

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Ђорђевић Љубомир Милан
Датум и место рођења	03.05.1977., Ниш, Србија
Основне студије	
Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Термоенергетика и термотехника
Звање	Машински инжењер
Година уписа	1996
Година завршетка	2003
Просечна оцена	8.22

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ			
Примљено: 02. 9. 2016.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредности
	612-538/16		

Мајстер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Термоенергетика и термотехника
Звање	Дипломирани инжењер машинства
Година уписа	1996
Година завршетка	2003
Просечна оцена	8.22
Научна област	Машинско инжењерство Ужа научна област – Термотехника, термоенергетика и процесна техника
Наслов завршног рада	Пројекат термотехничких инсталација хотела „Randes“ у Нишу

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Енергетика и процесна техника
Година уписа	2008.
Остварен број ЕСПБ бодова	160
Просечна оцена	9.78

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у спиралном набораном топлотном апсорберу концентрисаног зрачења
Име и презиме ментора, звање	др Велимир Стефановић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-009/15-017 у Нишу, 07.12.2015. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	218
Број поглавља	7
Број слика (шема, графика)	98
Број табела	19
Број прилога	3

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Đorđević, M., Stefanović, V., Mančić, M., Pressure Drop and Stability of Flow in Archimedean Spiral Tube with Transverse Corrugations, <i>Thermal Science</i>, 20 (2016), 2, pp. 579-591.</p> <p>Експерименталним путем је истраживан изотермски пад притиска при стационарним условима струјања Њутновских флуида у Архимедовој спирали са кружним попречним наборима. Добијене су корелације за пад притиска и критеријуми стабилности струјања за различите режиме струјања у опсегу $Re=150\div 15,000$. Разматран је утицај карактеристичних геометријских група које узимају у обзир све геометријске параметре Архимедове спирале и наборане цеви. Експерименталном истраживању пада притиска у набораној Архимедовој спирали претходило је експериментално истраживање пада притиска у правој набораној цеви, како би се одредио <i>Darcy</i>-јев фактор трења. Увид у вредности пада притиска у наведеној геометрији спиралног апсорбера топлотног зрачења при различитим протоцима је значајно за процену ефикасности размењивача топлоте.</p>	M23
2	<p>Đorđević, M., Mančić, M., Mitrović, D., Energy and Exergy Analysis of Coal Fired Power Plant, <i>FACTA UNIVERSITATIS, Series: Working and Living Environmental Protection</i>, 11 (2014), pp. 163-175.</p> <p>У овом раду извршена је термодинамичка анализа термоелектране базирана на концепту енергетских губитака, продукције ентропије и деструкције ексергије. Показано је да се највећи губици енергије у околину јављају у кондензатору, док се највећа деструкција ексергије јавља у котлу. Енергетске и ексергетске карактеристике термоелектране срачунате су за услове рада при максималном оптерећењу и при 75% максималног оптерећења. Свака компонента система је моделирана по принципу "black box", док је билансирање енергије и ексергије вршено на основу радних параметара.</p>	M51
3	<p>Đorđević, M., Stefanović, V., Vukić, M., Numerical Investigation on the Convective Heat Transfer in a Spiral Coil with Radiant Heating, <i>Proceedings of the 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2015</i>, Sokobanja, Serbia, October 20-23, 2015, ISBN 978-86-6055-076-9, pp. 836-844.</p> <p>Нумеричким путем је истраживан пренос топлоте у спиралним цевима при ламинарном, прелазном и турбулентном режиму струјања. Архимедова спирала изложена је концентрисаном зрачењу и представља топлотни апсорбер параболоидног концентришућег соларног пријемника. Специфични гранични услови представљају јединственост ове студије. Транспортне једначине за стационарне тродимензионалне случајеве решаване су применом транзиционог SST модела турбуленције. Резултати указују да секундарна струјања значајно утичу на карактер струјања и да је прелаз топлоте изразито асиметричан по обиму. Иако је укупан ниво турбуленције нижи него у правој цеви, интензитет преноса топлоте је већи због модификација брзинског и температурског поља насталих усред закривљења цеви.</p>	M33
4	<p>Đorđević, M., Stefanović, V., Pavlović, S., Mančić, M., Numerical Analyses of the Radian Heat Flux Produced by Quartz Heating System, <i>Proceedings of the 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI Century, MASING 2015</i>, Niš, Serbia, September 17-18, 2015, ISBN 978-86-6065-072-1, pp. 75-80.</p> <p>Нумеричким методама је анализирана расподеле специфичног флукса топлотног зрачења произведеног од стране низа кварцних грејача и рефлексионих површина. Разматрани зрачећи систем грејања представља експерименталну апаратуру за симулацију рада топлотног апсорбера изложеног концентрисаном зрачењу. Детаљни тродимензионални Surface-to-Surface Hemicube модел је примењен како би се испитале катрактеристике топлотног зрачења наведене експерименталне апаратуре. Нумеричким предвиђањима се разматра утицај варирања растојања између кварцних грејача и циљне површине, као и утицај различито позиционираних рефлексионих површина.</p>	M33

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

Кандидат Милан Ђорђевић поднео је 07.04.2015. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу захтев (број 612-256/15) за одобрење теме докторске дисертације под насловом "Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у спиралном набораном топлотном апсорберу концентрисаног зрачења".

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу је на седници одржаној 08.10.2015. године, на основу Извештаја Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације (број 612-520/15 од 27.08.2015.), одлуком број 612-620-8/2015 усвојило наведену тему докторске дисертације и предложило др Велимира Стефановића, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу је на седници одржаној 07.12.2015. године Одлуком број 8/20-01-009/15-017 дало сагласност на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације и именovalo др Велимира Стефановића, редовног професора машинског факултета у Нишу, за ментора за израду докторске дисертације (Одлука број 8/20-01-009/15-018).

Кандидат Милан Ђорђевић је 21.06.2016. године поднео захтев (број 612-407/16) Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу за одређивање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу је на седници одржаној 04.07.2016. године Одлуком број 8/20-01-005/16-028 именovalo Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације на Машинском факултету у Нишу кандидата Милана Ђорђевића, под називом "Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у спиралном набораном топлотном апсорберу концентрисаног зрачења", у саставу: др Велимир Стефановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Градимир Илић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Небојша Лукић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, др Мића Вукић, редовни професор Машинског факултета у Нишу и др Драган Калаба, ванредни професор Факултета техничких наука у Косовској Митровици.

Кандидат Милан Ђорђевић је првопотписан аутор једног рада објављеног у часопису са SCI листе из теме докторске дисертације, као и првопотписани аутор једног рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу из уже области којој припада тема докторске дисертације.

На основу претходно наведеног, кандидат Милан Ђорђевић испуњава све услове за оцену и одбрану докторске дисертације предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом Машинског факултета у Нишу.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Докторска дисертација се састоји из 7 поглавља и одговарајућих прилога: пописа слика и табела, коришћене литературе (195 цитираних библиографских јединица), прилога и кратке биографије аутора. По форми и садржају рад у потпуности испуњава постојеће стандарде за докторску дисертацију. Наслови поглавља у докторској дисертацији су следећи:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Експериментална апаратура
4. Термичка анализа
5. Анализа експерименталних резултата и дискусија
6. Нумеричка анализа
7. Закључци и смернице за будућа истраживања

Истраживања у оквиру докторске дисертације обухватају следеће:

У *Првом поглављу* су разматране могућности примене цевних размењивача топлоте спиралне геометрије са наборима као апсорбера концентрисаног соларног зрачења у циљу оправданости истраживања и предлагања нових конструкционих решења. Приказане су специфичности истраживања утицаја струјних, физичких и термичких услова, као и геометрије спиралног набораног топлотног апсорбера, на локални интензитет размене топлоте и пад притиска. Дефинисани су циљеви истраживања и истраживачке методе.

У *Другом поглављу* дате су теоријске основе и детаљан преглед референтних актуелних истраживања из домена термо-струјних процеса у цевима са константним и променљивим радијусом закривљења, као и у струјним

каналима карактерисаним високим вредностима релативне храпавости зидова. Дат је кратак резиме једног броја актуелних и цитираних истраживања која се баве овом проблематиком.

У *Трећем поглављу* је дат детаљан опис експерименталне апаратуре која се састоји од спиралног набораног топлотног апсорбера са пратећим хидрауличним системом и зрачећег система грејања. Приказан је детаљан опис инструментације експерименталне апаратуре, експерименталних поступака и аквизиције података.

У *Четвртном поглављу* је приказана математичка анализа неопходна за одређивање карактеристика процеса преноса топлоте на основу добијених експерименталних података. У првом делу су егзактно формулисане величине неопходне за одређивање локалног коефицијента прелаза топлоте на унутрашњој површини спиралне наборане цеви. У другом делу је, на основу експерименталних података и нумеричких експеримената, извршена прецизна калибрација нумеричког модела зрачења, чиме је одређена расподела специфичног флукса апсорбованог топлотног зрачења на изложеној површини топлотног апсорбера. Такође су одређене оптималне вредности закривљености за наборане и глатке цеви са становишта ефикасности апсорпције топлотног зрачења.

У *Петом поглављу* је дата анализа експерименталних резултата и дискусија термо-струјних процеса у спиралном набораном апсорберу топлотног зрачења. Анализирани су пад притиска и стабилност струјања у правој цеви и Аримедовој спирали са попречним наборима, при чему су дати корелациони изрази за одређивање вредности пада притиска и критичних Reynolds-ових бројева. Систематска студија прелаза топлоте у Аримедовој спирали са попречним наборима заснована је на 146 потпуних серија мерења. Приказан је утицај струјних, термичких и физичких услова на расподелу локалних вредности Nusselt-овог броја. Вишеструком нелинеарном регресионом анализом добијене су уопштене корелационе зависности вредности обимно осредњеног Nu броја применљиве у широком опсегу струјних, физичких и геометријских параметара. Велика база експерименталних података утиче на смањење утицаја случајних грешака, чинећи статистички приступ врло поузданим.

У *Шестом поглављу* дата је систематска процена адекватности RANS модела турбуленције различите сложености (двоједначинских модела и модела другог реда) за предвиђање термо-струјних процеса у цевима са променљивим радијусом закривљења карактерисаним високом вредношћу релативне храпавости. Верификација нумеричких модела вршена је поређењем са сопственим експерименталним резултатима, при чему су дате препоруке за избор модела турбуленције и нумеричких метода у зависности од струјних и геометријских параметара. Сложени процеси струјања и преноса топлоте у спиралном топлотном апсорберу са наборима су разматрани применом нумеричких визуализација струјања са приказима поља притиска, брзине, температуре, кинетичке енергије турбуленције и вртложности. Нумеричким путем додатно је истражен утицај геометријских карактеристика набора изван експерименталног опсега на термо-струјне процесе. Исход представља могућност одређивања најефикаснијег опсега радних режима и конструкционих побољшања разматраног топлотног апсорбера.

У *Седмом поглављу* су дати закључци до којих је аутор дошао у току истраживања и анализом добијених резултата, као и смернице за даља истраживања и развој нових конструкционих решења.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Истраживањем у оквиру докторске дисертације, кандидат Милан Ђорђевић је остварио све циљеве постављене у пријави теме докторске дисертације. Основни циљ истраживања је био одређивање утицаја струјних, термичких и физичких услова, као и геометрије спиралног набораног топлотног апсорбера, на пад притиска и локални интензитет размене топлоте. Поређење експерименталних и нумеричких резултата јасно указује на неопходност базирања истраживања термо-струјних процеса у струјним каналима сложених геометрија на експерименталним методама.

Кандидат је такође у потпуности реализовао и све појединачне циљеве експерименталног и нумеричког истраживања постављене пријавом ове теме. На основу резултата експерименталног истраживања на лабораторијском топлотном апсорберу спиралне геометрије са наборима формирана је опсежна база података која се може користити за верификацију будућих нумеричких кодова, као и оптимизацију конструкционих параметара топлотних апсорбера изложених концентрисаном зрачењу.

Извршена је детаљна процена способности RANS модела турбуленције да репродукују експерименталне резултате у случајевима струјања и преноса топлоте у цевима променљивог радијуса закривљења чији су зидови карактерисани дискретним елементима храпавости. Нумеричким путем је извршена анализа утицаја геометријских карактеристика кружних набора на термо-струјне процесе ради процене најповољнијих конструкционо остваривих решења спиралних топлотних апсорбера.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

Тема истраживања докторске дисертације је веома значајна, како због актуелности проблематике ефикаснијег коришћења соларне енергије, тако и због могућности проширења намене размењивача топлоте овакве

конструкције, што представља оправдан разлог за додатна истраживања и публикавање резултата. Основни научни доприноси дисертације се огледају у следећем:

- одређивање утицаја струјних, физичких и термичких услова, као и геометрије спиралног набораног топлотног апсорбера, на локални интензитет размене топлоте на основу резултата експерименталног и нумеричког истраживања;
- потпуније разумевање карактеристика топлотних апсорбера, чиме се умањују ризици примене нових конструкционих решења ових размењивача топлоте у високоефективним соларним системима;
- добијање поузданих критеријалних зависности за одређивање пада притиска и интензитета конвективног прелаза топлоте за широке опсеге струјних, физичких и геометријских параметара, које су применљиве у инжењерској пракси;
- развој широко применљиве нумеричке методологије за детаљно симулирање термичких процеса зрачећих система грејања;
- систематска процена способности RANS модела турбуленције различите сложености да предвиде термо-струјне процесе у цевима променљивог радијуса закривљења чији су зидови карактерисани дискретним елементима храпавости, као и давање јасних препорука за одабир одговарајућих нумеричких метода и нумеричких шема;
- анализа сложених процеса струјања и преноса топлоте у закривљеним геометријама високе релативне храпавости путем нумеричких визуализација струјања, упоредо са израчунатим пољима брзине, притиска, температуре и турбулентних карактеристика.

У даљим истраживањима је могуће проширење валидности датих корелационих израза и модела на термотехничке апарате сличних геометрија и различитих намена.

Оцена самосталности научног рада кандидата

Кандидат поседује потребна мултидисциплинарна знања и способност њихове синтезе у изради дисертације. Кандидат је показао висок ниво самосталности, систематичности и оригиналне вештине у решавању задатака. Спроведеним истраживањима у оквиру ове дисертације кандидат је показао да успешно користи знања из области преноса топлоте и масе, као и да поседује потребан ниво самосталности у реализацији експерименталних истраживања и софтверских симулација процеса.

ЗАКЉУЧАК

Прегледом докторске дисертације и анализом приказаних резултата, Комисија за оцену и одбрану доноси следеће закључке:

- садржај поднете докторске дисертације у потпуности одговара теми коју је верификовала Комисија за оцену подобности и научне заснованости и усвојило Научно-наставно веће Машинског факултета Универзитета у Нишу и Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу;
- кандидат је овладао знањима из области теоријских и примењених процеса преноса топлоте и масе потребним за израду докторске дисертације;
- кандидат је приказао потребну самосталност и инвентивност у научно-истраживачком раду и дошао до оригиналних резултата;
- кандидат је у приказу истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама;
- добијени резултати су конкретни и апликативни и омогућавају моделирање и развој термотехничких апарата високе ефикасности.

На основу наведених закључака и остварених научних резултата кандидата публикованих у часописима и саопштених на тематским конференцијама из уже научне области којој припада тема докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације сматра да поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан допринос развоју ове научне области и предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу и Научно-стручном већу Универзитета у Нишу да рад Милана Ђорђевића, дипл. маш. инжењера под називом:

“ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО И НУМЕРИЧКО ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМО-СТРУЈНИХ ПРОЦЕСА У СПИРАЛНОМ НАБОРАНОМ ТОПЛОТНОМ АПСОРБЕРУ КОНЦЕНТРИСАНОГ ЗРАЧЕЊА”

прихвати као докторску дисертацију и да кандидата позове на усмену јавну одбрану.


КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије

8/20-01-005/16-028

Датум именовања Комисије

04.07.2016.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Велимир Стефановић, редовни професор	председник, ментор	
	Термотехника, термоенергетика и процесна техника	Машински факултет Универзитета у Нишу	
(Научна област)	(Установа у којој је запослен)		
2.	Др Градимир Илић, редовни професор	члан	
	Термотехника, термоенергетика и процесна техника	Машински факултет Универзитета у Нишу	
(Научна област)	(Установа у којој је запослен)		
3.	Др Небојша Лукић, редовни професор	члан	
	Термодинамика и термотехника	Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу	
(Научна област)	(Установа у којој је запослен)		
4.	Др Мића Вукић, редовни професор	члан	
	Термотехника, термоенергетика и процесна техника	Машински факултет Универзитета у Нишу	
(Научна област)	(Установа у којој је запослен)		
5.	Др Драган Калаба, ванредни професор	члан	
	Термотехника и термоенергетика	Факултет техничких наука у Косовској Митровици	
(Научна област)	(Установа у којој је запослен)		

Датум и место:

Август 2016. год.,

у Нишу, Крагујевцу и Косовској Митровици.