

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1064/5
(Број захтева)Већу научних области техничких наука(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)01.09.2011.
(Датум)**ЗАХТЕВ**
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

ВИХОРНО СТРУЈАЊЕ У ПРАВИМ ДИФУЗОРИМА КРУЖНОГ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Хидрауличне машине и енергетски системи

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ДЕЈАН (БОГОЉУБ) ИЛИЋ2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд3. Година дипломирања: 2000.

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 завршио докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: _____ / _____

Година завршетка докторских студија: 2010.Обавештавамо Вас да је _____ Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 01.09.2011
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.др Милорад Милованчевић

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:1064/5
Датум: 05.09.2011.
Београд, Краљице Марије 16

На захтев Дејана Илића, дипл.инж.маш., бр. 1064/1 од 22.06.2011. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Мирослав Бенишек, ментор, проф.др Милош Недељковић, коментор, проф.др Светислав Чантрак, проф.др Милош Бањац, проф.др Милун Бабић, Машински факултет Универзитет у Крагујевцу бр. 1064/4 од 30.08.2011. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању и чл. 30 Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 01.09.2011. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«ВИХОРНО СТРУЈАЊЕ У ПРАВИМ ДИФУЗОРИМА КРУЖНОГ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА»** докторанта **ДЕЈАНА ИЛИЋА**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту Дејану Илићу, именује се **проф.др Мирослав Бенишек**, коментор **проф.др Милош Недељковић**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду

Предмет: Извештај о подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације Дејана Илића, дипл.инж.маш.

На основу Одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 1064/3 од 07.07.2011. године, сагласности Колегијума наставника Катедре за Хидрауличне машине и енергетске системе бр. 1064/2 од 01.07.2011. год. а по Пријави теме докторске дисертације бр. 1064/1 од 22.06.2011. год. кандидата Дејана Илића, дипл.инж.маш., студента докторских студија, именовани смо за чланове Комисије за оцену испуњености кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације. После проучавања достављеног материјала подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

о прихватању теме докторске дисертације под насловом

ВИХОРНО СТРУЈАЊЕ У ПРАВИМ ДИФУЗОРИМА КРУЖНОГ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА

Подразумевајући да саставни део материјала чини и Пријава кандидата, то се у овом Извештају приказују само најосновнији елементи.

1. Подаци о кандидату

1.1 Општи биографски подаци

Дејан Илић, дипл.инж.маш., рођен је 06.02.1975. у Шапцу. По завршетку основне школе, уписује Техничку школу «Коста Абрашевић», у Шапцу, коју завршава као ученик генерације у подручју рада машинство и обрада метала.

Машински факултет, Универзитета у Београду, уписује 1994. године. Дипломирао је 2000. године на смеру за Хидроенергетику. Дипломски рад под називом "Појава кавитације у пумпама" одбранио је код в.проф. др Милоша Недељковића са оценом 10 (десет). Просечна оцена у току студија је 8,69 (осам и 69/100).

01.11.2000. године уписао је последипломске студије на Машинском факултету, Универзитета у Београду, смер Хидроенергетика. У периоду од 01.03.2001 - 28.02.2002. год, запослен је на Машинском факултету, Универзитета у Београду, као таленат-приправник, обдарен за научноистраживачки рад на Катедри за Хидроенергетику, а до 02.09.2002. ради на истој катедри као волонтер-сарадник.

Од 02.09.2002.-02.06.2003. налази се на одслужењу војног рока, где је завршио Школу резервних официра, Војна академија - одсек логистике, као резервни потпоручник техничке службе Војске СЦГ.

Од 02.06.2003. год. (изабран 17.09.2002.) до данас ради на Машинском факултету, Универзитета у Београду, на Катедри за Хидрауличне машине и енергетске системе. Прво као асистент-приправник (од 2003. до 2010. године) а потом као асистент (од 2010. године до данас).

10.10.2005. Уписује докторске студије на Машинском факултету, Универзитет у Београду, смер Хидроенергетика.

У периоду од марта до априла 2008. године учествовао је, као члан Стручне комисије за извођење упоредних моделских енергетских испитивања постојећих и ревитализованих турбина за ХЕ Ђердап 1

и CHE Portile de Fier, моделским испитивањима хидрауличних турбина у Лабораторији за хидрауличне машине у Лозани (LMH- EEPFL), Швајцарска.

Члан је Српског друштва за Механику и Секторског комитета за лабораторије за испитивање опреме под притиском, моторних возила, металних материјала, заштитних средстава и опреме, испитивања без разарања, хидраулике и пнеуматике при Акредитационом телу Србије.

Заједно са групом аутора добитник је „Златне медаље са ликом Николе Тесле“, бр. 087-09, која је додељена 22.05.2009. године од стране Савеза проналазача и аутора техничких унапређења Београда за достигнуће у области нових технологија (Вентилатор за одржавање еколошких услова у тунелима).

Кроз усавршавање и рад на више научних и стручних пројеката из области хидрауличних машина и енергетских система, био је аутор и коаутор одређеног броја радова, на научно-стручним скуповима и часописима.

Ожењен је.

1.2 Активности на докторским студијама

- На докторским студијама кандидат је положио свих 9 (девет) предмета са просечном оценом 10 (десет). Од тога 4 (четири) обавезна и 5 (пет) изборних предмета од којих сваки вреди 5 ЕСПБ бодова, укупно 45 ЕСПБ бодова.
- 30 ЕСПБ бодова кандидат је остварио радом у лабораторији и извођењем наставе на Основним академским студијама (предмети: Техника мерења и сензори, Увод у енергетику, Стручна пракса Б – ХЕН) и Мастер академским студијама (предмети: Прорачуни у турбомашинама, Техника мерења и сензори, Хидроенергетска постројења и опрема, Мерења у хидроенергетици, Стручна пракса М – ХЕН) Машинског факултета у Београду.
- 22 ЕСПБ бода кандидат је остварио одбраном Пројекта "Методологија мерења, мерење и одређивање карактеристика вихорног струјања у дифузору" везаног за област докторске дисертације. У оквиру Пројекта кандидат је извршио велики број мерења профила брзина и притисака у попречним пресецима дуж једног дифузора одређене геометрије. Мерења је извршио са комплетом класичних-комбинованих сонди. На основу извршених мерења одредио је енергетске карактеристике вихорног струјања у попречним пресецима дифузора и на основу њих одредио је промену енергија и хидрауличних губитака. Специјално је интересантан развој профила аксијалних и обимских компоненети брзина дуж дифузора.
- Кандидат има 2 (два) публикована рада у међународним часописима који имају импакт фактор на SCI листи (од којих сваки вреди по 10 ЕСПБ бодова) и 1 (један) рад публикован у часопису FME Transactions (који вреди 3 ЕСПБ бода), укупно 23 ЕСПБ бода.
- Публиковањем рада у међународном часопису који има импакт фактор, кандидат је испунио услов потребности приступног рада за израду докторске дисертације.

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

Радови су разврстани у следећих седам група:

1.3.1 Научни радови у часописима међународног значаја (SCI листа)

1. Benišek M.H., Lečić M.R., Ilić D.B., Čantrak Đ.S. (2010): Application of New Classical Probes in Swirl Fluid Flow Measurements, Experimental Techniques, Wiley, Inter Science, Society for Experimental Mechanics, Vol. 34, Issue 3, pp. 74-81, ISSN 0732-8818, <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122305518/HTMLSTART>, SCI за 2010. год.: 0,5. – M23
2. Benišek M.H., Ilić D.B., Čantrak Đ.S., Božić I.O. (2010): Investigation of the turbulent swirl flows in a conical diffuser, Thermal Science, year 2010, Vol. 14, Issue Supplement, pp. [S141 - S154], DOI REFERENCE: 10.2298/TSCI100630026B, ISSN: 0354-9836 <http://thermalscience.vinca.rs/2010/supplement/12>, SCI за 2010. год.: 0,407. – M23

1.3.2 Научни радови у водећим часописима националног значаја

1. Benišek M., Čantrak S., Nedeljković M., Ilić D., Božić I., Čantrak Đ. (2005): Defining the Optimum Shape of the Cross-flow Turbine Semi-spiral Case by the Lagrange's Principle of Virtual work, FME Transactions, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, New Series, Vol.33, Number 3, pp 141-144, UDC:621,YU ISSN 1451-2092. http://www.mas.bg.ac.yu/transactions/Vol_33_No3.html. – M51
2. Benišek M.H., Čantrak S.M., Nedeljković M.S., Čantrak Dj.S., Ilić D.B., Božić I.O. (2006): Fluid boundaries shaping using the method of kinetic balance, Thermal Science, Vol.10, No. 4, Issue 15,

pp. 153-162., UDC: 532.559/556, ISSN 0354-9836., <http://thermalscience.vin.bg.ac.yu/pdfs/2006-4/13-Benisek.pdf> - M51

3. Бенишек М., Божић И., Илић Д., Чантрак Ђ. (2006): Експериментална хидрауличка испитивања карактеристика цевне турбине ХЕ "Ђердап II", Водопривреда, број 222-224, година 38, јул-децембар 2006/4-6, стр. 189-198., YU ISSN 0350-0519, UDK 626. – M51
4. Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., Чантрак Ђ., Илић Д., Божић И. (2008): Презентација резултата истраживања, развоја и освајања малих хидроелектрана са Банки турбинама, ЕНЕРГЕТИКА 2008, Златибор, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија, екологија, бр 1-2, (стр. 131-139), UDC:620.9, ISSN 0354-8651, UDC: 621.311.21.001.6 (497.11) – M51

1.3.3 Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини

1. M. Benišek, D. Ilić, Đ. Čantrak, I. Božić, M. Pajnić, M. Begović, N. Janković (2009): Fan for Ecological Condition Sustain in Tunnels, Proceedings of the Fortieth International Congress on Heating, Refrigerating and Air-Conditioning pp 320-331, ISBN 978-86-81505-50-2, Belgrade, Serbia, 02-04.12.2009, http://www.kgh-kongres.org/content/view/142/124/lang,serbian_lat/.
2. Čantrak Đ., Dondur N., Vesna Mila Čolić Damjanović, Bratislav Ilić, Miloš Banjac, Nataša Babačev, Dejan Ilić, Dušan Kostić (2009): Economic Analysis of the Passive and Intelligent Multifamily Residential Building in Belgrade, Proceedings, 4th International Symposium of Industrial Engineering, SIE 2009., Industrial Engineering Department, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Steinbeis Advanced Risk Technologies, Stuttgart, Germany, Belgrade, December 10-11. 2009., ISBN 978-86-7083-681-5, pp. 40-42.
3. Jojić I., Isakov M., Voronjec D., Čantrak Đ, Ilić D., Banjac M., (2010): Prikaz rezultata merenja i analize tehnoeкономских parametara na realizovanom demonstracionom postrojenju za rekuperaciju toplote na VMA (Review of Techno-economic Parameters on the Realized Pilot Plant for Heat Recuperation at VMA), Proceedings of the Second Regional Conference: Industrial Energy and Environmental Protection Southeast Europe - IEEP 2010, Tematska grupa 2B: Energetska efikasnost u zgradarstvu (Energy Efficiency in Building Construction), Society of Thermal Engineers of Serbia, Proceedings CD (ISBN 978-86-7877-012-8, COBISS.SR-ID 176061964), June 22-26, Zlatibor, 2010.
4. Miroslav Benišek, Ivan Božić, Đorđe Čantrak and Dejan Ilić (2011): Hydraulic Tests of the Bulb Turbine Unit at the Hydropower Plant "Djerdap 2", III International Symposium Contemporary Problems of Fluid Mechanics, Chair of Fluid Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia, May 12-13th, 2011, Book of abstracts, ISBN: 978-86-7083-726-3, pp. 48., 2011 http://www.mas.bg.ac.rs/kalendar/kongresi/III_simp_fluidi_2011_Program.pdf

1.3.4 Радови саопштени на скупу националног значаја, штампани у целини

1. Игњатовић Б., Бенишек М., Недељковић М., Илић Д., Чантрак Ђ., Божић И.: Банки турбина – погодан тип мале хидротурбине за искоришћење потенцијала малих река (токова), 12 Симпозијум термичара, Сокобања, 2005., Зборник на CD-у (ISSN 86-80587-51-6). Сокобања 18-21.10.2005., Друштво термичара СЦГ и Машински факултет у Нишу.

1.3.5 Радови штампани у изводу у материјалима скупова националног значаја

1. M. Benišek, R. Albijanić, B. Ignjatović, I. Božić, D. Ilić, Đ. Čantrak Hydraulic and Vibration Tests of Double-Regulated Prototype Hydraulic Turbines With the Aim of Increasing The Energy Efficiency, Симпозијум ЕЛЕКТРАНЕ 2006, организатор: Друштво термичара Србије и Црне Горе, Врњачка Бања, 19-22. 09. 2006., Зборник проширених резимеа, стр. 11., ISBN 86-7877-009-0.

1.3.6 Учешће у научним пројектима

1. "Мале хидроелектране са Банки турбинама за производњу електричне енергије и директне везе са пумпним системима" – Национални програм енергетске ефикасности, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, Пројекат МНЗЖС ЕЕ 271019, 2003-2006.
2. "Мале хидроелектране са цевним турбинама за производњу електричне енергије и директне везе са пумпним системима" – Национални програм енергетске ефикасности, руков. пројекта: проф. др Милош Недељковић, Пројекат МНЗЖС ЕЕ 271020, 2003-2006.
3. "Рационализација потрошње воде у водоводним системима" – Национални програм вода, руков. пројекта: др Душан Продановић, доцент, Пројекат МНЗЖС НПВ-35А, 2004-2007.
4. "Повећање енергетске ефикасности, расположивости и инсталисане снаге агрегата постојећих хидроелектрана ЕПС-а", руков. пројекта: проф. др Драган Петовић, Пројекат МНЗЖС НПЕЕ-213009, 2006-2008.
5. „Реверзибилни млазни аксијални вентилатор за одржавање еколошких услова у ауто тунелима“, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 451-01-2960/2006-85, Министарство науке Републике Србије, 2007.-2008.

6. „Истраживање и развој анеометарских сонди, мернокалибрационих поступака и оптичких метода за мерења у техничкој пракси“ – технолошки развој, руков. пројекта: др Милан Лечић, доцент, ев.број 14046 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2008.-2010.
7. „Развој и примена интегралних математичко – експерименталних метода модалне анализе и структурне модификације у оптимизацији динамичког понашања система слободних и међусобно повезаних ротирајућих лопатица“ – технолошки развој, руков. пројекта: проф. др Мирослав Бенишек, ев. број 18022 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2008.-2010.
8. Пројекат у оквиру Националног инвестиционог плана Републике Србије: “Национална лабораторија за енергетику, екологију и еталонирање”, шифра: 10900610, од 2008. год. Подржан од стране Министарства рударства и енергетике и Министарства за национални инвестициони план, Републике Србије.
9. „Савремени проблеми управљања агрегата 3 – агрегата сопствене потрошње ХЕ Бистрица“ – иновациони пројекат, руков. пројекта: проф. др Зоран Рибар, ев. Број 451-01-00065/2008-01/51 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2008 - 2010.
10. „Интегрални план за изградњу енергетски ултра-ефикасног објекта вишепородичног становања уз примену техничко-технолошких иновација и савремених ЕУ стандарда за пасивну изградњу“ – иновациони пројекат, руков. пројекта: ванр. проф. др Милош Бањац, евид. бр. пријаве 391-00-00027/2009-02/164 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2010 - 2011.
11. „International Accreditation of Engineering Studies“ 144856-TEMPUS-2008-RS-JPGR, (15.1.2009–14.1.2012), руков. пројекта: проф. др Милош Недељковић.
12. „Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта “ – технолошки развој, руков. пројекта: др Милан Лечић, ванр. Проф., ев.број 35046 Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, 2010.-2014.
13. „Анализа вртложних турбулентних структура иза кола аксијалних вентилатора применом HWA, LDA и PIV мерне технике“ - Програм заједничког унапређења размене учесника на пројектима између Републике Србије и Савезне републике Немачке, координатори пројекта: проф. др Светислав Чантрак и Prof. Dr.-Ing.Martin Gabi, 2011-2012.

1.3.7 Остале релевантне референце из области

Техничке реализације (техничка решења, патенти, побољшане технологије)	8
Студије	2
Ауторизовани елаборати, експертизе и други документи ограничене циркулације	53

1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

- Својим досадашњим истраживачким активностима кандидат је испољио квалитет, заинтересованост и стручност за научни и инжењерски рад.
- Публиковани радови у часописима међународног и националног значаја, као и учешћа у научноистраживачким пројектима, указују на изразит смисао кандидата да се бави како теоријским, тако и сложеним експерименталним истраживањима.
- Досадашњи објављени радови и истраживачка делатност кандидата су суштински повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан и ефикасан теоријски и експериментални рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1 Приказ предмета истраживања и хипотетичких ставова о проблему који се истражује

- Предмет докторске дисертације су комплексна теоријска и експериментална истраживања вихорног струјања и то: расподеле брзина и притиска, као и губитака енергије у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Оспособљавање и надоградња постојеће опитне инсталације и мерне опреме, за експериментална истраживања.
- Феноменологија расподеле губитака енергије при вихорном струјању у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Истраживање интегралних енергетских карактеристика вихорног струјања у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Утицај геометријских параметара дифузора кружног попречног пресека на струјне и енергетске карактеристике вихорног струјања.
- Коришћење добијених резултата за формирање сопственог модела за предикцију вихорног струјања у правим дифузорима кружног попречног пресека.

- Разрада методе за одређивање турбулентних напона у вихорном струјном току у правим дифузорима кружног попречног пресека, на основу измерених профила брзина и притисака у попречним пресецима дуж радијуса.
- Упоредњење резултата прорачуна постојећих CFD метода са резултатима експерименталних истраживања.
- Утицај неуниформног струјања на енергетске губитке у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Преглед релевантне литературе и резултата.

2.2 Циљеви истраживања, научно предвиђање циљева у функцији нивоа научног сазнања.

- Научни циљ истраживања у оквиру ове дисертације је да се савременим теоријским поступцима и експерименталним резултатима формирају зависности струјно-енергетских параметара турбулентног вихорног струјног поља у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Анализа утицаја различитих геометрија дифузора на вихорно струјање у дифузору кружног попречног пресека.
- Упоредна анализа расподеле губитака енергије при вихорном струјању и при чистом аксијалном струјању у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Разматрање различитих модела турбулентног струјања кроз праве дифузоре кружног попречног пресека.
- Одређивање појединих енергетских карактеристика струјања дуж дифузора и истраживање њихових функционланих зависности са интегралним параметрима струјног поља, а све у циљу могућности одређивања енергетских карактеристика и губитака сифона цевних турбина (прав дифузор кружног попречног пресека) у зависности од параметара вихорног струјања на улазу у дифузор (тј. на излазу из обртног кола турбине).

2.3 Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате (цитирати) који су у вези са предметом истраживања.

Научно подручје (научна област) истраживања у предложеном докторском раду је теоријска и експериментална механика флуида примењена при изучавају сложене структуре турбулентног вихорног струјања у дифузору иза радног кола вентилатора.

Из области турбулентног вихорног струјања објављује се завидан број референци, које се могу наћи у неком од значајнијих часописа: J Fluid Mech, Phys Fluids A, Ann Rev Fluid Mech, Exp in Fluids, ASME J Fluids Eng, ZAMM...

Значај теме се огледа у њеној актуелности, као и у очекивању важних теоријских, експерименталних и примењених резултата.

3. Полазне хипотезе

Када су у питању струјања флуида, тако ће се и у овој докторској дисертацији теоријска истраживања вихорног струјања флуида заснивати на основним једначинама механике флуида и реолошкој природи флуида.

Физичке појаве и процеси који се истражују у докторској дисертацији односе се на понашање реалних флуида чије се моделирање заснива на основним хипотезама непрекидне средине, тј. континуума.

Наиме, понашање флуида се описује физичко-математичким законима механике флуида: одржања масе - једначина континуитета, импулса и енергије примењене на њутновски флуид.

Вихорно струјање у правим дифузорима кружног попречног пресека је тродимензионално (са три компоненте брзине) посматрано у цилиндричном координатном систему: обимска, аксијална и радијална брзина, са израженим карактеристичним областима по попречном пресеку, са израженим променама притиска и формираном облашћу вихорног језгра које може бити стабилно или нестабилно. Такође је изражена промена укупне енергије дуж радијуса и дуж дифузора.

Читав концепт теоријског истраживања, у принципу, се заснива на Навије - Стоксовим једначинама примењеним на турбулентна вихорна струјања. У инжењерској пракси од интереса је укупан ефекат турбулентног флукутирајућег струјања. То се своди на примену Рејнолдсовог концепта осредњавања Навије - Стоксових једначина, где се тренутне вредности вектора брзине и притиска могу представити као збир осредњених вредности и флукутирајућих величина.

Наиме, заменом тренутних вредности брзина у Навије - Стоксовим једначинама, добија се једначина турбулентног вискозног тока или тзв. Рејнолдсова једначина којом се може описати струјање турбулентног тока уз примену конститутивне једначине (реолошки концепт) која даје вези између напона и тензора деформацијских брзина.

До жељених циљева ове дисертације се не може доћи без примене експерименталне технике мерења поља брзина и притисака у вихорном току у правим дифузорима кружног попречног пресека.

Турбулентни напони имају важну улогу у Рејнолдсовим једначинама и њихово познавање је од непроцењиве користи у моделирању турбулентних токова. Комбиновањем теоријских и

експерименталних истраживања у овој дисертацији ће се одредити турбулентни напони, како на зидовима струјног простора тако и у самом струјном току и пронаћи њихова веза са струјним параметрима вихорног струјања.

4. Научне методе истраживања

Сложени процеси вихорног струјања који се одвијају у правим дифузорима кружног попречног пресека, иза обртних кола аксијалних вентилатора, пумпи и турбина, и њихово изучавање захтева примену комбинованих научних метода истраживања које су међузависне и неопходне.

У овој дисертацији биће примењене следеће научне методе:

- Аналитичке методе које се заснивају на примени Рејнолдсовог концепта трансформације Навије - Стоксових једначина, у циљу физичког моделирања струјних процеса сложених вихорних струјања.
- Нумеричке методе за решавање диференцијалних једначина струјања - CFD модели.
- Експерименталне методе мерења брзина и притисака, помоћу класичних комбинованих сонди специјалне конструкције израђених за овакву класу струјања, као и примену савремених анемометара на принципу LDA.

5. Очекивани научни допринос

5.1. Очекивани научни резултати у предложеној области истраживања

Истраживања која ће бити у спроведена у овој дисертацији имају велики значај у откривању струјних феномена који се појављују у струјном пољу правих дифузора кружног попречног пресека. Специјално у домену енергетских истраживања губитака која директно утичу на степене корисности хидрауличних машина. Наиме, како дифузор - сифон турбине представља део турбине, и да његовим неповољним конструисањем укупни степен корисности може бити значајно умањен, то се мора обратити изузетна пажња упри његовом обликовању.

Према постављеном циљу истраживања ове дисертације очекују се следећи научни и стручни доприноси:

- Мерењем струјних карактеристика дуж радијуса у различитим попречним пресецима на три геометријска облика правих дифузора кружног попречног пресека, који се разликују по углу ширења, и анализом добијених резултата откиће се феноменологија развоја брзинских профила и профила компонената брзина, профила притисака и енергетских вредности дуж дифузора. Мерења осредњених вредности брзина и компоненти брзина, као и притиска биће обављена помоћу класичних сонди. Такође ће се обавити и мерења помоћу LDA опреме за поједине дифузоре у одређеним попречним пресецима дифузора.
- Развиће се поступак за одређивање пречника вихорног језгра и промене пречника вихорног језгра дуж осе разматраних дифузора.
- На основу измерених осредњених енергија вихорног струјања у попречним пресецима дуж осе дифузора, анализираће се њихова промена и губици енергије за сва три геометријска облика дифузора (сифона турбине) и израчунати коефицијент губитка енергије.
- Енергетске карактеристике вихорног струјања у дифузору биће упоређене са енергетским карактеристикама чисто аксијалном струјања у дифузору.
- Одредиће се односи коефицијената губитака вихорног струјања са коефицијентима губитака при чисто аксијалним струјањима у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Одредиће се коефицијенти вихорног струјања у попречним пресецима и законитост њихове промене дуж дифузора.
- Такође, одредиће се и анализирати вредност Кориолисовог и Бусинесковог броја вихорног струјања у попречним пресецима дуж дифузора и њихова зависност од параметара вихорног струјања.
- Одредиће се вредност доминантних турбулентних напона вихорног струјања, мерењем поља брзина и притисака, из Рејнолдсових једначина.
- Анализом добијених вредности турбулентних напона, одређених за три геометријска облика дифузора, одредиће се њихове зависности од параметара вихорног струјања. Ове зависности послужиле ће за будућу предикцију турбулентних струјања у правим дифузорима кружног попречног пресека.
- Формираће се, на основу претходне анализе, један алгебарски модел за прорачун вихорних струјања.
- У циљу упоређења резултата мерења са резултатима најчешће коришћених CFD турбулентних модела, за предикцију вихорних струјања, извршиће се прорачуни развоја вихорног струјања на основу измерених профила брзина и притисака на улазу у дифузор. На основу ове анализе даће се закључак ваљаности CFD методе за прорачун вихорних струјања.

- Такође ће се извршити упоређење резултата прорачуна струјања добијених на основу предложеног алгебарског модела датог у овој дисертацији, са измереним вредностима брзинског поља и поља притисака.

5.2. Стручни резултати и могућности њихове примене у техничкој пракси

- На основу анализе експерименталних података и података добијених алгебарским моделом струјања у дифузору тј. делу проточног тракта хидрауличне цевне турбине могуће је разматрати конструкционе измене геометрије сифона турбине са циљем постизања бољих енергетских параметара.

6. План истраживања и структура рада

У оквиру дисертације која се односи на истраживање вихорног струјања у правим дифузорима кружног попречног пресека, треба извршити обимна експериментална и теоријска истраживања која треба да доведу до остваривања очекиваних научних доприноса.

План и структура истраживања је следећи:

- Изучавање и анализа постојеће литературе из ове области,
- Формирање опитне инсталације и избор адекватне мерне опреме,
- Систематска мерења на више дифузора различитих геометрија,
- Анализа мерних резултата и изучавање феноменологије физичког процеса вихорног струјања,
- Одређивање енергетских и вихорних карактеристика струјања у попречним пресецима и дуж дифузора,
- Формирање математичког модела струјања на основу Рејнолдсових једначина и предлог његовог разрешења,
- Одређивање доминантних турбулентних напона на основу резултата мерења и њихове зависности од параметара вихорног струјања,
- Анализа струјања на бази постојећих CFD модела,
- Упоређење резултата мерења са постојећим CFD моделима и извођење закључака,
- Упоређење резултата мерења са резултатима формираног алгебарског модела и извођење закључака.

Структура докторске дисертације је следећа:

1. Увод (обухвата значај истраживања и преглед до сада постигнутих резултата)
2. Теоријска разматрања
3. Експериментална истраживања вихорног струјања у правим дифузорима
 - 3.1. Експерименталне инсталације
 - 3.2. Мерна опрема
 - 3.3. Поступак мерења појединих величина и начин одређивања карактеристика вихорног струјања
 - 3.4. Анализа добијених резултата
4. Алгебарски модел турбулентног вихорног струјања
5. Постојећи CFD модел турбулентног вихорног струјања
6. Упоредни резултати измерених величина и израчунатих вредности применом модела из поглавља 4. и 6.
7. Закључак
8. Прилози
9. Литература

7. Закључак и предлог

Анализом Пријаве кандидата Дејана Илића, дипл. инж. маш., Комисија закључује да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава и законске и истраживачке квалификације за рад на докторској дисертацији (закључак 1.4).

Комисија зато предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату **Дејану Б. Илићу**, дипл. инж. маш. одобри израду докторске дисертације под називом

Вихорно струјање у правим дифузорима кружног попречног пресека

у научној области **Хидрауличне машине и енергетски системи** за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан, при чему се кандидату предлаже ментор **др Мирослав Бенишек**

ред. проф. Машинског факултета у Београду и коментор **др Милош Недељковић** ред. проф. Машинског факултета у Београду.

С поштовањем,

У Београду, 30. августа 2011. год.

Чланови Комисије

проф. др Мирослав Бенишек
ментор

проф. др Милош Недељковић
коментор

проф. др Светислав Чантрак

в. проф. др Милош Бањац

проф. др Милун Бабић,
МФ, Универзитет у Крагујевцу

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Дејана Илића

Име и презиме ментора: Мирослав Х. Бенишек

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Benišek M.H., Lečić M.R., Ilić D.B., Čantrak Đ.S. (2010): Application of New Classical Probes in Swirl Fluid Flow Measurements, Experimental Techniques, Wiley, Inter Science, Society for Experimental Mechanics, Vol. 34, Issue 3, pp. 74-81, DOI: 10.1111/j.1747-1567.2009.00482.x, ISSN: 0732-8818, <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122305518/HTMLSTART>, SCI за 2010. год.: IF=0,505.
2. Benišek M.H., Ilić D.B., Čantrak Đ.S., Božić I.O. (2010): Investigation of the turbulent swirl flows in a conical diffuser, Thermal Science, year 2010, Vol. 14, Special Issue: SI, Supplement: S, pp. S141-S154, DOI: 10.2298/TSCI100630026B, ISSN: 0354-9836, <http://thermalscience.vinca.rs/2010/supplement/12>, SCI за 2010. год.: IF=0,706.
3. Nedeljkovic M.S., Protic Z., Benisek M.H. (2001): Rotational number as criterion for definition of inlet diameter of radial fan impellers, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, 2001, vol. 81, pp. S931-S932, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.
4. Benisek M.H., Nedeljkovic M.S., Cantrak S.M., Anicin S. (2001): Investigation of the swirling flow characteristics in a conical diffuser, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, 2001, vol. 81, pp. S907-S908, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.
5. Cantrak S.M., Benisek M.H., Nedeljkovic M.S., Lecic M.R. (2001): Problems of non-local turbulent transfer modeling, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, (2001), vol. 81, str. S913-S914, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11,M12,M13,M14,M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О КОМЕНТОРУ

за кандидата Дејана Илића

Име и презиме коментора: Милош С. Недељковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују коментора за вођење докторске дисертације:

1. Hutli, Ezddin A.F., Nedeljkovic, M.S. (2008): Frequency in Shedding/Discharging cavitation clouds determined by visualization of a submerged cavitating jet, JOURNAL OF FLUIDS ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME, Volume: 130, Issue: 2, DOI: 10.1115/1.2813125, ISSN: 0098-2202, SCI за 2008. год.: IF=0,886.
2. Hutli, Ezddin A.F., Nedeljkovic, M.S. (2008): Mechanics of submerged jet cavitating action: material properties, exposure time and temperature effects on erosion, ARCHIVE OF APPLIED MECHANICS, Volume: 78, Issue: 5, pp. 329-341, DOI: 10.1007/s00419-007-0163-8, ISSN: 0939-1533, SCI за 2008. год.: IF=0,981.
3. Nedeljkovic M.S., Protic Z., Benisek M.H. (2001): Rotational number as criterion for definition of inlet diameter of radial fan impellers, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, 2001, vol. 81, pp. S931-S932, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.
4. Benisek M.H., Nedeljkovic M.S., Cantrak S.M., Anicin S. (2001): Investigation of the swirling flow characteristics in a conical diffuser, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, 2001, vol. 81, pp. S907-S908, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.
5. Cantrak S.M., Benisek M.H., Nedeljkovic M.S., Lecic M.R. (2001): Problems of non-local turbulent transfer modeling, ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK, (2001), vol. 81, str. S913-S914, ISSN: 0044-2267, SCI за 2001. год.: IF=0,238.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11,M12,M13,M14,M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.
