

Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу
Катедра за термотехнику, термоенергетику и процесну технику

Наставно–научном већу Машинског факултета у Нишу

ИЗВОД
из записника са седнице
Већа Катедре за термотехнику, термоенергетику и процесну технику

Предмет: Предлог чланова Комисије за оцену научне заснованости
теме докторске дисертације

На седници Већа Катедре за Термотехнику, термоенергетику и процесну технику, одржаној 03.03.2014. године једногласно је усвојен следећи предлог чланова Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом **"Експериментално и нумеричко истраживање термо-струјних процеса у пакету перфорираних плоча"** кандидата Младена Томића, дипл. инж. маш.:

- **Др Мића Вукић**, ванр. проф. Машинског факултета у Нишу
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника
- **Др Градимир Илић**, ред. проф. Машинског факултета у Нишу
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника
- **Др Жарко Стевановић**, научни саветник Института за нуклеарне науке Винча
Ужа научна област: Механика флуида и пренос топлоте и материје
- **Др Јелена Јаневски**, доцент Машинског факултета у Нишу
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника
- **Др Предраг Живковић**, доцент Машинског факултета у Нишу
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника

У Нишу,

03.03.2014.

Шеф Катедре



Др Мића Вукић, ванр. проф.

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено	04.03.2014		
Орг. јед.	Број	Примљено	Вредност
1	612-671-3-1/14		

Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet u Nišu
Nastavno-naučno veće Mašinskog fakulteta u Nišu
Katedra za termotehniku, termoenergetiku i procesnu tehniku

MAŠINSKI FAKULTET U NIŠU			
Dobijeno: 27. 02. 2014.			
№	Број	Датум	Својеручно
	612-19/14		

Predmet: **Odobrenje teme doktorske disertacije**

ZAHTEV

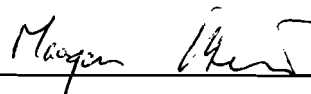
Molim da mi se odobri izrada doktorske disertacije pod radnim naslovom "Eksperimentalno i numeričko istraživanje termo-strujnih procesa u paketu perforiranih ploča" iz uže naučne oblasti Termotehnika, termoenergetika i procesna tehnika. Za mentora predlažem dr Miću Vukića, vanrednog profesora Mašinskog fakulteta u Nišu.

Образложење:

Kao student doktorskih akademskih studija Mašinskog fakulteta u Nišu, na smeru Energetika i procesna tehnika, položio sam sve ispite predviđene planom i programom, objavio više naučnih radova u časopisima međunarodnog značaja, saopštio više naučnih i stručnih radova na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja i bio učesnik više naučno-istraživačkih projekata.

U prilogu dostavljam i ostale potrebne podatke u skladu sa članom 27, stav 2. Pravilnika o doktorskim akademskim studijama Mašinskog fakulteta u Nišu.

U Nišu,
25.02.2014.


Mladen Tomić, dipl. inž. maš.
br. ind. 81/08

OSNOVNI BIOGRAFSKI PODACI

Rođen sam 29.07.1983. godine u Nišu, gde sam završio osnovnu i srednju školu. Mašinski fakultet u Nišu sam upisao školske 2002. godine. Petogodišnje studije sam završio 2008. godine na katedri za *Termotehniku, termoenergetiku i procesnu tehniku* sa prosečnom ocenom 9,57. Diplomski rad pod nazivom *Dimenzionisanje i izbor kontinualnih destilacionih kolona* sam odbranio sa ocenom 10. Doktorske akademske studije sam upisao 2008. godine na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Nišu, u okviru uže naučne oblasti *Energetika i procesna tehnika*. U dosadašnjem angažovanju na doktorskim studijama sam položio osam od osam ispita sa prosečnom ocenom 9,88 i objavio više od 30 radova na međunarodnim i nacionalnim konferencijama i u međunarodnim i nacionalnim časopisima.

Kao stipendista resornog ministarstva za nauku i tehnološki razvoj u periodu od 2008. do 2011. godine učestvovao je u realizaciji sledećih projekta: *Razvoj ekspertskeg sistema za kvantifikovanje emisije gasova sa efektom staklene bašte i njihovo redukovanje iz izvora u naseljenim mestima Republike Srbije*, ev. broj TR 21040, kojim je rukovodila dr Gordana Stevanović. Od 2011. do 2012. sam učestvovao u realizaciji projekta *Unapređenje energetskeg karakteristika i kvaliteta unutrašnjeg prostora u zgradama obrazovnih ustanova u Srbiji sa uticajem na zdravlje*, ev. broj III 42008, kojim rukovodi dr Žarko Stevanović, naučni savetnik Instituta za nuklearne nauke Vinča.

U okviru pedagoškog rada na Mašinskom fakultetu u Nišu sam učestvovao na pomoćnim oblicima izvođenja nastave na predmetima *Strujno-tehnička merenja* i *Numeričke metode u termodinamici*. Od januara 2012. sam zapošljen kao asistent na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Nišu.

PREDMET ISTRAŽIVANJA

Jedna od najvažnijih osobina razmenjivača toplote, pored njihove efikasnosti jeste i kompaktnost, odnosno veoma povoljan odnos aktivne površine prema zapremini. Potreba za postizanjem visoke efikasnosti i kompaktnosti istovremeno, kao i velikih radnih pritisaka, dovela je do pojave razmenjivača toplote sa perforiranim pločama [1,2], ili kako se još nazivaju u dostupnoj literaturi *Matrix Heat Exchangers (MHE)*. Ovi razmenjivači se sastoje od paketa perforiranih ploča, međusobno razdvojenih odstojećima, čime se osim zaptivenosti obezbeđuje i odgovarajući prostor za strujanje fluida. Ploče su postavljene upravno na pravac strujanja, čime se obezbeđuje visok koeficijent prelaza toplote. Ploče su podeljene na dve zone, po jedna za hladan i topao tok, pri čemu se toplota konduktivno prenosi od zone toplijeg ka zoni hladnijeg fluida.

Iako su već duži niz godina prisutni u tehnici, razmenjivači toplote sa perforiranim pločama su malo istraženi i eksploatisani, iako postoje naznake da im je npr. u odnosu na lamelaste razmenjivače toplote efikasnost znatno veća [3]. Prvobitno je očekivano da ovi uređaji nađu primenu u procesu destilacije vazduha. Njihova prednost je ležala u činjenici da mogu da izdrže visoke radne pritiske, gde neke konstrukcije mogu izdržati pritisak i do 1150 bar [4]. Iako nisu našli širu primenu u oblasti destilacije vazduha zbog razvoja pločastih razmenjivača toplote, razvoj razmenjivača toplote sa perforiranim pločama je nadalje usmeren ka proizvodnji utečnjelog helijuma. U poslednje vreme ovi razmenjivači su našli primenu kao krio-hladnjaci koji rade na osnovu obrnutog brajtonovog ciklusa i kao delovi solarnih kolektora, kojima se prikuplja i distribuira solarna energija.

Veoma je značajno istaći i da je ova vrsta konstrukcije pogodna i za razmenu toplote kod fluida sa različitim fazama, u sistemu tečnost – gas, što nije moguće kod pločastih razmenjivača toplote.

Kao ilustracija o nedovoljnoj istraženosti ovih razmenjivača može poslužiti podatak da se u stručnoj i udžbeničkoj literaturi na našem području gotovo i ne spominju. Ovo je dovoljan razlog da se izvrše istraživanja i publikuju rezultati vezani za razmenjivače toplote ovakve konstrukcije. Osnovni cilj ovog istraživanja bi bio da se utvrde termo-strujne karakteristike ovih razmenjivača u širem opsegu očekivanih stanja radnih fluida, kao i moguća nova konstrukcijska rešenja.

Razmena toplote kod razmenjivača toplote sa paketom perforiranih ploča se odvija konduktivno duž ploča i konvektivno između površina ploča i fluida. Na intenzitet razmene kod ovih uređaja uticaj imaju poroznost ploče (odnosno odnos površine otvora i površine poprečnog preseka pune ploče), raspored otvora (koridomi i šahovski), oblik otvora (kružni, kvadratni i sl.), kao i debljina same ploče [5-20]. Pored navedenih parametara uticaj ima i rastojanje između ploča, kao i broj ploča u paketu [7-9]. Značajan uticaj na turbilizaciju struje

U numeričkom delu istraživanja će se primenom savremenih softverskih paketa istražiti proces prenosa toplote kod ploča poroznosti različitih od postojećih ploča. Za validaciju numeričkog eksperimenta će poslužiti rezultati dobijeni eksperimentalnim putem za postojeći paket perforiranih ploča. Koristiće se standardni k-ε turbulentni model. Trodimenzionalna simulacija strujanja i prenosa toplote obaviće se korišćenjem softverskog paketa PHOENICS. Ovako dobijeni rezultati će upotpuniti sliku i moći će da se dobiju podaci za širi spektar poroznosti ploča, kao i rastojanja između ploča. Ovim se otvara mogućnost za predlaganje najboljeg konstrukcionog rešenja za razmenjivač toplote sa perforiranim pločama.

CILJEVI RADA

Pojedinačni ciljevi rada su:

- Formiranje baze podataka na osnovu rezultata serije eksperimenata na laboratorijskom razmenjivaču toplote sa perforiranim pločama, koja može poslužiti za verifikaciju budućih numeričkih kodova, kao i za optimizaciju konstrukcije ovakvih razmenjivača;
- Uspostavljanje metodologije za rešavanje problema prenosa toplote u paketu perforiranih ploča;
- Poređenje sopstvenih rezultata realnog i numeričkog eksperimenta;
- Poređenje rezultata realnog i numeričkog eksperimenta sa rezultatima drugih autora.

NAUČNI DOPRINOS I OČEKIVANI REZULTATI

Očekivani naučni rezultati su:

- Razvoj modela ekvivalentne provodljivosti perforirane ploče;
- Dobijanje pouzdanih kriterijalnih zavisnosti za određivanje intenziteta prenosa toplote, primenljivih u inženjerskim proračunima;
- Utvrđivanje uticaja strujnih i termičkih uslova, kao i geometrije aparata na lokalni intenzitet razmene toplote u paketu perforiranih ploča na osnovu rezultata realnog i numeričkog eksperimenta.
- Razvoj trodimenzionalnog numeričkog modela za simulaciju strujanja i prenosa toplote u razmenjivačima toplote sa perforiranim pločama;

Kako su detaljna merenja strujnih i turbulentnih karakteristika u prostoru između perforiranih ploča teško izvodljiva, izračunata polja pritiska, brzine i temperaturska polja mogu biti od velikog značaja u rasvetljavanju navedenih, veoma kompleksnih,

termo-strujnih procesa u razmenjivačima toplote sa perforiranim pločama, kako u cilju daljih istraživanja tako i u cilju projektovanja pouzdanih i efikasnih razmenjivača toplote sa perforiranim pločama.

OKVIRNI SADRŽAJ DOKTORSKE DISERTACIJE

1. Uvod
2. Pregled literature
3. Eksperimentalno istraživanje
4. Numeričko istraživanje
5. Analiza i diskusija rezultata
6. Analiza greške
7. Zaključak
8. Literatura

LITERATURA

- [1] Dilevskaya, A. (1978). Micro Cryogenic Heat Exchangers (in Russian), Mashinostrenie, Moscow.
- [2] McMahan, H. O., Bowen R. J., Bleye Jr., G. A. (1950). A perforated plate heat exchanger. *Trans ASME*, vol. 72, p. 623-632.
- [3] Bukurov M., Bikić S., Ilin S. Đurđević M., Dragutinović G. (2011) Heat Exchangers with Perforated plates, *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, vol. 15, no.3, p. 179 - 182.
- [4] Sotnikov A. A., Vaselev V. A., Bova V. I., Gorenshtein I. V. (1985) Matrix heat exchangers for high pressure systems, *Khim Neft Mash*, vol 4, p. 27 - 29.
- [5] Ornatskii, A.P., Perkov, V.V., Khudzinskii, V.M. (1983). Experimental study of perforated plate heat exchanger for micro cryogenic systems (in Russian) *Promish Teplo Tekhn* 5 p. 28 - 33.
- [6] Mikulin, E.I., Shevich, Yu. A., Potapov, V. N., Solntsev, M. Va., Yusova, G.M. (1980). Study of matrix-type heat exchangers made of perforated plates, *Chemical and petroleum engineering*, vol. 16, no. 9, p. 514-519.
- [7] Orlov, V. K., Shevyakova, S. A., Valeev, G.W. (1978). Heat exchange and hydraulic resistance in perforated-plate heat exchangers. *Chemical and petroleum engineering*, vol. 14, no. 8, p. 701-704.

- [8] Shevyakove, S. A., Orbs, V. K. (1983) Study of hydraulic resistance and heat transfer in perforated-plate heat exchangers, vol. 45, no. 1, p. 734-737.
- [9] Bannon J. M., Piersall C. H. Jr., Pucci P. F., (1965). Heat transfer and flow friction characteristics of perforated nickel plate-fin type heat transfer surfaces. Technical report no. 52, United States naval Postgraduate School, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/467052.pdf>.
- [10] Hubbel, R., Cain, C.L. New heat transfer and friction factor design data for perforated heat exchanger *Advanced Cryogen Engineering* (1986) 31 pp. 394 - 418.
- [11] Krishnakumar K., Venkataratham G. (2003). Transient testing of perforated plate matrix heat exchangers. *Cryogenics*, vol. 43, no. 2, pp. 101-109.
- [12] Venkataratham G., Sarangi S. (1990). Matrix heat exchangers and their application in cryogenic system, *Cryogenics*, vol. 30, no. 11, pp. 907 - 918.
- [13] Linghui, G., Tingwei, G., Jichuan, H., Tingying, Z., (1996). The Effect of the geometric parameters of a perforated plate on its heat transfer characteristics. *Cryogenics*, vol. 36, no. 6, pp. 443-446.
- [14] Ragab M. M., (2009) Transport phenomena in fluid dynamics: Matrix heat exchangers and their applications in energy systems, Report No. Afri-rx-ty-tr-2010-0053, Air force research laboratory materials and manufacturing directorate, tyndall air force base: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a524751.pdf>
- [15] Mladen Tomic, Predrag Živkovic, Mica Vukic, Mirko Dobrnjac, Gradimir Ilic: Matrix Heat Exchangers and their Application, Proceedings: 11th International Conference on Accomplishments in Electrical Mechanical Engineering and Information Technology, 30th May - 1st June 2013., *University of Banja Luka*, Faculty of Mechanical Engineering, ISBN 978-99938-39-46-0, COBISS.BH-ID 3729176, pp. 693-702.
- [16] Mladen Tomić, Aleksandra Boričić, Biljana Milutinović, Petar Đekić, Žana Stevanović, Determination of a perforated plate convective heat transfer coefficient, SED 2013, Užice, Srbija, pp. 1-16 - 1-21.
- [17] Krishnamkumar, K., Venkatarathnam, G., Heat Transfer and Flow Friction Characteristics of Perforated Plate Matrix Heat Exchangers, *International Journal of Heat Exchangers*, 8, 2007, pp. 45-60.
- [18] Maxwell, J.C. (1873). *A Treatise on Electricity and Magnetism Vol. 1*, Clarendon Press, Oxford, UK
- [19] Rayleigh, Lord (1882). On the influence of obstacles arranged in a rectangular order upon the properties of medium. *Philos. Mag.*, vol. 34, pp. 481-502.
- [20] Perrins, W. T., McKenzie, D. R., McPhedran, B. C. (1979). Transport properties of regular arrays of cylinders, *Proceedings of Royal Society of London: Series A*, vol. 369, no. 1737, pp. 207-225.

- [21] Gradimir Ilić, Nenad Radojković, Ivan Stanović (1996) Termodinamika II, Univerzitet u Nišu, mašinski fakultet, Niš.
- [22] Idelchik I. E., (1988). *Flow Resistance*, Hemisphere Publishing Corp., New York.
- [23] Guo, B. Y., Hou, Q. F., Yu, A. B., Li L.,F., Guo J., (2013). Numerical modelling of the gas flow through perforated plates. *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 91, no. 3, pp. 403-408.
- [24] Fleming, R. B., (1969). A Compact Perforated Plate Heat Exchanger. *Advances in Cryogenic Engineering*, Vol. 14, pp. 197-204.

PREGLED DOSADAŠNJEG NAUČNOG I STRUČNOG RADA KANDIDATA IZ OBLASTI PREDLOŽENE TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

Rad u međunarodnom časopisu (sa SCI liste, M23)

- [1] 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*, (2012) Vol. 16, Issue 2, pp. 561-572.
- [2] 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*, accepted for publishing, DOI:10.2298/HEMIND130127041V.
- [3] 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*, (2012) Vol 66., Issue 2, pp. 85-93.
- [4] Ivan T. Ćirić, Žarko M. Ćojbašić, Vlastimir D. Nikolić, Predrag M. Živković, Mladen A. Tomić, AIR QUALITY ESTIMATION BY COMPUTATIONAL INTELLIGENCE METHODOLOGIES, (2012) Vol. 16, Suppl. 2, pp. S493-S504.

Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51)

- [1] 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*, Vol. 11, No. 2, pp. 169 – 180, 2013, ISSN 0354 – 2025.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

- [1] 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, Proceedings on CD: pp. 187-196, ISBN 978-86-6055-018-9, 2011.
- [2] 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, Proceedings on CD: pp. 461-469, ISBN 978-86-6055-018-9, 2011.
- [3] Mladen Tomić, Predrag Živković, Mica Vukić, Mirko Dobrnjac, Gradimir Ilić, MATRIX HEAT EXCHANGERS AND THEIR APPLICATION, DEMI 2013, Banja Luka, Republika Srpska / BiH, ISBN 978-99938-39-45-3.
- [4] Mladen Tomić, Predrag Živković, Anica Milošević, Biljana Milutinović, Petar Đekić, (2013), 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, Proceedings on CD, ISBN 978-86-6055-043-1, pp. 712 - 718.
- [5] Mladen Tomić, Mića Vukić, Predrag Živković, Gradimir Ilić, (2013), 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, Proceedings on CD, ISBN 978-86-6055-043-1, pp. 719 - 726.

Radovi saopšteni na nacionalnim skupovima štampani u celini (M63)

- [1] Mladen Tomić, Aleksandra Boričić, Biljana Milutinović, Petar Đekić, (2013), DETERMINATION OF A PERFORATED PLATE CONVECTIVE HEAT TRANSFER COEFFICIENT, SED 2013, Užice, Srbija, pp. 1-16 - 1-21.

	УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ		Број:
			612-55-52/2014
УВЕРЕЊЕ О ПОЛОЖЕНИМ ИСПИТИМА			Датум:
			27.02.2014.
На основу члана 161. Закона о општем управном поступку и службене евиденције Факултета, односно Матичне књиге студената , а на основу захтева студента, потврђује се да је:			
Студент:	Младен (Алекса) Томић	Број индекса:	81/08
Студије:	Докторске академске		
Ст. програм:	Машинско инжињерство		
положио испите из следећих предмета:			
Р.бр.	Назив предмета	Оцена	
1.	Нумеричке методе	10	
2.	Виши курс механике флуида са теоријом граничног слоја	10	
3.	Методе и организација научно-истраживачког рада са метрологијом	9	
4.	Мерења у енергетици и процесној техници	10	
5.	Теорија турбулентног струјања	10	
6.	Нумеричке симулације транспортних процеса у енергетици и процесној техници	10	
7.	Одабрана поглавља из више математике	10	
8.	Транспортни процеси у енергетици и процесној техници	10	
9.	Студијски истраживачки рад 1	10	
Закључно са редним бројем: 9			
Просечна оцена:			9.89 (девет, 89/100)
Одсек за наставна и студентска питања:			
			