

Примљено: 27. 4. 2015.			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
	612-290/	15	

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације

Одлуком Наставно - научног већа Машинског факултета у Нишу бр. 612-220-8/2015, од 30.03.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану дисертације кандидата Младена Томића, дипл. инж. маш. под називом:

„ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО И НУМЕРИЧКО ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕРМО-СТРУЈНИХ ПРОЦЕСА У ПАКЕТУ ПЕРФОРИРАНИХ ПЛОЧА”

Након прегледа докторске дисертације, сагласно Закону о високом образовању, Статуту Универзитета у Нишу и Статуту Машинског факултета у Нишу, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Садржај и обим докторске дисертације

Докторска дисертација Младена Томића, дипл. инж. маш. садржи укупно 139 страница формата А4. На почетку дисертације дат је Резиме на српском и енглеском језику, након чега следи Списак најчешће коришћених ознака, Захвалница и Садржај. Текст дисертације изложен је на 129 страница и подељен је у 6 поглавља. На крају је дат преглед коришћене литературе са укупно 118 референци, од чега је 6 аутоцитата, попис слика и табела, као и кратка биографија аутора. У оквиру дисертације се налази укупно 76 слика и 15 табела.

Хронологија одобравања израде дисертације

Молбу за одобрење за израду докторске дисертације под називом „Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча” кандидат је поднео Катедри за термотехнику, термоенергетику и процесну технику 27.02.2014. године. Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу је на седници од 28.03.2014. године одлуком број 612-236-4/2014 именовало Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације у саставу др Мића Вукић, ванредни професор Машинског факултета у Нишу, др Градимир Илић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Жарко Стевановић, научни саветник Института за Нуклеарне науке Винча, др Јелена Јаневски, доцент Машинског факултета у Нишу и др Предраг Живковић, доцент Машинског факултета у Нишу.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу је на седници од 17.06.2014. године на основу позитивног извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом „Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча” одлуком бр. 612-398-4/2014, усвојило тему и именовало др Мићу Вукића, ванредног професора Машинског факултета у Нишу за ментора.

Научно-стручно веће за техничко технолошке науке Универзитета у Нишу је на

седници од 02.07.2014. године дало сагласност на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације - бр. одлуке 8/20-01-005/14-013.

Кандидат Младен Томић је 26.02.2015. године поднео Захтев за формирање Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације (бр. 612-172/15). На седници Наставно-научног већа о Машинског факултета у Нишу држаној 30.03.2015. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану дисертације.

Место дисертације у одговарајућој научној области

Дисертација под називом „Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча" припада научној области Техничко-технолошке науке, ужа научна област Термотехника, термоенергетика и процесна техника.

Основни биографски подаци

Младен Томић је рођен 29.07.1983. године. Основну и средњу школу је завршио у Нишу. Машински факултет у Нишу је уписао школске 2002. године. Основне студије је завршио 2008. године на катедри за Термотехнику, термоенергетику и процесну технику са просечном оценом 9,57. Дипломски рад под називом *Димензионисање и избор континуалних дестилационих колона* је одбранио са оценом 10. Докторске академске студије је уписао 2008. године на Машинском факултету Универзитета у Нишу, у оквиру уже научне области Енергетика и процесна технику. У периоду септембар 2010. године до јула 2011. године је у оквиру БАЗИЛЕУС програма размене студената боравио на Факултету стројарства и бродоградње Свеучилишта у Загребу, на којем је положио два испита. Фебруара 2014. године је пријавио дисертацију под називом "Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча."

Као стипендиста ресорног министарства за науку и технолошки развој у периоду од 2008. године до 2011. године учествовао је у реализацији пројекта "Развој експертског система за квантификовање емисије гасова са ефектом стаклене баште и њихово редуковање из извора у насељеним местима Републике Србије", ев. број ТР 21040, којим је руководила др Гордана Стефановић. Од 2011. године учествује у реализацији пројекта "Унапређење енергетских карактеристика и квалитета унутрашњег простора у зградама образовних установа у Србији са утицајем на здравље", ев. број ИИИ 42008, којим руководи др Жарко Стевановић, научни саветник Института за нуклеарне науке Винча. Тренутно је ангажован као спољни сарадник на горе наведеном пројекту.

Од јануара 2012. године ради на Високој техничкој школи струковних студија у Нишу као сарадник у звању асистент за уже области Заштита животне средине и Примењена механика и машинске конструкције.

Кандидат је аутор и коаутор више радова објављених у међународним и домаћим часописима, као и на међународним и домаћим конференцијама.

Радови објављени у међународним часописима са цитатним индексом

- Mladen A. Tomić, Predrag M. Živković, Mića V. Vukić, Gradimir S. Ilić, Mladen M. Stojiljković, Numerical Study of Perforated Plate Convective Heat Transfer, Thermal Science, 18 (3), pp. 949 – 956, 2014. (M22)
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2014/0354-98361403949T.pdf>

- Vukić V. Mića, Tomić A. Mladen, Živković M. Predrag, Ilić S. Gradimir, Effect of Segmental Baffles on The Shell-and-Tube Heat Exchanger Effectiveness, Chemical Industry Journal, 68 (2), pp. 171 – 177, 2014. (M23)
http://www.ache.org.rs/HI/2014/No2/HEMIND_Vol68_No2_p171-177_Jan-Feb_2014.pdf
- Mladen A. Tomić, Luka Perković, Predrag M. Živković, Neven Duić, Gordana M. Stefanović, Closed Vessel Combustion Modelling by Using Pressure-Time Evolution Function Derived From Two-Zonal Approach, Thermal Science, 16 (2), pp. 561 - 572, 2012. (M23)
http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=0354-98361200014T#.VS_I9fmsXEw
- Predrag M. Živković, Mladen A. Tomić, Gradimir S. Ilić, Mića V. Vukić, Žana Ž. Stevanović, Specific Approach for Continuous Air Quality Monitoring, Chemical Industry Journal, 66 (1), pp. 85-93. 2012, (M23)
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0367-598X/2012/0367-598X1100066Z.pdf>
- Mladen A. Tomić, Biljana B. Milutinović, Predrag M. Živković, Petar S. Djekić, Aleksandra D. Boričić, Measurement and Improvement of Indoor Air Quality in an Information Technology Classroom, Thermal Science, 18 (3), pp. 915 - 924, 2014. (M22)
<http://thermalscience.vinca.rs/pdfs/papers-2014/TSCI1403915T.pdf>
- Ivan T. Ćirić, Žarko M. Ćojbašić, Vlastimir D. Nikolić, Predrag M. Živković, Mladen A. Tomić, Air Quality Estimation by Computational Intelligence Methodologies, Thermal Science, 16 (2), pp. S85-S93, 2012. (M23)
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2012/0354-98361200186C.pdf>

Радови објављени у часописима националног значаја

- Mića V. Vukić, Goran Vučković, Predrag Živković, Žarko Stevanović, Mladen Tomić, 3D Numerical Simulations of the Thermal Processes in The Shell-and-Tube Heat Exchanger, Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering, 11 (2), pp. 169 – 180, 2013. (M51)
<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMechEng/article/view/66/15>

Радови изложени на међународним конференцијама

- Mladen Tomić, Predrag Živković, Anica Milošević, Biljana Milutinović, Petar Đekić, Determination of a Heat Transfer Coefficient for the Back Surface of a Perforated Plate, 16th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2013, Sokobanja, Serbia. (M33)
http://simterm.masfak.ni.ac.rs/proceedings/16-2013/simterm_2013-proceedings.zip
- Mladen Tomić, Mića Vukić, Predrag Živković, Gradimir Ilić, Determination of a Perforated Plate Convective Heat Transfer Coefficient for Wide Range of Prandtl Numbers, 16th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2013, Sokobanja, Serbia. (M33)
http://simterm.masfak.ni.ac.rs/proceedings/16-2013/simterm_2013-proceedings.zip
- Mića Vukić, Predrag Živkovića, Mladen Tomić, Ivan Stojanović, Numerical Investigation of Thermal Processes in Shell-and-Tube Heat Exchanger, 16th

Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2013, Sokobanja, Serbia. (M33)

http://simterm.masfak.ni.ac.rs/proceedings/16-2013/simterm_2013-proceedings.zip

- Mladen Tomić, Predrag Živković, Mica Vukić, Mirko Dobrnjac, Gradimir Ilić, Matrix Heat Exchangers and Their Application, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2013, Banjaluka, BiH. (M33)
<http://demi.ekonferencije.com/presentation/paperpresentation/117/2006>
- Mladen Tomić, Predrag Živković, Mića Vukić, Gradimir Ilić, Sadoon Ayed, The Methodology for Determination of Perforated Plate Heat Transfer Coefficient, International Symposium Power Plants 2014, Zlatibor, Serbia. (M33)
<http://e2014.drustvo-termicara.com/sesija/4-eksploatacioni-problemi-termohidrovetro-i-drugih-elektrana/3>
- Mladen Tomić, Predrag Živković, Mića Vukić, Gradimir Ilić, Žarko Stevanović, Monte Carlo Random Walk Method for Solving Laplace Equation, 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2011, Sokobanja, Serbia. (M33)
http://simterm.masfak.ni.ac.rs/proceedings/15-2011/simterm_2011-proceedings.zip
- Perković L., Tomić M., Duić N., Influence of Volume Initialization in Large Eddy Simulation of Turbulent Combustion Inside Closed Vessel, 15th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, SIMTERM 2011, Sokobanja, Serbia. (M33)
http://simterm.masfak.ni.ac.rs/proceedings/15-2011/simterm_2011-proceedings.zip

Радови изложени на домаћим конференцијама

- Tomić M., Boričić A., Milutinović B., Djekić P.; Stevanović Z., Determination of a Perforated Plate Convective Heat Transfer Coefficient, Science and Higher Education in Function of Sustainable Development - SED 2013, Užice, Serbia. (M63)
<http://www.vpts.edu.rs/sed13/mechanical-engineering.html>

Анализа докторске дисертације

У дисертацији је истражена специфична конструкција размењивача топлоте од перфорираних плоча. У оквиру истраживања испитиван је процес преноса топлоте у зависности од броја перфорираних плоча у пакету, њихове порозности и међусобног растојања, као и падови притиска. Докторска дисертација се састоји из 6 поглавља и одговарајућих прилога: коришћене литературе, пописа слика и табела, као и кратке биографије аутора. Наслови поглавља у докторској дисертацији су следећи:

- 1) Увод
 - 2) Преглед истраживања термо-струјних процеса код перфорираних плоча
 - 3) Експериментално истраживање
 - 4) Нумеричко истраживање
 - 5) Анализа резултата
 - 6) Закључак
- Литература

По форми и садржају рад у потпуности испуњава стандарде за докторску дисертацију. Истраживања у оквиру докторске дисертације обухватају следеће:

У *Првом поглављу* је дат увод у проблематику размењивача топлоте. Приказана је њихова подела и место размењивача топлоте са перфорираним плочама у процесној индустрији. Дат је кратак осврт на њихов развој и приказане су основне карактеристике размењивача топлоте са перфорираним плочама.

Друго поглавље обухвата теоријске поставке термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча и преглед досадашњих истраживања. У оквиру излагања проблематике преноса топлоте истраживања су подељена на:

- групу истраживања која се баве преносом топлоте са предње стране перфориране плоче,
- истраживања која изучавају пренос топлоте унутар перфорација,
- истраживања која се баве преносом топлоте са задње стране перфориране плоче,
- истраживања која се баве укупним преносом топлоте са перфориране плоче,
- истраживања која се баве укупним преносом топлоте у пакету перфорираних плоча.

У оквиру теоријске поставке проблематике преноса топлоте извршен је посебан осврт на проблем одређивања температурног поља перфориране плоче. Из тог разлога је перфорирана плоча у циљу решавања и поједностављења проблема провођења топлоте посматрана као једномерно ребро. Дат је преглед израза за одређивање еквивалентне кондуктивности перфориране плоче. На крају поглавља је разматран проблем одређивања падова притиска кроз перфорирану плочу.

У *Трећем поглављу* приказано је експериментално истраживање преноса топлоте и падова притиска у пакету перфорираних плоча, које је вршено у Лабораторији за Термотехнику на Машинском факултету у Нишу. Најпре је обављена серија "пробних" експеримената у циљу калибрисања мерне инсталације и утврђивања опсега промене радних параметара на датој експерименталној инсталацији. У току ових експеримената утврђено је да повећање броја плоча у пакету на 4 и више плоча (испитивани су пакети до 7 плоча) за радне услове који су се могли остварити на експерименталном штанду, није утицало значајно на повећање топлотне снаге апарата. Из тог разлога је у току главних мерења број плоча вариран од 1 до 3 плоче у пакету, укупно 38 експеримената. У току испитивања вариран је проток грејног флуида (воде) кроз струјни простор апарата у опсегу од 0,03 до 0,06 m³/h, проток грејаног флуида (ваздуха) кроз струјни простор апарата у опсегу од 100 до 300 m³/h и температура грејног флуида у опсегу од 30 до 70°C. Како би се јасније одредио утицај положаја плоче у пакету на коефицијент прелаза топлоте, кандидат је формирано мерну плочу, која се састоји од термопарова постављених по њеној површини и чија је улога да мере температуру површине перфориране плоче и чија је позиција у пакету у току испитивања мењана. На крају поглавља су приказани следећи резултати мерења:

- Профил температуре на узводној и низводној страни једне перфориране плоче, прве и друге плоче у пакету од две плоче, као и друге плоче у пакету од три плоче;
- Средње температуре ваздуха на улазу у пакет од две и три перфориране плоче, између плоча у пакету и на излазу из пакета;
- Падови притиска при струјању ваздуха кроз пакет перфорираних плоча.

У оквиру поглавља је дат опис коришћене мерне опреме и извршена је оцена мерне несигурности експерименталног истраживања.

У Четвртој поглављу је приказано нумеричко истраживање. У првом делу поглавља је представљен математички апарат којим се описују термо - струјни процеси, који се састоји од одговарајућих транспортних једначина. У даљем тексту је приказан поступак осредњавања транспортних једначина којим се добијају осредњене транспортне величине и приказани су различити приступи и нумерички модели за решавање система осредњених једначина.

Пре приступања изради нумеричког експеримента, кандидат је извршио одабир диферентне шеме, мреже и нумеричког модела. У току поставке нумеричког експеримента упоређене су три диферентне шеме (узводна, низводна и централна диферентна шема), три нумеричка модела (*Standard k-ε*, *RNG k-ε* и *Wilcox k-ω* модел) и три нивоа финоће мреже. Закључци до којих је кандидат дошао у припреми нумеричког експеримента су следећи:

- Густина мреже треба да износи минимално 4x4 равномерно распоређених ћелија по отвору;
- Најбољи резултати се добијају коришћењем хибридне диферентне шеме;
- Најбржа конвергенција се постиже помоћу *RNG k-ε* модела.

По одабиру најоптималније поставке, приступило се изради нумеричког експеримента. Нумеричким експериментом је истраживан утицај порозности плоче и међусобног растојања плоча на коефицијент прелаза топлоте. У оквиру истраживања је извршена валидација нумеричког експеримента поређењем са сопственим експерименталним резултатима, уз оцену одступања и приказани су резултати нумеричког експеримента.

У Петој поглављу је извршена анализа резултата реалног и нумеричког експеримента. Како би се постигла већа поузданост експерименталних резултата, поред стандардне методологије за одређивање коефицијента прелаза топлоте помоћу топлотног флукса, изведена је и нова методологија за одређивање коефицијента прелаза топлоте свођењем перфориране плоче на еквивалентну пуну плочу. Екстраполирањем резултата помоћу једначине за температурно поље једномерног ребра добијени су коефицијенти прелаза топлоте за узводну страну перфориране плоче, низводну страну и укупни коефицијент прелаза топлоте. У даљој анализи, одређени су коефицијенти прелаза топлоте за пакет од две и три перфориране плоче и као крајњи резултат је дата критеријална једначина за рачунање коефицијента прелаза топлоте у функцији од геометријских величина перфориране плоче, Прантловог броја и броја плоча у пакету.

У оквиру анализе резултата разматрана је ефикасност размене топлоте у пакету и утицај односа топлотних еквивалената токова на укупну ефикасност размењивача.

На крају поглавља је извршена анализа резултата падова притиска и дати су изрази за њихово одређивање.

У Шестој поглављу су дати закључци до којих је аутор дошао током анализе резултата, као и смернице за даља истраживања и побољшања добијеног нумеричког модела.

Значај и допринос докторске дисертације

Основни научни доприноси дисертације су следећи:

- Истраживањима у оквиру предложене теме докторске дисертације проширена су теоријска и практична сазнања из области термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча;

- Постављена је методологија за одређивање коефицијента прелаза топлоте за перфорирану плочу свођењем на пуну плочу;
- Постављене су критеријалне једначине за одређивање коефицијента прелаза топлоте за пакет перфорираних плоча;
- Извршена је анализа ефикасности преноса топлоте у пакету перфорираних плоча;
- Урађен је нумерички модел пакета перфорираних плоча, који даје могућност одређивања локалних коефицијената прелаза топлоте, падова притиска, као и варијације у погледу карактеристика самих плоча и њиховог утицаја;
- Испитани су утицаји појединих зона на падове притиска и формиран је израз за одређивање укупног пада притиска кроз пакет перфорираних плоча.

Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати спроведених истраживања, директно су применљиви у поступку пројектовања размењивача топлоте са перфорираним плочама. Добијени изрази за коефицијенте прелаза топлоте и падове притиска омогућавају њихово пројектовање, док сами резултати и изрази представљају основу за даља истраживања у овој области. Практични значај ове докторске дисертације се огледа и у томе што се резултати могу користити као важан извор података о размењивачима топлоте са перфорираним плочама, о којима нема довољно литературе на српском језику.

Закључак и предлог

На основу прегледа докторске дисертације и увидом у публиковане научне резултате кандидата, чланови Комисије закључују следеће:

- Поднети рад у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу;
- Кандидат је кроз спроведена истраживања и резултате добијене у дисертацији показао да поседује адекватна знања из области термотехнике и термоенергетике;
- Кандидат је испољио висок ниво самосталности у истраживању и показао способност да сагледа проблем истраживања са више аспеката и креативно приступи његовом решавању уз оригиналност у осмишљавању и креирању одређених научних решења;
- Резултати до којих је кандидат дошао истраживањима у дисертацији су верификовани кроз континуално објављивање научних радова из ове области на међународним конференцијама и у часописима, при чему је публиковао више радова у часописима индексираним на SCI листи;
- Прегледом дисертације и оценом добијених резултата рада закључује се да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата;
- Приступ истраживању и приказана методологија имају висок степен општости, а проистекла сазнања омогућавају даљи рад на пољу размењивача топлоте са перфорираним плочама и практичну примену резултата;
- Рад је адекватно конципиран и систематизован, технички квалитетно урађен и омогућава прегледно праћење изложеног садржаја и добијених резултата истраживања.

Имајући у виду значај и актуелност обрађене теме и остварене научне резултате кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације су сагласни да поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан допринос развоју ове научне области и са задовољством предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу, да рад Младена Томића, дипл. инж. маш. под називом

**„ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО И НУМЕРИЧКО ИСТРАЖИВАЊЕ
ТЕРМО-СТРУЈНИХ ПРОЦЕСА У ПАКЕТУ ПЕРФОРИРАНИХ ПЛОЧА“**

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

У Нишу и Београду,
Април, 2015. године

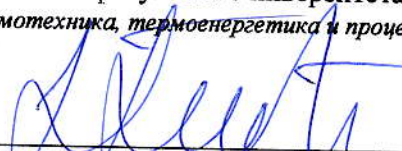
Чланови Комисије:



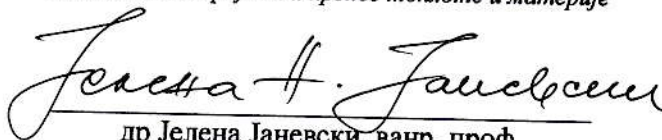
др Мића Вукић, ванр. проф.
Машинског факултета Универзитета у Нишу
УНО: Термотехника, термоенергетика и процесна техника



др Градимир Илић, ред. проф.
Машинског факултета Универзитета у Нишу
УНО: Термотехника, термоенергетика и процесна техника



др Жарко Стевановић, научни саветник
Института за нуклеарне науке Винча
УНО: Механика флуида и пренос топлоте и материје



др Јелена Јаневски, ванр. проф.
Машинског факултета Универзитета у Нишу
УНО: Термотехника, термоенергетика и процесна техника



др Предраг Живковић, доцент
Машинског факултета Универзитета у Нишу
УНО: Термотехника, термоенергетика и процесна техника