноструктурни материјали са различитим функционалним својствима“ ОН 172037, Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

Ангажовање на међународним пројектима:

- 2012–2013. "Електропроводни композитни материјали на бази лигноцелулозе и бакарних прахова добијених константним и програмираним струјно-напонским режимима електролизе", ELBAKOM140283, Министарство науке и технологије Републике Српске, Република Српска.

26. септембра 2013. стиче звање истраживач сарадник.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Мирослава М. Павловића, дипл.инж. технологије под називом „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“ написана је на 155 страна, у оквиру којих се налази 6 поглавља, 67 слика, 8 табела и 314 литературна навода. Докторска дисертација садржи поглавља: Апстракт (на српском и енглеском језику), Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература, Биографија и Прилози. Прилози садрже изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије рада и изјаву о коришћењу. По форми и садржају написана дисертација задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводу је наведен значај проблематике проучавање у оквиру докторске дисертације, односно значај примене композитних материјала у различитим индустријским гранама, као и значај примене матрица од биоразградивих полимера који се добијају из обновљивих извора за производњу композитних материјала специјалних својстава за специјалне намене.

У Теоријском делу дисертације је дат преглед досадашњих достигнућа у области проучавања структуре и својстава биоматеријала, деградабилних полимера и биокompозита, са акцентом на природне целулозне и лигноцелулозне материјале коришћене у овој докторској дисертацији, затим преглед значајних резултата из ове, тренутно веома актуелне области полимерних композита са честицама метала, са посебним освртом на електричну проводљивост композита, њихово понашање и перколационе теорије, моделе проводљивости и утицај морфологије честица на појаву перколационог прага. Указано је на то да проводни полимерни композити показују карактеристике да, када се достигне одређен запремински удео фракције проводне фазе, јавља се изразит и упечатљив пораст проводљивости. Како је ова промена повезана са формирањем мреже електропроводних повезаних честица метала која се прожима кроз целокупан узорак дато је и објашњење преко перколационе теорије. Коначно, дат је преглед метода добијања и карактеризације прахова метала, првенствено бакарног и сребрног праха који су коришћени при изради композитних материјала у овој дисертацији, као и теоријски приказ утицаја различитих параметара електролизе на процес добијања и морфологију добијених прахова метала. С обзиром да морфологија честица метала има највећи утицај на појаву перколационог прага код проводних композитних материјала, те је и између осталог, предмет проучавања у оквиру ове докторске дисертације, у склопу овог поглавља су систематизовани литературни подаци везани карактеризацију честица метала и најновије резултате везане за утицај морфологије честица метала на појаву перколационог прага.

У Експерименталном делу приказане су карактеристике коришћених материјала и описане су методе и уређаји за добијање и карактеризацију полазних сировина и композитних узорака лигноцелулозе и металних прахова коришћених у овој докторској дисертацији. Као полазни материјал коришћени су лигноцелулозни прахови различитих величина честица добијени из кукурузног окласка, која представља релативно слабо коришћену, а широко распрострањену природну сировину. Поред тога, презентирани су и електрохемијски добијени бакарни прахови, као и хемијски добијени сребрни прахови. У овом поглављу детаљно су описане коришћене методе и уређаји за испитивање и карактеризацију узорака које су обухватале: расподелу величине честица, квантитативну микроструктурну анализу, морфологију честица путем скенирајућег електронског микроскопа, DSC анализе, дифракцију X зрака, TGA анализе и анализе електричне

проводљивости снимањем струјно-напонских (U/I) карактеристика и импедансном спектроскопијом (IS методом).

Део Резултати и дискусија се састоји из пет потпоглавља. У првом потпоглављу систематично су приказани резултати морфологије, структуре и карактеристика електрохемијски добијеног бакарног праха који је добијен при константном струјно-напонском режиму из сулфатног електролита и изражене је дендритичне структуре. Приказана су резултати морфолошке анализе, затим резултати морфолошке анализе честица путем скенирајућег електронског микроскопа, као и резултати мерења расподеле величине честица. С обзиром да је било потребно одредити утицај морфологије и величине честица на електричну проводљивост композитних материјала, коришћене су две фракције бакарних прахова. У другом потпоглављу систематично су приказани резултати морфологије, структуре и карактеристика добијеног лигноцелулозног праха коришћеног као полимерна матрица у испитиваним електропроводним композитним материјалима. Дата је детаљна DSC, TGA и XRD анализа полазне лигноцелуложне сировине, са освртом на проценат лигнина, целулозе, као и кристалних структура у биополимеру. Као и код електрохемијски добијеног бакарног праха, коришћене су две фракције лигноцелулозног праха са величинама честица $\leq 45\mu\text{m}$ и $\leq 88\mu\text{m}$. Треће потпоглавље се бави морфологијом, структуром и карактеристикама хемијски добијеног сребрног праха. Услед лакоће добијања сребрног праха хемијским путем, као и развијеније структуре праха добијеног овом методом, сребрни прах је исталожен хемијским путем. Приказани су резултати морфолошке анализе сребрног праха, као и расподела величине честица овако добијеног праха. Треће и четврто потпоглавље се баве анализом морфологије, физичких, хемијских и физикохемијских особина композита лигноцелулозе и бакарног, односно сребрног праха. Анализе су обухватале FTIR спектроскопију, мерења порозности и тврдоће добијених композитних узорака, анализе електричне проводљивости снимањем струјно-напонских (U/I) карактеристика и IS методом, анализу структурних карактеристика проводних путева у композиту, као и DSC и TGA анализе композитних материјала. Дат је приказ вредности електричне проводљивости израчунате на основу резултата мерења импедансе, као и мерењем DC U/I карактеристика самих композита. Дискутована је уочена слојевита електрична проводљивост кроз целокупну запремину и утицај отпорности унутрашњих слојева на укупну отпорност целокупног композита. Указано је на утицај ефекта паковања и израженијег међучестичног контакта са мањим, високо порозним, изразито дендритичним честицама са великим вредностима специфичне површине на "померање" перколационог прага ка мањим вредностима запреминског удела металног праха. Приказани су и продискутовани резултати мерења тврдоће, порозности, као и резултати термијских анализа.

У поглављу Закључци сумирани су најзначајнији резултати и сазнања проистекла из ове докторске дисертације, са акцентом и на могућу примену.

У поглављу Литература наведене су све референце цитиране у докторској дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Композити на бази полимерних матрица са проводним пуноцима добијају све значајнију улогу у различитим технолошким доменима и налазе се у истраживачком фокусу бројних студија као део растућег тренда истраживања. Иако покушаји да се побољшају својства материјала додавањем неорганских или органских пунилаца нису нови, па се отуда и синтетички полимерни композити већ годинама масовно примењују у различитим индустријским областима, ови синтетички материјали долазе из необновљивих извора и нису лако разградиви путем микроорганизама присутних у природи. Поред тога, глобално загревање изазвано делом угљен-диоксидом, ослобођеним сагоревањем фосилних горива,

постаје све важнији проблем, а одлагање предмета од пластике на бази нафтних деривата такође ствара озбиљан еколошки проблем. Под утицајем растуће еколошке свести у последње време се све више разматрају природни биљни и биоразградиви материјали као алтернатива синтетичким полимерним матрицама, ојачивачима и пуниоцима за производњу еколошки прихватљивијих биокompозита. Како се већина ранијих студија из ове проблематика бавила карактеризацијом помоћу емпиријских резултата, оригиналност и главни квалитет ове дисертације се огледају у томе да су испитивања обухватила структурна својства композита и односа између матрице и честица у композиту и њиховог утицаја на механичка и електропроводна својства са циљем стицања нових фудаменталних сазнања и бољег разумевања електричне проводљивости ових материјала. На основу свеобухватног и детаљног прегледа најновије научне литературе, може се рећи да спроведена истраживања у оквиру ове докторске дисертације спадају у веома актуелно поље истраживања у области електропроводних композитних материјала.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру докторске дисертације је цитирано 314 литературних навода, од којих је највећи део објављен у претходних 5-10 година. То указује на изузетну актуелност изучаване проблематике. Тематика радова наведених у литератури обухвата структуру и својства биоразградивих полимера са нарочитим акцентом на лигноцелулозу, утицај услова синтезе на структуру и својства металних прахова, методологију синтезе и карактеризације проводних композита са посебним освртом на перколациону теорију, утицај морфологије честица метала на појаву перколационог прага и анализу електричних својстава помоћу импедансне спектроскопије и теорије еквивалентног кола, што је и био основни циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације. Из списка реферисане литературе и радова које је кандидат објавио, а који су проистекли из истраживања у оквиру реализације докторске дисертације, може се закључити да кандидат адекватно познаје област истраживања, као и да је упознат са актуелним трендовима истраживања у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру реализације докторске дисертације коришћене су стандардне аналитичке и инструменталне методе за карактеризацију полазних конституената и испитивања својстава синтетизованих композита. Испитивања су обухватила одређивање расподеле величине честица методама оптичке микроскопије, скенирајуће електронске микроскопије (SEM), као и методом дифракције ласерске светлости. Испитивање састава и структуре полазних конституената и добијених композита вршено је помоћу инфрацрвене спектрометрије са *Fourier*-овом трансформацијом (ATR-FTIR), дифракције X зрака (XRD) и енерго дисперзионом спектроскопском анализом (SEM/EDX). Морфологија и микроструктура лигноцелулозе, коришћених металних прахова и финалних композита испитивана је помоћу оптичке микроскопије и скенирајуће електронске микроскопије у комбинацији са спектроскопијом X зрака (SEM/EDX). Термичка стабилност и термијско понашање лигноцелулозе и дела синтетизованих композита са саставом блиским перколационом прагу су испитана применом диференцијалне скенирајуће калориметријске анализе (DSC) и термогравиметријске анализе (TGA). У циљу анализе електричних својстава испитиваних композитних материјала одређивана је електрична проводљивост путем мерења отпорности U/I методом као и методом импедансне спектроскопије (IS). Могуће остварене везе у композиту испитиване су применом FTIR спектроскопије. Примењене методе истраживања су адекватне областима које су обухваћене у докторској дисертацији.

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу анализе експерименталних резултата прикупљених кроз реализацију тезе може се закључити да је остварен велики допринос унапређењу фундаменталних знања из области електропроводних композита са биоразградивом матрицом и металним праховима. Стечена сазнања се могу применити за оптимизацију удела металног праха у биоразградивој матрици у циљу постизања жељене вредности и контроле електричне проводљивости композита са већом еколошком прихватљивошћу и бољим економским аспектом. Верификација остварених резултата у оквиру дисертације постигнута је и објављивањем радова који из ње проистичу у међународним научним часописима из ове области.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Мирослав М. Павловић, дипл.инж. технологије, је током израде докторске дисертације испољио самосталност и стручност у претраживању савремене литературе, планирању истраживања, осмишљавању, припреми и реализацији експеримената, карактеризацији материјала као и прикупљању, систематизацији и анализи добијених резултата. На основу испољеног квалитета, заинтересованости и стручности у обављању досадашњих научних и стручних активности, Комисија сматра да кандидат Мирослав М. Павловић поседује све квалитете који су неопходни за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос резултата истраживања остварених у овој докторској дисертацији у погледу добијања и карактеризације електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова се огледа у следећем:

- Развијени су нови електро-проводни композитни материјали са биоразградивим матрицама и металним праховима са развијеним слободним површинама;
- Испитан је и дефинисан утицај структуре и процесирања композита на механичка и електропроводна својства композита.
- Дошло се до проширења фундаменталних знања из области електричне проводљивости композитних материјала и перколационе теорије.
- Успостављене су корелације између структуре и морфологије честица метала и електричне проводљивости композита као и на положај и понашање перколационог прага;
- Дат је допринос разумевању теорије проводних путева при различитим фреквенцијама улазног струјног сигнала услед слојевите структуре и појаве слојевите отпорности узорка.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације су, након опсежног и детаљног прегледа литературе из ове области, конципирана тако да пруже нова фундаментална сазнања о структурним својствима композита и односима између полимерне матрице и металних честица ради бољег разумевања електричне проводљивости ових материјала. Други главни циљ ове тезе је довођење у везу физичких карактеристика полимера и честица са електричном проводљивошћу целокупног биоразградивог композита. Овај приступ је укључивао како класичну тако и динамичку перколациону карактеризацију, заједно са

бројним тестовима физичких и механичких својстава металних, полимерних и композитних материјала. То је нарочито битно јер се већина ранијих студија из ове области бавила превасходно карактеризацијом помоћу емпиријских резултата.

У оквиру дисертације су систематично приказани резултати морфологије, структуре и карактеристика бакарног праха добијеног електрохемијским путем при константном струјно-напонском режиму, хемијски добијеног праха сребра и лигноцелулозног праха као полимерне матрице и њихових композита.

Добијени резултати указују на то да облик и морфологија честица бакарног праха, у описаном случају честице са веома развијеном слободном површином и изразито дендритичном и разгранатом структуром, играју значајну улогу на појаву електричне проводљивости односно појаву перколационог прага. Електрична проводљивост композита одређена на основу резултата мерења импедансе, као и мерењем DC U/I карактеристика истих је у сагласности са објављеним резултатима у литератури. Уочена је слојевита електрична проводљивост кроз целокупну запремину, при чему је показано да су отпорности унутрашњих слојева лимитирајући процеси укупне отпорности композита. Показно је да се отпорност повећава услед повећања доприноса дела унутрашње површине полимерне матрице са смањењем фреквенције наизменичне струје, као и да граница зрна такође игра значајну улогу. Дошло се до закључка да долази до стварања унутрашњег наелектрисања слободног простора на границама фаза што доводи до значајног повећања концентрације покретљивих дефеката у структури композита, дајући одговор еквивалентног струјног кола у виду чисто геометријског смањења проводљивости у погледу јединственог кристала, који се манифестује у виду издужених куплованих отпорности са константним импедансним "репом" на нижим фреквенцијама кола. Утврђено је да поликристалиничност, велика слободна површина, већи број међучестичних контаката и ефекат границе зрна бакарног праха представљају кључне факторе који утичу на перколациони праг композита. Такође је утврђено да ефекат паковања честица металних прахова помера вредност перколационог прага ка нижим вредностима запреминског удела пуниоца. Испитивања термичких својстава су показала благо повећање термичке стабилности композитних материјала, као и повећање температуре преласка у стакласто стање полимерне матрице до 20°C.

Уз наведено, може се напоменути да стечена сазнања могу послужити за оптимизацију удела металног праха у биоразградивој матрици са циљем постизања унапред дефинисане вредности електричне проводљивости композита уз већу еколошку и економску прихватљивост.

Резултати проистекли из истраживања у овој докторској дисертацији, значајно су унапредили постојећа научна знања из области електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова и отварају могућност дизајнирања и производње електропроводних композита са унапред дефинисаним карактеристикама.

4.3. Верификација научних доприноса

Мирослав Павловић је аутор и коаутор 4 рада у истакнутим међународним часописима M22, 2 рада у међународном часопису M23, 14 саопшења са међународног скупа штампаних у целини M33, 3 саопшења са међународног скупа штампаних у изводу M34, 1 рада у водећем часопису националног значаја M51 и 1 рада у часопису националног значаја M52.

Објављени научни радови и саопштења:

M22 – Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Pavlović, M.G., Talić, N., Bojanić, V.: Electrical Conductivity of Lignocellulose Composites Loaded with Electrodeposited Copper Powders, *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol 6, 2011, pp. 3812-3829. (IF=3.729) ISSN: 1452-3981
2. Pavlović, Lj. J., Pavlović, M. G., **Pavlović, M. M.**, Nikolić, N. D., Tomić, M. V.: The Effect of Periodically Changing Regimes on the Electrodeposition of Silver Powder *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol 6, 2011, pp. 6741-6750 (IF=3.729) ISSN: 1452-3981
3. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Pavlović, M.G., Bojanić, V., Nikolić, N.D., Aleksic, R.: Electrical Conductivity of Lignocellulose Composites Loaded with Electrodeposited Copper Powders Part II. Influence of Particle Size on Percolation Threshold, *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol. 7, 2012, pp. 8883-8893. (IF=3.729) ISSN: 1452-3981
4. **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G., Panić, V., Talić, N., Vasiljević, Lj., Tomić, M.V.: Electrical Conductivity of Lignocellulose Composites Loaded with Electrodeposited Copper Powders Part III. Influence of Particle Morphology on Appearance of Electrical Conductive Layers, *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol 7, 2012, pp. 8894-8904. (IF=3.729) ISSN: 1452-3981

M23 – Рад у међународном часопису

1. Ćosović, V.R., **Pavlović, M.M.**, Ćosović, A.R., Vulić, P.J., Premović, M.M., Živković, D.T., Talić, N.M.: Microstructure Refinement and Physical Properties of Ag-SnO₂ Based Contact Materials Prepared by High-Energy Ball Milling, *Science of Sintering*, Vol 45, No 2, 2013, pp. 173-180. (IF=0.278) ISSN: 0350-820X
2. **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G., Ćosović, V., Bojanić, V., Nikolić, N.D., Aleksic, R., Influence of Electrolytic Copper Powder Particle Morphology on Electrical Conductivity of Lignocellulose Composites and Formation of Conductive Pathways, *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol 9, 2014, pp. 8355-8366 (IF=1.956) 1452-3981

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Bojanić, V., Talić, N., Pavlović, M.G.: Elektroprovodni kompozitni materijali na bazi lignoceluloze i bakarnog praha, *Proceedings CD of the II International Congress "Engineering, Ecology and Materials in the Processing Industry*, March 2011, Jahorina, Bosnia & Herzegovina, pp. 1270-1275
2. Pavlović, M.G., Talić, N., **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Bojanić, V., Tomić, M.V.: Strukturne karakteristike kompozitnih materijala lignoceluloze i bakra, *Proceedings CD of the XIII YUCORR –Exchanging Experiences in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection, International Conference*, April 05.-08., 2011., Tara, Serbia, pp. 265-272.
3. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Talić, N., Živković, D., Pavlović, M.G., Aleksić, R.: Electrical Conductivity of Lignocellulose Composites Loaded With Chemically Deposited Silver Powders, *Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy*, October 2012, Bor, Serbia, pp. 461-464.
4. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Talić, N., Pavlović, M.G., Bojanić, V.: Struktura i svojstva elektroprovodnih kompozitnih materijala na bazi lignoceluloze i bakarnog praha, *Proceedings CD of the XIV YUCORR –Exchanging Experiences in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection*, April 17.-20., 2012., Tara, Serbia, pp.169-176.
5. **Pavlović, M.M.**, Šašić, R., Stajić-Trošić, J., Bojanić, V., Stevanović, J.: Electrical conductivity of lignocellulose composites loaded with metal powders, *Proceedings CD of the 15. YUCORR – Meeting Point of the Science and Practice in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection*, September 17-20, 2013., Tara, Serbia, pp. 122-127.
6. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Talić, N., Gligotić, M., Pavlović, M.G.: Influence of electrolytic copper powder particle morphology on electrical conductivity of lignocellulose composites, *Proceedings CD of the 15. YUCORR – Meeting Point of the Science and Practice*

in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection, September 17-20, 2013., Tara, Serbia, pp. 312-319.

7. Ćosović, V., **Pavlović, M.M.**, Ćosović, A.R., Živković, D.T., Talić, N.M., Microstructure and physical properties of Ag-SnO₂ based contact materials prepared using high-energy ball milling, *Proceedings CD of the III International Congress, Engineering, Environment and Materials in Processing Industry*, March 4-6, 2013., Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp. 934 -939.
8. **Pavlović, M.M.**, Gligorić, M., Pavlović, M.G., Ćosović, V., Talić, N., Tomić, M.V.: Comparison of electrical conductivity of lignocellulose composites loaded with silver and copper powders, *Proceedings CD of the III International Congress, Engineering, Environment and Materials in Processing Industry*, March 4-6, 2013., Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp. 1087 -1094.
9. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Talić, N., Gligorić, M., Pavlović, M.G.: Influence of particle morphology on electrical conductivity of lignocellulose composites loaded with electrodeposited copper powders, *Proceedings CD of the III International Congress, Engineering, Environment and Materials in Processing Industry*, March 4-6, 2013., Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp. 1095 -1103.
10. Ćosović, V., Ćosović, A.R., **Pavlović, M.M.**, Kostov, A., Živković, D.T., Talić, N.M.: Nanocomposite Ag-SnO₂ electrical contacts prepared by template method, *Proceedings of the 1st Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe*, May 23-25, 2013., Belgrade, Serbia, pp.267-273.
11. **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G., Aleksić, R., Nikolić, N., Stajić-Trošić, J. Electrical conductivity of the copper filled lignocellulose composites and formation of the conductive pathways, *16. YUCORR – Meeting Point of the Science and Practice in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection, International Conference, Proceedings, CD*, ISBN 978-86-82343-21-9, May 27-30, 2014., Tara, Serbia, pp. 52-58.
12. **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.M., Ćosović, V., Gligorić, M., Bojanić, V., Influence of filler morphology on electrical conductivity of biodegradable lignocellulose composites, *16. YUCORR – Meeting Point of the Science and Practice in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental Protection, International Conference, Proceedings, CD*, ISBN 978-86-82343-21-9, May 27-30, 2014., Tara, Serbia, pp. 284-293.
13. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Gligorić, M., Bojanić, V., Pavlović, M.G., Formation of the conductive pathways and electrical conductivity of the copper filled lignocellulose composites, *6th international Scientific conference on defensive technologies OTEH 2014, Proceedings, CD*, ISBN 978-86-81123-71-3, Belgrade, 09-10 October 2014, pp. 769-774.
14. V., Bojanić, **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G., Influence of particle morphology on electrical conductivity in lignocellulose and copper powder composites, *7th International congress „Contemporary materials 2014“*, *Proceedings*, 21-22. December 2014, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, pp. 75-84.

M34 – Сапштење са међународног скупа штампано у изводу

1. Pavlović, M.G., **Pavlović, M.M.**, Vasiljević, Lj., Ćosović, V., Talić, N.,: Electrical Conductivity of Biodegradable Composites Based on Electrodeposited Cu Powders and Lignocellulose, *CD of Abstracts of the 63rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry*, Prague, Czech Republic, 2012. pp. 08-024.
2. **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G., Ćosović, V., Talić, N., Aleksić, R.: Influence of Particle Size on Electrical Conductivity of Biodegradable Copper and Lignocellulose Based Composite, *Book of Abstracts of the 22nd Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, EL-5*, September, 2012, Ohrid, Macedonia, pp.152.
3. Bojanić, V., **Pavlović, M.M.**, Pavlović, M.G.: Influence of particle morphology on electrical conductivity in lignocellulose and copper powder composites, *Book of Abstracts of the Sixts*

International Scientific Conference-Contemporary Materials 2013, 2013, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, pp.77.

M51 – Рад у водећем часопису националног значаја

1. **Pavlović, M.M.**, Gligorić, M., Ćosović, V., Bojanić, V., Tomić, M., Pavlović, M.G., Electrical conductivity of the electrodeposited copper powder filled lignocellulose composites, *Contemporary materials*, Vol V-2, 2014, pp. 203-211. ISSN: 1986-8677

M52 – Рад у часопису националног значаја

1. **Pavlović, M.M.**, Ćosović, V., Talijan, N., Pavlović, M.G., Bojanić, V.: Struktura i svojstva elektroprovodnih kompozitanih materijala na bazi lignoceluloze i bakarnog praha, *Bakar*, Vol 37, No 1, 2012, pp. 1-10. ISSN: 0351-0212

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Резултати истраживања у оквиру докторске дисертације Мирослава Павловића доприносе повећању нивоа знања о структури и својствима електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера као и процесирању уз постизање унапред дефинисане вредности електричне проводљивости композита уз већу еколошку и економску прихватљивост.

На основу свега изложеног Комисија сматра да докторска дисертација под насловом: „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“ кандидата Мирослава М. Павловића, дипл. инж. технологије, представља оригинално научно дело у области Технолошког инжењерства, ужа научна област Инжењерство материјала, што је потврђено радовима објављеним у међународним научним часописима, као и бројним саопштењима на националним и међународним научним скуповима.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај извештај и да се да докторска дисертација под називом: „Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова“ кандидата Мирослава М. Павловића, дипл. инж. технологије, прихвати, изложи на увид јавности и након истека законом предвиђеног рока, упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те након завршетка процедуре, позове кандидата на усмену одбрану докторске дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 30.03.2015. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Весна Радојевић, ван. проф.
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др . Петар Ускоковић, ред. проф.
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др . Ђорђе Јанаћковић, ред. проф.
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др Васо Бојанић, ред. проф.
Пољопривредни факултет Универзитета у Бања Луци

.....
Др Владан Ћосовић, виши научни сарадник
Научна установа Институт ИХТМ, Универзитета у Београду