

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1456/4
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)14.07.2016.
(Датум)

З А Х Т Е В
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

ДИНАМИКА ИСПАРАВАЊА У ВЕЛИКИМ ЗАПРЕМИНАМА ТЕЧНОСТИ ИЗЛОЖЕНИМ
ВЕЛИКИМ СПЕЦИФИЧНИМ ТОПЛОТНИМ ПРОТОЦИМА У ГЕНЕРАТОРИМА ПАРЕ

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Машинство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: МИЛАН (МИЛАДИН) ПЕТРОВИЋ
2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд
3. Година дипломирања: 2012.
4. Назив магистарске тезе кандидата: _____
5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: _____
6. Година одбране магистарске тезе: _____
7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: _____

Година уписа докторских студија: 2012.Обавештавамо Вас да је _____
Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 14.07.2016
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 1456/4
Датум: 14.07.2016. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Милана Петровића**, дипл. инж. маш. - мастер, бр. 1800/1 од 23.09.2015. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Владимир Стевановић, ред. проф., др Милош Бањац, ред. проф., др Дејан Радић, ванр. проф., др Сања Миливојевић, доц. и др Мирослав Станојевић, ред. проф. М.Ф. у пензији, број 1456/3 од 07.07.2016. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 14.07.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **МИЛАН ПЕТРОВИЋ**, дипл. инж. маш. - мастер испуњава услове за израду докторске дисертације **«ДИНАМИКА ИСПАРАВАЊА У ВЕЛИКИМ ЗАПРЕМИНАМА ТЕЧНОСТИ ИЗЛОЖЕНИМ ВЕЛИКИМ СПЕЦИФИЧНИМ ТОПЛОТНИМ ПРОТОЦИМА У ГЕНЕРАТОРИМА ПАРЕ»**.

За ментора студенту **Милану Петровићу**, именује се др Владимир Стевановић, ред. проф.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата Милана М. Петровића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Београду број 1456/2 од 23.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Милана М. Петровића**, дипл. инж. маш. – мастер, студента Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

”Динамика испаравања у великим запреминама течности изложеним великим специфичним топлотним протоцима у генераторима паре”

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Кандидат Милан М. Петровић рођен је 10.05.1988. године у Горњем Милановцу. Основну школу и Гимназију „1300 каплара“ је завршио у Љигу са одличним успехом. На Машински факултет Универзитета у Београду се уписао 2007. године, на којем је и дипломирао 2012. године на модулу за Термоенергетику. Тиме је стекао звање дипломирани инжењер машинства – мастер. Докторске студије је уписао школске 2012./2013. године, такође на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Од 2013. године, кандидат је запослен на Машинском факултету Универзитета у Београду, на Катедри за термоенергетику, као истраживач сарадник на пројекту који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја. Учествоје у настави на неколико предмета Катедре за термоенергетику. У звање истраживач сарадник изабран је одлуком Машинског факултета Универзитета у Београду број 21-365/6 од 8.5.2014. године.

Кандидат је у периоду 2003.-2012. године био стипендиста Министарства просвете Републике Србије, док је у периоду 2010.-2012. године био стипендиста “Термоелектрана Никола Тесла” и “Енергопројект-Ентел”. Такође, кандидат је награђиван од стране факултета

за изванредан успех остварен у току студија. Стручну праксу је обављао у ЈКП „Београдске електране“ у Београду као и Термоелектрани „Колубара А“ у Великим Црљенима. Течно говори енглески језик (чита и пише) док пасивно користи знање француског језика. Активно користи рачунар и то софтверске пакете Microsoft Office (Word, Excel, Power Point, Visio, Access), FORTRAN, Pascal, MATLAB, ANSYS FLUENT, AutoCAD, MathCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, LaTeX, Corel Draw.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

У оквиру Докторских студија на Машинском факултету у Београду, које је уписао школске 2012./2013. године, а у циљу реализације програма усавршавања, кандидат Милан М. Петровић је положио следеће предмете: Виши курс математике, Нумеричке методе, ОМНИРиК, Моделирање прелазних процеса, Одабрана поглавља из механике флуида, Преношење топлоте и супстанце – нумерички приступ, Теорија преноса масе, импулса и енергије, Нумеричка механика вишефазних струјања и Моделрање турбулентних струјања са просечном оценом 10,00. У складу са Правилником за докторске студије Машинског факултета кандидат је успешно урадио и одбранио Пројекат идеје докторске дисертације пред трочланом комисијом. Преглед положених предмета, предметних наставника, броја остварених ЕСПБ поена и добијених оцена кандидата приказан је у табели.

Број	Назив предмета	Предметни наставник	Семестар и ЕСПБ	Оцена
1.	Виши курс математике	проф. др С. Радојевић	1/5	10 (десет)
2.	Нумеричке методе	проф. др М. Спалевић	1/5	10 (десет)
3.	ОМНИР и комуникација	проф. др М. Недељковић	1/5	10 (десет)
4.	Моделирање прелазних процеса	проф. др В. Стевановић	1/5	10 (десет)
5.	Лабораторија 1	проф. др В. Стевановић	1/10	10 (десет)
6.	Одабрана поглавља из механике флуида	проф. др С. Чантрак	2/5	10 (десет)
7.	Преношење топлоте и супстанце – нумерички приступ	проф. др М. Бањац	2/5	10 (десет)
8.	Теорија преноса масе, импулса и енергије	проф. др Н. Стевановић	2/5	10 (десет)
9.	Лабораторија 2	проф. др В. Стевановић	2/15	10 (десет)
10.	Нумеричка механика вишефазних струјања	проф. др В. Стевановић	3/5	10 (десет)
11.	Моделрање турбулентних струјања	проф. др М. Лечић	3/5	10 (десет)
12.	Лабораторија 3	проф. др В. Стевановић	3/20	10 (десет)
13.	Лабораторија 4	проф. др В. Стевановић	4/8	10 (десет)
14.	Пројекат идеје докторске дисертације	проф. др В. Стевановић проф. др М. Станојевић проф. др М. Бањац	4/22	10 (десет)

У складу са чланом 15. Правилника о докторским студијама Машинског факултета у Београду, кандидат Милан М. Петровић је остварио укупно 120 ЕСПБ бодова, чиме је испунио основни услов да пријави докторску дисертацију. Просечна оцена кандидата током докторских студија је 10 (десет).

Аутор је и коаутор 5 научно-стручних радова, од чега су два рада објављена у међународним часописима са SCI листе (категорије M21 и M23), један рад је објављен у домаћем научно-стручном часопису, а 2 рада су штампана у целини у материјалима скупова националног значаја. У оквиру Лабораторије за генераторе паре и нуклеарне реакторе на Катедри за термоенергетику учествовао је у изради једног елабората за потребе домаће електропривреде и два елабората за инострану компанију.

Учесник је у изради пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја ОИ 174014 под називом “Напредне аналитичке, нумеричке и методе анализе примењене механике флуида и комплексних система”, у оквиру Програма основна истраживања за област Математика, компјутерске науке и механика.

1.3 Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности које опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми

1.3.1 Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- [1] V. Stevanovic, M. Stanojevic, A. Jovovic, D. Radic, M. Petrovic, N. Karlicic, Analysis of transient ash pneumatic conveying over long distance and prediction of transport capacity, Powder Technology, Vol. 254, 2014, pp. 281-290, (ISSN: 0032-5910, impakt faktor 2,024 za 2012.godinu). → **M21**
- [2] V. Stevanovic, M. Petrovic, S. Milivojevic, B. Maslovaric, Prediction and control of steam accumulation, Heat Transfer Engineering, Vol. 36, Issue 5, 2015, pp. 498-510, (ISSN: 0145-7632, impakt faktor 0,814 za 2014. godinu). → **M23**

1.3.2 Радови објављени у часописима националног значаја

- [3] Б. Масловарић, В. Стевановић, С. Миливојевић, М. Петровић, Предвиђање двофазног струјања са генерацијом паре око цеви у снопу у испаривачима и генераторима паре, Procesna tehnika, Br. 1, 2014., str. 48-55., ISSN 2217-2319 (Online) → **M52**

1.3.3 Радови саопштени на скуповима националног значаја, штампани у целини

- [4] В. Стевановић, Ј. Поповић, М. Јовановић, М. Петровић, Приказ резултата мерења влажности паре термодинамичком методом на блоку ТЕНТ А6 коришћењем патентираног уређаја, Енергетика 2014, Златибор, Србија, 2014. → **M63**
- [5] М. Петровић, С. Миливојевић, В. Стевановић, Динамика и регулација рада акумулатора паре, Processing 2015, Инђија, Србија, 2015. → **M63**

1.3.4 Техничка и развојна решења – алгоритми, методе и софтвери

- [6] M. Stanojević i dr. (M. Petrović koautor), Izrada elaborata sa predlogom mera za povećanje pouzdanosti u radu novog sistema otpeljivanja na blokovima B1 i B2 u TENT d.o.o., ogranak TENT B sa kontrolnim proračunom i neophodnim prethodnim ispitivanjima - JP EPS PD "Termoelektrane Nikola Tesla" d.o.o. Obrenovac", Elaborat, Mašinski fakultet, Beograd, 2013.→ **M85**
- [7] V. Stevanovic, S. Milivojevic, B. Komadina, M. Petrovic, Refrigerant-oil two-phase flow from the e-compressor discharge to the back pressure chamber and the suction side:

Numerical Simulation, Progress Report, Laboratory for steam generators and nuclear reactors, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2014. → **M85**

- [8] V. Stevanovic, S. Milivojevic, B. Komadina, M. Petrovic, Prediction of oil circulation and accumulation in refrigeration systems: Thermal-hydraulic numerical modeling approach, Progress Report, Laboratory for steam generators and nuclear reactors, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2013. → **M85**

1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Милан М. Петровић, дипл. маш. инж. је до сада објавио 5 (пет) научних и стручних радова, од којих су два објављена у научним часописима од међународног значаја. Учесник је у изради пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја ОИ 174014 под називом “Напредне аналитичке, нумеричке и методе анализе примењене механике флуида и комплексних система”. У претходно наведеним радовима под бројем [1,2,3,4,5], публикованим у међународним и домаћим часописима и зборницима конференција, кандидат је изучавао услове генерисања паре као и двофазна струјања са и без промене фазе, што је у непосредној вези са темом пријављене докторске дисертације. Остали радови и елаборати показују да кандидат влада савременим методама нумеричких симулација двофазних струјања.

На основу биографских података кандидата, положених испита на докторским студијама, његових научних и стручних активности, афинитета, исказаног интересовања, као и објављених радова, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Предмет истраживања и хипотетички ставови о проблему истраживања

У оквиру докторске дисертације истраживаће се генерисање паре у великим запреминама течности. Генерисање паре у различитим типовима термоенергетских постројења и опреме може се одвијати у адијабатским и дијабатском условима. Адијабатски услови подразумевају генерисање паре у условима декомпресије различитих посуда под притиском мање или веће запремине. Дијабатски услови подразумевају кључање при довођењу топлоте великој запремини течности (базенско кључање) или конвективно кључање у природној или принудној струји флуида. При великим вредностима специфичног топлотног протока (топлотног флукса) и интензивном генерисању паре у системима са дијабатским генерисањем паре у близини загрејаног зида формира се слој двофазне мешавине са великим запреминским уделом паре. Овај слој спречава продирање течне фазе до загрејане површине тако да се загрејани зид при тим условима хлади паром која је лошији хладилац, а сам процес размене топлоте води ка засушењу загрејане површине. При овом процесу долази до наглог пораста температуре зида и престанка мехурастог кључања, то јест до кризе кључања са могућим термомеханичким оштећењем (прогоревањем) загрејаног зида.

Криза размене топлоте која настаје при дијабатском генерисању паре је неповољна појава са аспекта сигурности и ефикасности термичке опреме у енергетским постројењима. Потенцијално оштећење разних загрејаних површина и смањење преноса топлоте на размењивачкој површини присутно је на уређајима као што су генератори паре и размењивачи топлоте, док код нуклеарног реактора оштећење у виду топљења језгра може да

изазове ширење радиоактивности. Такође, нагли пораст температуре зида котловских цеви изазива термомеханичка напрезања као и појаву напрслина, а у неповољнијим ситуацијама и пуцање и лом цеви који је праћен истицањем радног флуида из цевног система. Топлотни флуks при коме долази до кризе размене топлоте се назива критични топлотни флуks.

2.2 Циљ истраживања

Циљ истраживања у овој дисертацији је формирање физичког и математичког модела као и одговарајућег нумеричког поступка за симулацију дијабатског генерисања паре у великим запреминама течности. Истраживање обухвата термичке процесе у загрејаном зиду који је изложен високим вредностима топлотног флуksа, као и развој и унапређење постојећих нумеричких модела кључања у великим запреминама течности. Такође, циљ истраживања је спровођење одговарајућих нумеричких симулација које би показале промену термофизичких и струјних (динамичких) параметара двофазне мешавине на микро и макро нивоу при атмосферском и при вишим притисцима. Развијени модел би имао могућност прорачуна генерисања паре различитих врста флуида. Предност развијеног модела у овој дисертацији би била у томе што би се динамика генерисања паре предвидела симулацијом термохидрауличких услова раста мехурова и испаравања прегрејане течности на загрејаном зиду на микронивоу, као и симулирањем природне циркулације двофазне мешавине на макро нивоу.

2.3 Релевантни библиографски извори и остварени резултати

Иако је проблем размене топлоте на загрејаној површини изучаван у претходном периоду (Theofanus и др. 2002, Stosic и Stevanovic 2002, Dhir и др. 1989, 2006, Pezo и Stevanovic 2011), и даље постоји потреба за унапређењем модела који би омогућили поуздано предвиђање струјних и термичких услова при којима долази до кризе размене топлоте. Такође, могућ је напредак у проналажењу спреге струјних и термичких процеса као и граничних услова на загрејаном зиду. При савременим истраживањима обраћа се пажња на услове генерисања паре на микронивоу где је применом модерне мерне технике могуће сагледати утицајне параметре, као што су храпавост и степен прегрејања површине (Kim, 2009, Qi и Klausner, 2006, Sakashita и Ono, 2009). Потреба за предвиђањем услова при којима долази до кризе кључања условила је велики број експеримената за различите услове кључања у великој запремини течности и за различите геометрије струјних канала. Бројне емпиријске корелације настале детаљним мерењима приказаним у постојећој литератури прелазе неколико стотина, што указује на непостојање општег приступа у моделирању оваквих проблема који би касније нашао адекватну примену у енергетским и индустријским инсталацијама и постројењима (Pigro, 2004a, 2004b). Постојеће емпиријске корелације су развијене за специфичну геометрију и струјне и термичке услове, тако да је поузданост примене ових корелација мања уколико се примењују за услове које се разликују од оних експерименталних услова за које су корелације развијене. Остварени резултати у истраживању генерисања паре у великим запреминама течности су од значаја за сигурност рада нуклеарних енергетских постројења (Stosic и Stevanovic 2002, Melikhov и др. 2011, Cong и др. 2015), поузданост рада генератора паре (Масловарић и др., 2014) и прелазне услове рада запремина испуњених двофазном мешавином (Стевановић и др. 2011).

У оквиру тезе ће се развити термохидраулички модел који ће обухватати нестационарне услове мехурастог кључања и испаравања прегрејане течности на загрејаној површини на микро нивоу, услове нестационарног провођења топлоте у загрејаном зиду као и симулацију просторног распореда запреминског удела течне и парне фазе и природне циркулације двофазне мешавине при дијабатским условима кључања у великој запремини течности на атмосферском, али и вишим притисцима. Предложена тема је од научног и инжењерског

значаја за развој савремених генератора паре и анализе сигурности различитих термоенергетских постројења и опреме.

У наставку се наводе неки од радова који обухватају проблематику генерисања паре у великим запреминама течности, а који су утицали на покретање истраживања предвиђених у овој докторској дисертацији:

- [1] Cong, T., Zhang, P., Tian, W, Su, G.H., Qiu, S., Analysis of Westinghouse MB2 test using the Steam-generator Thermohydraulics Analysis code STAF, *Annals of Nuclear Energy* Vol. 85, (2015), pp. 127–136.
- [2] Dhir, V. K., Liaw, S. P., Framework for a unified model for nucleate and transition boiling, *ASME J. Heat Mass Transfer*, 111, pp. 739-746, 1989.
- [3] Dhir, V. K., Mechanistic Prediction of Nucleate Boiling Heat Transfer-Achievable or a Hopeless Task, *Journal of Heat Transfer*, Vol. 128, Issue 1, 2006.
- [4] Kim, J., Review of nucleate pool boiling bubble heat transfer mechanisms, *International Journal of Multiphase flow*, 35, pp. 1067-1076, 2009.
- [5] Maslovaric, B., Stevanovic, V., Milivojevic, S., Numerical simulation of two-dimensional kettle reboiler shell side thermal-hydraulics with swell level and liquid mass inventory prediction, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 75, (2014), pp. 109–121.
- [6] Melikhov, M., Melikhov, O., Parfenov, Y., Nerovnov, A, Simulation of the Thermal Hydraulic Processes in the Horizontal Steam Generator with the Use of the Different Interfacial Friction Correlations, *Science and Technology of Nuclear Installations*, Vol. 2011, Article ID 181393, doi:10.1155/2011/181393.
- [7] Pezo, M., Stevanovic, V., Numerical prediction of critical heat flux in pool boiling with two-fluid model, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 54, Issues 15-16, pp. 3296-3303, 2011.
- [8] Pioro, I. L., Nucleate pool-boiling heat transfer. I: review of parametric effects of boiling surface, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 47, pp. 5033-5044, 2004a.
- [9] Pioro, I. L., Nucleate pool-boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 47, pp. 5045-5057, 2004b.
- [10] Qi, Y., Klausner, F. J., Comparison of Nucleation Site Density for Pool Boiling and Gas Nucleation, *Journal of Heat transfer*, Vol. 128, Issue 13, 2006.
- [11] Sakashita, H., Ono, A., Boiling behaviors and critical heat flux on a horizontal plate in saturated pool boiling of water at high pressure, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 52, pp. 744-750, 2009.
- [12] Stevanovic, V., Maslovaric, B., Prica, S., Dynamics of steam accumulation, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 37, (2012), pp. 73-79.
- [13] Stosic, Z., Stevanovic, V., Advanced Three-Dimensional Two-Fluid Porous Media Method for Transient Two-Phase Flow Thermal-Hydraulics in Complex Geometries, *Numerical Heat Transfer, Part B - Fundamentals*, Vol. 41, No. 3-4, (2002), pp. 263-289.
- [14] Theofanous, T. G., Tu, J. P., Dinh, A. T., Dinh, T. N., The boiling crisis phenomenon Part I: nucleation and nucleate boiling transfer, *Exp. Therm. Fluid Sci.* 26, pp. 775-792, 2002.
- [15] Theofanous, T. G., Dinh, T. N., Tu, J. P., Dinh, A. T., The boiling crisis phenomenon Part II: dryout dynamics and burnout, *Exp. Therm. Fluid Sci.* 26, pp. 793-810, 2002.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Генерисање паре у великим запреминама течности ће се посматрати као тродимензионално. Проблем ће се решавати применом модела два флуида. Стање флуида ће бити описано помоћу три основне билансне једначине: билансом масе, количине кретања и енергије, за сваку од фаза (такозвани модел „два флуида“), које формирају систем парцијалних диференцијалних једначина елиптичког типа. Размена билансних величина на разделним површинама течне и парне фазе се одређује применом одговарајућих емпиријских и полу-емпиријских конститутивних корелација. Топлота се великој запремини течности доводи преко загрејаног зида. Генерисање паре на микронивоу на загрејаном зиду је дефинисано местима нуклеације мехурова и временом задржавања мехурова на зиду. Од густине места нуклеације зависи динамика кључања и услови под којима долази до кризе кључања. На густину места нуклеације утиче храпавост површине загрејаног зида. Локације места нуклеације се задају генератором случајних бројева тако да ће она бити променљива у простору, али ће укупан број мехурова на одређеној површини остати непромењен и одговарати густини нуклеације. На време задржавања мехурова на зиду утиче већи број параметара као што су термофизички параметри флуида, топлотни флуks, угао квашења, итд.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

За описивање генерисања паре у великим запреминама течности користиће се тродимензионални модел два флуида. Систем парцијалних диференцијалних једначина који представља закон одржања масе, количине кретања и енергије ће се нумерички решавати применом методе коначних запремина. Нумеричко решавање система једначина се врши применом SIMPLE алгоритма при чему се једначина за корекцију притиска у двофазном току добија сменом једначина биланса количине кретања у скаларном облику у једначину биланса масе. Моделирање транспортних процеса на разделној површини између фаза ће се извршити применом конститутивних корелација. Након спровођења нумеричких симулација за различите флуиде, топлотне флуksеве, геометрије и густине нуклеације извршиће се поређење са експерименталним резултатима доступним у литератури.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Очекивани научни допринос обухвата:

- развој физичког и математичког модела који омогућава нумеричко предвиђање криве кључања, која представља зависност између специфичног топлотног протока и разлике температуре загрејане површине и температуре сатурације течности која кључа у великој запремини;
- утврђивање зависности криве кључања од термофизичких и механичких карактеристика материјала загрејаног зида и термофизичких карактеристика флуида, као што је утицај храпавости површине зида, угла квашења течности на површини, топлотне проводности материјала загрејаног зида, температурске проводности флуида итд.;
- утврђивање зависности криве кључања од положаја нивоа двофазне мешавине, нагиба загрејане површине на којој долази до кључања и притиска флуида,

Са становишта инжењерске праксе сагледани научни допринос је у:

- поузданом предвиђању коефицијента прелаза топлоте при мехурастом кључању у великој запремини течности;
- утврђивању утицаја услова природне циркулације у великој запремини течности у генераторима паре на просторну расподелу запреминског удела паре,
- поузданом предвиђању критичног топлотног флукса, што је од посебног значаја за пројектовање и анализе сигурности нуклеарних и других енергетских и индустријских генератора паре и испаривача.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1 План истраживања

Истраживање ће се обавити у оквиру следећих задатака: а) развој физичких и математичких модела генерисања паре у великим запреминама течности, б) развој модела за предвиђање критичног топлотног флукса при различитим термофизичким условима генерисања паре, в) развој нумеричког поступка решавања и одговарајућег компјутерског програма, г) спровођење нумеричких експеримената и верификација модела поређењем добијених резултата са доступним експерименталним подацима, д) примена развијене методе за предвиђање различитих услова генерисања паре на загрејаном зиду, и ђ) публикување добијених резултата.

6.2 Структура рада

1. Феноменолошки приказ процеса базенског кључања и термохидрауличких услова раста мехурова и испаравања прегрејане течности на загрејаном зиду. Значај познавања модела базенског кључања са становишта сигурности различитих термоенергетских постројења и опреме.
2. Преглед савремених истраживања нестационарних услова мехурастог кључања и нестационарних услова провођења топлоте у загрејаном зиду.
3. Развој физичких и математичких модела генерисања паре у великим запреминама течности.
4. Развој нумеричког поступка решавања модела.
5. Спровођење нумеричких експеримената. Верификација модела.
6. Примена развијених модела и нумеричке методе за предвиђање различитих услова генерисања паре на загрејаном зиду.
7. Закључак о оствареном научном доприносу докторске тезе.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Очекивани резултати предложене докторске дисертације су од научног значаја за развој термохидрауличких модела кључања у великим запреминама течности. Такође, предложена тема је од инжењерског значаја за развој савремених нуклеарних и других енергетских и индустријских генератора и акумулатора паре.

На основу изложеног Комисија сматра да поднета пријава испуњава све услове прописане законом и критеријумима овог Факултета, тако да предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

Милану М. Петровићу, дипл. инж. маш.

одобри израду докторске дисертације под називом

„Динамика испаравања у великим запреминама течности изложеним великим специфичним топлотним протоцима у генераторима паре”.

Тема припада научној области машинство и ужој научној области термоенергетика. За ментора ове докторске дисертације предлаже се др Владимир Стевановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Владимир Стевановић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Милош Бањац, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Дејан Радић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Сања Миливојевић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Мирослав Станојевић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду, Машински факултет

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Владимир Стевановић

Звање: редовни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Maslovaric, B., **Stevanovic, V.**, Milivojevic, S., Numerical simulation of two-dimensional kettle reboiler shell side thermal-hydraulics with swell level and liquid mass inventory prediction, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 75, (2014), pp. 109–121, ISSN 0017-9310, импакт фактор 2,383, категорија M21.
2. **Stevanovic, V.**, Cucuz, S., Carl-Meissner, W., Maslovaric, B., Prica, S., A numerical investigation of the refrigerant maldistribution from a header towards parallel channels in an evaporator of automotive air conditioning system, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 55, (2012), pp. 3335–3343, ISSN 0017-9310, импакт фактор 2,315, категорија M21.
3. Pezo, M., **Stevanovic, V.**, Numerical prediction of critical heat flux in pool boiling with the two-fluid model, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 54, (2011), pp. 3296-3303, ISSN 0017-9310, импакт фактор 2,407, категорија M21.
4. **Stevanovic, V.**, Maslovaric, B., Prica, S., Dynamics of steam accumulation, Applied Thermal Engineering, Vol. 37, (2012), pp. 73-79, ISSN 1359-4311, импакт фактор 2,127, категорија M21.
5. Simovic, Z., Ocokoljic, S., **Stevanovic, V.**, Interfacial friction correlations for the two-phase flows across tube bundles, International Journal of Multiphase Flow, Vol. 33, No. 2, (2007), pp. 217-226, ISSN 0301-9322, импакт фактор 1,137, категорија M21.

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
