

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Маријане Терзић (2010/5024) за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 5024/10-1 од 08.09.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Маријане Терзић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Развој апаратуре за одређивање топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала по методи једностране заштићене топле плоче“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Маријана Терзић је рођена 26.04.1984. године у Ужицу где је завршила основну и средњу школу. Основне дипломске студије уписала је 2003. године на Електротехничком факултету у Београду, на смеру Микроелектроника, оптоелектроника и ласерска техника. Дипломирала је 2008. године са општим успехом 8.49 и оценом 10 на дипломском испиту, са темом "Полупроводнички оптички појачаваачи". Мастер студије је завршила 2010. године на Електротехничком факултету у Београду са општим успехом 10 и оценом 10 на мастер испиту са темом "Одређивање термофизичких особина паладијума импулсном методом са директним грејањем методе у широком температурном опсегу". Исте године у децембру уписује докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, на смеру Наноелектроника и фотоника. Запослена је од септембра 2010. године у Институту за нуклеарне науке "Винча" у Лабораторији за термотехнику и енергетику. Од јануара 2011. године ради на пројекту основних истраживања Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У циљу реализације програма усавршавања на докторским студијама Маријана Терзић, дипл.ел.инж. је положила следеће предмете:

Р.Бр	Предмет		Оцена	ЕСПБ	Рок	Датум	Потписао
	Акроним	Назив					
1	ДС1ТПН	Транспортни процеси у наноелектроници и фотоници	10	9	2011/2012 јун	07.06.2012.	Радуновић Јован
2	ДС2ЕЈ	Енглески језик	10	6	2011/2012 јун	17.06.2012.	Ђурић Милош
3	ДС1ПИК	Пројектовање интегрисаних кола	10	9	2011/2012 фебруар	20.02.2012.	Петричевић Слободан
4	ДС2ОПА	Одабрана поглавља из алгебре	9	9	2011/2012 фебруар	25.02.2012.	Радосављевић Зоран
5	ДС2ОММ	Оптоелектронске мерне методе	10	9	2011/2012 јануар	20.01.2012.	Петричевић Слободан
6	ДС2ПОТ	Простирање оптичких таласа у комплексним срединама	10	9	2011/2012 јануар	16.01.2012.	Цветић Јован
7	ДС2Т	Термовизија	9	9	2010/2011 септембар	01.09.2011.	Барбарић Жарко
8	ДС1МФК	Модерне фотонске компоненте и системи	10	9	2010/2011 јул	04.07.2011.	Матавуљ Петар
9	ДС2ИЕО	Електричне и оптичке карактеристике материјала у наноелектроници и фотоници	10	9	2010/2011 јул	10.07.2011.	Ромчевић Небојша
10	ДС2ФО	Фуријеова оптика	10	9	2010/2011 јул	29.06.2011.	Елазар Јован

Током докторских студија Маријана Терзић, дипл.ел.инж. је постигла следећи успех:

Просечна оцена (обавезни и изборни предмети)	9,8
Укупна просечна оцена (обавезни и изборни предмети, завршни рад)	9,8
Збир ЕСПБ (обавезни и изборни предмети)	87
Укупан збир ЕСПБ (обавезни и изборни предмети, завршни рад, обавезе)	120

Током рада у Институту „Винча“ кандидаткиња је стекла завидно знање и искуство из области експерименталне физике и метрологије. Резултати стеченог научноистраживачког искуства су објављени у следећим радовима и техничким решењима и презентовао на наведеним конференцијама:

1. M21: N.D. Milošević, **M.M. Babić**, Thermophysical properties of solid phase palladium over a wide temperature range, International Journal of Materials Research, Vol. 104, No. 5, p.462-470, 2013., ISSN 1862-5282

2. M23: N.D. Milošević, N.M. Stepanić, **M.M. Babić**, A relative humidity calibration from 5 to 45 °C in a mixed-flow humidity generator, Thermal Science, Vol. 16, No. 1, p.193-205, 2012., ISSN 0354-9836
3. M24: **M.M. Babić**, N.D. Milošević, N.M. Stepanić, Software Solution for Control and Data Acquisition in the Pulse Calorimetry Method, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol.10, No. 1, 13-21, February 2013, ISSN 1451-4869
4. M34: **M.M. Terzić**, N.D. Milošević, and N.M. Stepanić, Development of a Single-Sided Guarded Hot Plate Apparatus for Thermal Conductivity Measurements, ECTP2014 - 20th European Conference on Thermophysical Properties, <http://ectp2014.fc.up.pt>, September 2014
5. M51: **M.M. Babić**, N.D. Milošević, Impulsna metoda za određivanje termofizičkih osobina metala i legura u širokom temperaturnom opsegu, Termotehnika, Vol. 37, No. 2, 211-222, 2011., ISSN 0350-218X
6. M51: **M.M. Babić**, N.M. Stepanić, N.D. Milošević, Razvoj i primena programa za kontrolu i akviziciju signala kod etaloniranja merila relativne vlažnosti i temperature tačke rose, Termotehnika, Vol. 38, No. 1, 1-10, 2012., ISSN 0350-218X
7. M63: **M.M. Babić**, N.D. Milošević, Određivanje specifične toplote i specifične električne otpornosti metala i legura impulsnom metodom sa direktnim grejanjem u širokom temperaturnom opsegu, Zbornik radova, str. 159-166, Kongres metrologa, Kladovo 17-19 oktobar, 2011., ISBN 978-86-7518-139-2
8. M63: **M.M. Babić**, N.D. Milošević, Programsko rešenje za kontrolu i akviziciju signala kod impulsne kalorimetrijske metode, Zbornik radova LVI Konferencije ETRAN, ML3.8-1-4, Zlatibor, 11-14. juna 2012., ISBN 978-86-80509-67-9
9. M63: **M.M. Babić**, N.D. Milošević, N.M. Stepanić, Razvoj aparature za etaloniranje toplotnih fluksmetara po metodi jednostrane zaštićene tople ploče, Zbornik 57. konferencije ETRAN, str. ML3.1.1-4, Zlatibor, 3-6. juna 2013., ISBN 978-86-80509-68-6
10. M63: **M.M. Babić**, N.M. Stepanić, N.D. Milošević, Programska podrška etaloniranju merila temperature i vlažnosti vazduha u INN Vinča, Zbornik radova Kongres metrologa 2013, Bor, 16-18. oktobar 2013., ISBN 978-86-7287-040-4
11. M63: N.M. Stepanić, **M.M. Babić**, N.D. Milošević, IN SITU etaloniranje sistema za merenje temperature kod metode zaštićene tople ploče, Zbornik radova Kongres metrologa 2013, Bor, 16-18. oktobar 2013., ISBN 978-86-7287-040-4
12. M85: **Бабих М.М.**, Степанић Н.М., Милошевић Н.Д., Виртуелни инструмент за подешавање, контролу, приказ и аквизицију података код еталонирања мерила релативне влажности и температуре тачке росе коришћењем више-функционалних и више-каналних уређаја врхунских перформанси, НИВ-ИТЕ-477/МЛ, Београд-Винча, мај 2011

Тренутно је у фази израде научног рада из области дисертације за међународни часопис.

Кандидаткиња је 23.09.2014. пред комисијом у саставу др Јован Радуновић (редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), Јован Елазар (ванредни професор Државни универзитет у Новом Пазару – Департман за техничке науке), Вујо Дрндаревић (редовни професор Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) и Зоран Радаковић (редовни професор Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) успешно положила испит о подобности теме и кандидата о чему је сачињен и потписан записник.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Тематика до сада публикованих радова указују на усмереност кандидата на истраживања из области инструментације у термотехници као и експерименталној анализи својстава материјала. Кандидаткиња је више година у континуитету запослена у реномираној научно-истраживачкој институцији и то у лабораторији која је ангажована на истраживањима из уже

области израде дисертације. Узела је учешће у реализацији апаратуре за мерење термичких особина материјала дајући допринос креирањем математичко-физичког модела и развојем аквизиционо-мерне платформе. Резултати мерења који су остварени на овој апаратури публиковани су у међународним научним часописима из области дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Прецизно познавање вредности топлотне проводности материјала у зависности од температуре је неопходан услов за квалитетну термичку анализу било ког процеса преноса топлоте кондукцијом. На пример, на местима где се јавља проблем одвођења топлоте, као што су електронске компоненте, ласерске апликације, високоенергетски уређаји и снажни индустријски генератори, примењени материјали се између осталог бирају и на основу њихових вредности топлотне проводности која треба да буде што већа. Са друге стране се у грађевинарству, са циљем повећања енергетске ефикасности зграда, бирају материјали са што нижом вредности топлотне проводности у опсегу радних температура.

Топлотна проводност је интринсична физичка величина која је својствена материјалу или саставу датог узорка и зависи од температуре материјала. Ова величина се по правилу одређује експерименталним путем и то применом једне од више различитих метода у зависности од очекиване вредности топлотне проводности. Код одређивања топлотне проводности слабо проводних материјала користи се метода заштићене топле плоче која се заснива на остваривању стационарног једнодимензионалног преноса топлоте кондукцијом кроз узорак топлотно слабопроводног материјала и директној примени Фуријеовог закона провођења топлоте. Међутим, иако је принцип методе једноставан, реализација, тестирање и примена апаратуре којом се обезбеђују потребни услови једнодимензионалног топлотног флукса је дуготрајан и сложен процес.

Предмет овог рада је моделовање, реализација и валидација апаратуре за примену методе једностране заштићене топле плоче за одређивање топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала као што су керамике, полимери, гуме, материјали биолошког порекла и др и то у температурном опсегу од 10 °C до око 50 °C. У процесу моделовања и реализације биће примењен концепт предложен међународним стандардом ASTM C 1044-07, док ће се валидација апаратуре извршити коришћењем стандардног референтног материјала од пирекс стакла (BCR-039C, IRMM) са одговарајућим сертификатом. Посебна пажња биће усмерена ка одређивању укупне мерне несигурности крајњих резултата.

Циљ овог истраживања је развој и инсталација експерименталне методе за одређивање топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала у Лабораторији за термотехнику и енергетику Института ВИНЧА.

Значај дисертације је далекосежан и односи се на успостављање нових мерних могућности лабораторије за термофизичку карактеризацију материјала и то кроз примену међународних стандарда и препорука. Тиме се отвара могућност референтног испитивања наведених материјала на тржишту Републике Србије и региона, а самим тим и пружање поузданих и следивих информација о њиховом квалитету.

Основна литература коју кандидат треба да проучи у вези предвиђених истраживања је следећа:

1. K.D. Maglič, A. Cezairlian, V.E. Peletsky. (eds.), Compendium of Thermophysical Property Measurement Methods, Vol. 1 – Survey of Measurement Techniques, 1984.
2. K.D. Maglič, A. Cezairlian, V.E. Peletsky (eds.), Compendium of Thermophysical Property Measurement Methods, Vol. 2 – Recommended Measurement and Practices, 1992.
3. M.N. Özışık, Boundary Value Problems of Heat Conduction, International Textbook Company, 1968.
4. International Organization for Standardisation (ISO), Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), First Edition, 1993.

5. I.G. Donaldson, Computed Errors for a Square Guarded Hot Plate for the Measurement of Thermal Conductivity of insulating materials, Brit. J. Appl. Phys., Vol 13, 598-602, 1962
6. Q. T. Pham, C. G. Smith, Thermal imbalance errors and effective area in guarded hot plates, Review of Scientific Instruments, Vol. 57, No.1, 99-105, 1986
7. B. Peavy, B. Rennex, Circular and Square Edge Effect Study for Guarded-Hot-Plate and Heat-Flow-Meter Apparatus, Journal of Thermal Insulation, Vol. 9, 254-300, 1986
8. R.R. Zarr, Assessment of Uncertainties for the NIST 1016 mm Guarded-Hot-Plate Apparatus: Extended Analysis for Low-Density Fibrous-Glass Thermal Insulation, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 115, 23-59, 2010
9. S. Dubois, F. Lebeau, Design, construction and validation of a guarded hot plate apparatus for thermal conductivity measurement of high thickness crop-based specimens, Materials and Structures, DOI 10.1617/s11527-013-0192-4, 2013
10. M. Li, H. Zhang, Y. Ju, Design and construction of a guarded hot plate apparatus operating down to liquid nitrogen temperature, Rev. Sci. Instrum. Vol 83, 075106, 2012
11. B. Hay, R. Zarr, C. Stacey, L. Lira-Cortes, U. Hammerschmidt, N. Sokolov, J. Zhang, J.-R. Filtz, N. Fleurence, Analysis of thermal-conductivity measurement data from international comparison of national laboratories, Int. J. Thermophys., DOI 10.1007/s10765-012-1225-x, 2012.
12. J. Xaman, L. Lira, J. Arce, Analysis of the Temperature Distribution in a Guarded Hot Plate Apparatus for Measuring Thermal Conductivity, Applied Thermal Engineering, Vol. 29, 617-623, 2009.
13. D. Salmon, Thermal conductivity of insulations using guarded hot plates, including recent developments and sources of reference materials, Meas. Sci. Technol., Vol. 12, R89-R98, 2001.
14. D.R. Salmon, R.P. Tye, An inter-comparison of a steady-state and transient methods for measuring the thermal conductivity of thin specimens of masonry materials, Journal of Building Physics, Vol. 34, No. 3, 247-261, 2011.

3. Полазне хипотезе

Топлотна проводност је једна од најзначајнијих термофизичких особина материјала и игра кључну улогу код моделовања процеса преноса топлоте кондукцијом и термичког ширења. Да би се постигли поуздани резултати моделовања вредности топлотне проводности примењених материјала морају бити што прецизније дефинисане у датом температурном опсегу. Важност познавања вредности топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала се све чешће јавља и у оквиру пројеката испитивања енергетске ефикасности зграда што такође намеће потребу за прецизним одређивањем ове особине материјала на различитим температурама њихове примене.

У Лабораторији за термотехнику и енергетику Института за нуклеарне науке „Винча“ се примењује апаратура за одређивање топлотне проводности термоизолационих материјала као што су полистирени и експандирани полимери, вуне и сл. и то методом двостране заштићене топле плоче. Новом апаратом се проширује опсег мерених вредности топлотне проводности у области слабо проводних материјала као што су керамике, стакла, материјали биолошког порекла и сл.

4. Научне методе истраживања

- У првој фази истраживања разматраће се теоретске основе модела преноса топлоте кондукцијом и саме методе.
- У процесу пројектовања апаратуре, односно израде њеног модела, приступиће се нумеричком моделовању помоћу комерцијалног програмског алата базираног на примени методе коначних елемената (finite element method - FEM).

- Кроз различите симулације испитиваће се различити утицаји на једнодимензиони топлотни флуks кроз референтни материјал.
- Симулацијом 3D модела главних делова апаратуре, задавањем различитих вредности параметара, димензија и облика појединих делова, истражиће се оптимално и економски исплативо решења.
- Након одабира погодних материјала за конструкцију апаратуре приступа се њеној изради, а затим и пробним мерењима уз развој новог рачунарског програма за контролу, праћење и приказивање података.
- Последња фаза рада ће представљати процедуру валидације апаратуре уз обраду резултата и прорачун мерне несигурности.

5. Очекивани научни допринос

- Развој модела апаратуре ради оптимизације рада и мерења (праћење топлотног флуksа кроз систем, испитивање утицаја топлотног контактеног отпора, утицаја заштитне изолације, као и температуре амбијента).
- Развој модела грејача и хладњака ради постизања униформности температуре на површинама од интереса и смањења мерне несигурности методе
- Развој и примена различитих корекција вредности паразитних флуksа, односно губитака топлоте из система.
- Развој мерне процедуре и контроле мерења, процедуре обраде података уз прорачун мерне несигурности.
- Валидација апаратуре испитивањем поредивости измерене вредности топлотне проводности са вредностима топлотне проводности сертификованог материјала.

6. План истраживања и структура рада

Након теоријског разматрања и прегледа постојеће литературе о различитим доприносима развоју и примени методе заштићене топле плоче за одређивање топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала, истраживање ће бити окренуто ка моделовању, затим практичној реализацији апаратуре и на крају њеној валидацији. Симулацијама различитих 2D и 3D модела процес пројектовања има за циљ оптимизацију рада апаратуре као целине и њених главних делова ради генерисања једнодимензионалног топлотног флуksа кроз узорак испитиваног материјала. Израда свих делова апаратуре и извора напајања ће бити реализована у техничкој и електронској радионици Лабораторије за термотехнику и енергетику, као и ангажовањем појединих екстерних предузећа у земљи. Након пројектовања и израде апаратуре, извршиће се њена валидација одређивањем топлотне проводности узорка сертификованог материјала на више радних температура уз комплетну анализу и процену укупне мерне несигурности резултата.

План даљег рада са апаратуром подразумева проширење опсега рада апаратуре, као и њене модификације ради коришћења за еталонирање топлотних флуksметара.

7. Закључак и предлог

Имајући у виду избор предмета и просек оцена на мастер студијама, тематику и високу оцену мастер рада, стечено вишегодишње стручно искуство на месту запослења из области израде дисертације, учешће на научно-истраживачким пројектима, тематику публикованих научних резултата и реализовану наменску апаратуру, мишљења смо да кандидаткиња

поседује потребно предзнање, мотивацију и радне услове да успешно приступи изради докторске дисертације.

Комисија предлаже да се дисертацији да нови наслов: „Одређивање топлотне проводности слабо проводних чврстих материјала методом једностране заштићене топле плоче“. Комисија сматра да је кандидаткиња подобна за реализацију предвиђених циљева истраживања.

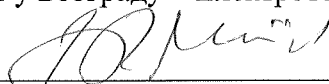
Докторска дисертација припада ужој научној области физичка електроника. За ментора дисертације предлажемо Др Слободана Петричевића, ванредног професора на Електротехничком факултету у Београду, чији се списак радова на одговарајућем формулару Универзитета налази у прилогу.

У Београду
02.10.2014.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



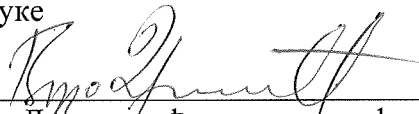
др Слободан Петричевић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



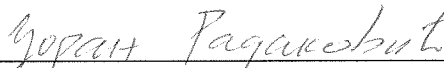
др Јован Радуновић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Јован Елазар, ванредни професор
Државни универзитет у Новом Пазару – Департман за
техничке науке



др Вујо Дрндаревић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Радаковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

