

Образац 2.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

786/6

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

(Број захтева)

21.08.2012. године

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06)“, дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

ИВАНА (ОБРАД) БОЖИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ИВАН (ОБРАД) БОЖИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА

Универзитет је дана 16.04.2010. год. својим актом под бр. 020-1212/4-2/10 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ИВАНА (ОБРАД) БОЖИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 10.05.2012. године, одлуком факултета под бр. 786/3, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Мирослав Бенишек	Ред.проф. М.Ф. у пензији	Хидрауличне машине и Енергетски системи	Машински факултет Београд
2. Др Милош Недељковић	Редовни професор	Хидрауличне машине и Енергетски системи	Машински факултет Београд
3. Др Александар Гајић	Редовни професор	Хидрауличне машине и Енергетски системи	Машински факултет Београд
4. Др Милун Бабић	Редовни професор	Процесна техника	Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 12.07.2012. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 786/5
Датум: 12.07.2012. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 30. Закона о високом образовању (Сл.гласник 76/05, 100/07 и 44/10) и чл. 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду и извештаја Комисије у саставу: др Мирослав Бенишек, ред.проф. М.Ф. у пензији, проф.др Милош Недељковић, проф.др Александар Гајић и проф.др Милун Бабић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу о оцени докторске дисертације „Теоријско и експериментално истраживање расподеле губитака енергије у аксијалним хидрауличним турбинама“ докторанта Ивана Божића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 12.07.2012. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације „**ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА**“ докторанта **ИВАНА БОЖИЋА**, дипл.инж.маш.

Одобрава се одбрана докторске дисертације, пошто је докторска дисертација са извештајем Комисије за оцену и одбрану била стављена на увид јавности у трајању од 30 дана, па како је после свих разматрања на ННВ М.Ф. на крају извештај Комисије коначно усвојен, доставља се Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да да сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Божића, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 786/3 од 10.05.2012. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Божића, дипл.инж.маш. под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“ о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација кандидата Ивана Божића, дипл. инж. машинства под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“ је документ написан по упутству за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду са текстом на српском језику, на укупно 181 нумерисаних страна, са 124 слике и дијаграма већином у боји и 8 табела. Материја је изложена у укупно 7 глава, док је списак коришћене литературе дат као осма глава.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат Иван Божић, дипл. инж. маш., пријавио је израду докторске дисертације 08.12.2009. године (арх. бр 2266/1) Катедри за хидрауличке машине и енергетске системе (Катедра за ХМЕС) Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложио проф. др Мирослава Бенишека.

На основу пријаве кандидата и предлога Катедре, одлуком ННВ бр. 143/1 од 28.01.2010. године, прихваћен је предлог Комисије за подношење извештаја о прихватању теме, квалификованости кандидата и именовању ментора у саставу: проф. др Светислав Чантрак, проф. др Златко Петровић, проф. др Милун Бабић, Машински факултет Универзитета у Крагујевцу, проф. др Милош Недељковић и проф. др Мирослав Бенишек.

Комисија је поднела 12.02.2012. године (арх. бр 143/2) Извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“, наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, да кандидат испуњава све законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији и предлажући проф. др Мирослава Бенишека за ментора. Одлука Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду о сагласности на научну заснованост теме и именовање ментора дата је обавештењем на седници ННВ бр. 14/0910 од 06.05.2010. године.

На захтев кандидата, а уз сагласност ментора одлуком ННВ МФ бр. 2373/1 од 05.09.2011. године, донета је одлука о продужењу рока за израду дисертације.

О завршетку докторске дисертације, ментор др Мирослав Бенишек, ред. проф. у пензији обавестио је дописом (арх. бр. 786/1) Катедру за ХМЕС 24.04.2012. године, предлажући Комисију за оцену и одбрану рада у саставу: проф. др Милош Недељковић, проф. др Александар Гајић, проф. др Милун Бабић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу и др Мирослав Бенишек, ред. проф. у пензији. Након дописа Катедре за ХМЕС, ННВ-у МФ-а (арх. бр. 04.05.2012. год.), ННВ МФ је на седници одржаној 10.05.2012. године једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата и донело Одлуку (бр. 786/3 од 10.05.2012. год.) о именовању претходно наведених чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“ припада области техничких наука, машинство, ужој научној области хидрауличне машине и енергетски системи – примењена механика флуида.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Име и презиме: Иван Обрада Божић
Датум рођења: 11.08.1977.
Место рођења: Краљево, Србија
Породично стање: ожењен, отац двоје деце

Школовање:

1984 -1992: Основна школа у Краљеву, одличан успех у свим разредима
1992 -1996: Гимназија у Краљеву, одличан успех у свим разредима
1996 -2001: Машински факултет Универзитета у Београду, одсек Хидроенергетика, просечна оцена током студија: 9,03 (девет и 3/100).
17.10.2001: Одбрањен дипломски рад из предмета Техника мерења на тему:
Одређивање степена корисности хидрауличних машина термодинамичком методом
2004-2005: Школа за резервне официре инжењерије у Панчеву, просечна оцена 9,42 (девет и 42/100)
2005-2009: докторске студије, Универзитет у Београду, Машински факултет, положени сви испити са просечном оценом 10 (десет)

Истраживачко искуство и кретање у служби:

1998, 2000, 2002. стручне праксе у Хидроелектрани и Реверзибилној хидроелектрани “Бајина Башта”-Бајина Башта, “НИС-Југопетрол”-Београд и “Енергопројект-Хидроинжињеринг” - Београд
од 15.07.2002 до 09.06.2010. асистент-приправник на Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе на Машинском факултету Универзитета у Београду
септ.-окт. 2006. моделска испитивања хидрауличних турбина за ХЕ Ђердап 1, Лабораторија LMN, Универзитет EPFL, Лозана, Швајцарска.
март-април 2008. моделска испитивања хидрауличних турбина за ХЕ Ђердап 1-Portile de Fier 1 у EPFL-LMN Лозана, Швајцарска
август 2008. моделска испитивања хидрауличне Франсисове турбине за ХЕ Бајина Башта у Andritz-VATECH лабораторији, Линц, Аустрија
октобар 2009. Национално саветовање у Румунској академији, филијала Тимишвар: Оптимизације глобалне енергетске ефикасности хидрогенератора
од 09.06.2010. асистент на Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе на Машинском факултету Универзитета у Београду
април 2011: боравак у Лабораторији LMN, Универзитет EPFL, Лозана, Швајцарска.
новембар 2011. Студијски боравак у Турбоинституту, Љубљана, Словенија
од 2003. истраживач у 11 научних пројеката финансираних од стране Министарства просвете и науке Републике Србије
од 2009. испитивач у акредитованој лабораторији ХидроЕнергоЛаб Иновационог центра Машинског факултета у Београду

Чланство: Српско друштво за Механику, Центар за обновљиве изворе енергије, Друштво метролога Србије, Удружење проналазача Србије, Савез енергетичара Србије, Групација за обновљиве изворе енергије и енергетску ефикасност, секција за МХЕ, при Привредној комори Србије

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ивана Божића, дипл. инж. машинства под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“, изложена на 181 страници, садржи следећих 8 поглавља

- Уводна разматрања
- Теоријска разматрања
- Експериментална истраживања
- Нумеричка истраживања
- Резултати нумеричких експеримената
- Анализа нумеричких и експерименталних резултата
- Закључак
- Литература

Текст је илустрован са 124 слике и дијаграма већином у боји и 8 табела. У попису коришћене литературе наведено је 208 библиографских јединица.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У четири потпоглавља *првог поглавља* приказана су уводна разматрања која обухватају предмет истраживања дефинишући веома изражену комплексност анализиране геометрије струјног простора хидрауличних аксијалних турбина Каплановог типа, као и утицају интерференције њених 7 зависних делова на појединачне и укупне енергетске губитке. Дат је приказ досадашњих истраживања у предметној области на основу чега су образложени циљеви постављених задатака.

Друго поглавље садржи 13 потпоглавља у којима се пре свега дају неопходни општи облици билансних једначина механике флуида, њихови прилагођени облици нумеричкој и експерименталној механици флуида, поступци њиховог решавања и опис, у наставку истраживања коришћених, двоједначинских и напонских физичко-математичких модела турбуленције. Са становишта теоријске механике флуида детаљно се образлажу дисипативни процеси у струјним просторима хидрауличних турбина, идентификујући појединачне узрочнике струјних губитака у целокупном простору аксијалне хидрауличне турбине. Дефинишу се неопходни струјно-енергетски параметри сваког дела изразито комплексне геометрије турбине са посебним, оригиналним освртом на струјне губитке у области између спроводног апарата и обртног кола, као и у самом обртном колу.

У *поглављу 3* су, кроз 5 потпоглавља, описани геометрија и контрола геометрије испитиваних физичких модела аксијалних турбина, експериментална инсталација и мерни уређаји, њихова калибрација и обиман програм моделских испитивања, све у циљу добијања мерених резултата глобалних губитака аксијалних турбина у зависности од режима рада у широкој комбинаторској области. Такође, дате су и грешке одређивања појединих мерених параметара како би се нагласила поузданост коришћених резултата добијених у високо софистицираним лабораторијама, односно истакао веома висок квалитет моделских испитивања Капланових турбина помоћу најсавременијих мерних техника уз стандардне мерне методе.

Четврто поглавље садржи опис формирања CAD модела, на основу стварног физичког модела, који су послужили за дискретизацију простора, формирање прорачунске мреже у циљу решавања, двоједначинског SST и напонског SSGRS турбулентног модела диференцијалних једначина турбулентних струјања. Дефинисани су гранични и почетни услови за нумерички прорачун за тридесетак изабраних комбинаторских режима рада на основу података експерименталних истраживања.

У циљу сврсисходности за даљу анализу струјних губитака у *поглављу 5* су приказани нумерички резултати изабраних појединачних и обједињених струјно-енергетских величина

сваког дела струјног простора. Увођењем интегралних параметара развијених турбулентних струјања, поготову у зони изразито вихорних струјања, дати су утицаји режима рада, углова лопатица спроводног апарата и обртног кола на интегралне бездимензијске параметре енергетских губитака.

Шесто поглавље представља окосницу дисертације, јер су у њој дате веома детаљне анализе нумеричких резултата за сваки струјни простор понаособ. Обједињеним приказом нумеричких резултата интегралних струјних губитака добијених коришћењем два турбулентна модела, и релевантних постојећих експерименталних резултата других аутора за геометријске сличне струјне просторе извршена је компаративна анализа. Поред тога што је одређено одступање нумеричких резултата од експерименталних, односно резултата добијених коришћењем емпиријских зависности, за сваки струјни простор је дат губитак од режима рада турбине у зависности од усвојеног параметра за улазни пресек посматране области. Дати су и њихови удели у укупним струјним губицима и добијени веома важни закључци. На оригиналан начин је у потпоглављу 6.5 приказана расподела губитака у области између спроводног апарата и обртног кола, дефинисањем аналитичког израза одређивања за његово одређивање. Анализом струјања у обртном колу за комбинаторске режиме рада раздвојени су губици на профилне, на основу постојећих експерименталних података испитиване решетке, и секундарне.

У поглављу 7 дају се општи и појединачни закључци научно-стручних резултата остварених у овој дисертацији, као и идеје за могућа будућа истраживања.

На крају је наведен списак коришћене литературе.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. С обзиром да изучавање наведених проблема спада у класу најкомплекснијих проблема енергетике и примењене механике флуида резултати дисертације су применљиви, и у научном и стручном смислу. Савременост теме потврђују бројни радови истраживачких тимова широм света, велика улагања у истраживања избора најбољег турбулентног модела за симулацију струјања кроз веома сложену геометрију хидрауличних турбина, врло захтевана и скупоцена експериментална испитивања у високософистицираним лабораторијама. Оригиналност дисертације је у приступу одређивања струјних губитака у зависности од појединих струјних интегралних параметара за сваки струјни простор турбине, као и увођење нових аналитичких функција за одређивање секундарних струјних губитака у обртном колу. Значај ових истраживања огледа се кроз актуелност оптимизације геометрије целокупних струјних простора аксијалних хидрауличних турбина са аспекта енергетске ефикасности са посебним освртом на оптимално искоришћење обртних кола и криволинијских сифона Капланових турбина, које, узгред, већ постижу степене корисности прототипа веће од 95%.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је коришћена обимна савремена и релевантна литература из области: теоријске и примењене механике флуида, теорије хидрауличких турбина, моделирања турбулентних струјања и нумеричког решавања парцијалних диференцијалних једначина којима се описују конкретни турбулентни модели. Кандидат је, због свевремене актуелости теме истраживања дао осврт и на најзначајније доступне референтне радове блиске и даље прошлости, издвојивши оне најзначајније који су у директној вези са проблематиком коју је истраживао.

3.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Научна методологија, примењена у дисертацији за решавање сложених проблема механике непрекидних средина, заснована је на међузависности аналитичких, нумеричких и експерименталних метода и поступака. У првом делу истраживања, веома детаљном теоријском и параметарском анализом успостављене су јасне међузависности конструктивно-геометријских параметара и струјно-енергетских карактеристика система и струјног поља у отвореним термодинамичким системима као што су аксијалне хидрауличне турбине. Примењене су савремене мерне методе за одређивање прецизних геометријских величина и релевантних интегралних енергетских параметара хидрауличних турбина, као и стандардне методе за калибрацију мерних инструмената. Применом постојећих нумеричких метода извршена је симулација струјања, па су брижљивим скупљањем, квантитативном и квалитативном анализом, обрадом резултата статистичким методама, формиране закономерне повезаности посматраних појава расподеле губитака сваког дела струјног простора у широкој радној области турбина.

3.4. Оцена применљивости и верификације остварених резултата

Закључци из истраживања уз остварене резултате и дате методологије могуће је применити у разматрању конструкционих измена геометрије струјног простора како аксијалних турбина Каплановог типа, тако и за остале типове хидрауличних машина у циљу постизања бољих енергетских параметара. Резултати добијени нумеричким методама погодним избором турбулентних модела потврђују се моделским испитивањима на опитним инсталацијама у лабораторији у области оптималних режима рада.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде ове дисертације показао да је у стању да самостално проучава постојећу литературу, теоријски и физички разуме, анализира и решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене научне и истраживачке методе, што представља одличну основу за даља истраживања у науци и струци.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Узимајући у обзир да је основни циљ дисертације био посвећен комплексној проблематици одређивања расподеле губитака струјне енергије у сложеној геометрији хидрауличне аксијалне турбине Каплановог типа, као и сагледавајући закључке донете на основу урађених опсежних теоријских, нумеричких и експерименталних истраживања основни научни допринос се састоји у следећем:

- Извршена је идентификација губитака у сваком делу струјног простора на основу постојећих теоријских дисипативних механизма, уважавајући чињеницу да се радни медијум (вода) понаша реолошки као Њутновски флуид.
- Упоредном анализом резултата добијених нумеричким симулацијама и детаљним експерименталним истраживањима веома високе тачности на физичким моделима хидрауличних аксијалних турбина обављених у лабораторији ЛМХ-ЕПФЛ Лозана, Швајцарска, у којима је кандидат лично учествовао, извршена је значајна анализа употребљивости примењених турбулентних модела у одређивању глобалних енергетских параметара за широку радну комбинаторску област, као и расподеле губитака енергије.
- Нумерички резултати су упоређени и са постојећим релевантним експерименталним подацима за поједине делове турбине других аутора.
- Применом анализе експерименталних података и аналитичко-нумеричких метода утврђене су важне функционалне зависности појединих струјних и конструктивних параметара.

- За целокупну комбинаторску радну област турбине извршено је одређивање расподеле енергетских укупних и појединачних губитака и на основу тога, као важан резултат, добијена је расподела учешћа појединих губитака у укупним губицима.
- По први пут су одређени губици у области између спроводног апарата и обртног кола и приказан њихов удео у укупним губицима, па је и уведена нова аналитичка зависност коефицијента губитка од улазног параметра вихорног струјања на улазу те области, користећи методологију верификовану у раду објављеном у значајном међународном часопису (рад 1, потпоглавље 4.4.1 овог Извештаја).
- Уведен је нов аналитички израз за одређивање коефицијента у изразу за прорачун секундарних губитака у обртном колу.
- Анализом карактера промене губитака у дифузорима и усвојене методологије који се уграђују у аксијалне хидрауличне машине верификоване у раду 1 (потпоглавље 4.4.1 овог Извештаја), уведен је нов аналитички приказ расподеле губитака у криволинијском сифону конкретне геометрије.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постојећег стања, циљева истраживања и добијених резултата, може се констатовати да су разрешена битна питања и дилеме које су се јавиле у току истраживања, дајући корисне податке о трендовима расподеле губитака у комплексним геометријама аксијалних турбина. Међутим, услед још увек непотпуне расветљености многих феномена турбулентних струјања као и немогућности, односно несавршености решавања општих једначина одржања помоћу савремених турбулентних модела, отварају се нова питања која представљају неисцрпан извор за будуће научно-истраживачке анализе. Примењена методологија, резултати анализа и закључци у раду могу се користити код реализација нових и ревитализације постојећих хидроелектрана са турбинама Каплановог типа.

4.3. Очекивана примена резултата у пракси

Пошто дисертација припада инжењерским наукама, она, поред научног даје допринос и у стручном (примењеном) делу. Тиме су резултати дисертације применљиви, и у научном и стручном смислу. Утврђивањем зависности енергетско-конструктивних карактеристика хидроенергетског система од интегралних карактеристика формираног струјног поља у проточном простору аксијалне хидрауличне турбине, провером постојећих турбулентних модела за коришћење у инжењерској пракси и познавањем губитака и њихове расподеле у турбинама значајно се побољшава одређивање облика целокупног струјног простора обртног кола у циљу постизања високог степена корисности. Резултати и закључци истраживања у оквиру ове докторске дисертације омогућиће да се добијени резултати примене у пракси, с обзиром на чињеницу да у нашој земљи постоји све веће интересовање за изградњу како малих хидроелектрана тако и за развој нових и побољшање постојећих конструкција хидрауличних турбина. Када је Србија у питању, добијени резултати се могу применити на одређивање карактеристика хидроелектрана са аксијалним машинама (ХЕ Ђердап 1, ХЕ Ђердап 2, ХЕ Зворник, ХЕ Овчар Бања и др.)

4.4. Верификација научних доприноса

Како истраживања кандидата трају већ више година, то је научни допринос докторске дисертације верификован радовима објављеним у часописима и саопштењима на конференцијама, као и врло опсежним студијама од изузетног практичног значаја.

4.4.1 Научни радови у часописима међународног значаја (SCI листа), M23

1. 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, 2010 OnLine-First (00): 26-26, DOI:10.2298/TSCI100630026B, <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2010%20OnLine-First/0354-98361000026B.pdf>, ISSN: 0354-9836SCI за 2010. год.: 0,407.

4.4.2 Научни радови у водећим часописима националног значаја, М51

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
2. D. Petrović, V. Vidaković, Z. Ćirić, S. Stojković, M. Benišek, **I. Božić**, M. Dragić, M. Zeljić (2006): An Increase of Hydro-Aggregate's Installed Power and Efficiency Factor Before the Revitalization Phase, Thermal Science, International Scientific Journal, Vol. 10, issue 15, pp 17-32, <http://thermalscience.vin.bg.ac.yu/pdfs/2006-4/01-Petrovic.pdf>
3. Бенишек М., **Божич 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.
4. M. Benišek, S. Čantrak, M. Nedeljković, Đ. Čantrak, D. Ilić, **I. Božić** (2006): Fluid Boundaries Shaping Using The Method of Kinetic Balance, Thermal Science, International Scientific Journal, Vol. 10, issue 15, pp 153-162, UDC: 532.559/.556, ISSN 0354-9836., <http://thermalscience.vin.bg.ac.yu/pdfs/2006-4/13-Benisek.pdf>
5. Бенишек М., Петровић Д., **Божич И.**, Ћирић З., Дамјановић С., Зељић М. (2009) Одређивање пропелерних и комбинаторских карактеристика Капланове турбине агрегата у ХЕ Зворник у циљу повећања његове ефикасности, ТЕРМОТЕХНИКА, број XXXV, 3-4, 2009, стр. 193-204, UDC 624.438.1.2

4.4.3 Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини, М33

1. Gajić A., Dubonjić R., **Božić I.**, Rajić R., Bosanac N. (2004): Rasplozivost hidroagregata i analiza isplativosti njegove revitalizacije, Power Plant Symposium,Vrnjacka Banja, 28-31. 10.2004.
2. D. Petrović, S. Stojković, V. Vidaković, D. Arnautović, S. Bogdanović, Z. Ćirić, M. Benišek, **I. Božić** (2008): Possibilities to Increase Power and Efficiency Hydro Generating Unit, CIGRE 2008, A1-105, Paris, France. 24 – 29.08.
3. M. Benišek, D. Petrović, **I. Božić**, Z. Ćirić, S. Damjanović, M. Zeljić (2008): Propeller and combinatory characteristics determination of Kaplan turbine in HPS Zvornik with the aim of increasing its efficiency, Power Plant Symposium,Vrnjacka Banja, 28-31. 10.2008., <http://e2008.drustvo-termicara.com/session/thermal-hydro-wind-and-other-power-plants-exploitation-problems/2>
4. M. Benišek, **I. Božić**, B. Ignjatović (2010): The comparative analysis of model and prototype test results of Bulb turbine, Proceedings of the 25th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, , Volume 2, pp 719-726, ISBN 978-606-554-134-4, ISBN 978-606-554-136-8, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **12** (2010) 012091, IP Address: 147.91.1.45, doi:10.1088/1755-1315/12/1/012091, 20.-24.09.2010. Timisoara, Romania, http://iopscience.iop.org/1755-1315/12/1/012091/pdf/1755-1315_12_1_012091.pdf
5. M. Benišek, **I. Božić**, D. Ilić, D. Petrović, Z. Ćirić (2010): Hydraulic and power performance tests of Kaplan turbines in HPP Ovcar Banja, International conference Power Plants 2010, Vrnjacka Banja, 26-29.10.2010., Зборник на CD-у (ISBN 978-86-7877-020-3) <http://e2010.drustvo-termicara.com/session/thermal-hydro-wind-and-other-power-plants-exploitation-problems/2>
6. Benišek M., **Božić I.**, Čantrak Đ., Ilić D. (2011): Hydraulic Tests of the Bulb Turbine Unite at the Hydropower Plant „Djerdap 2“, III International Symposium *Contemporary Problems of Fluid Mechanics*, May 12-13th, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, pp. 187-193., CD-ROM, ISBN 978-86-7083-725-6, The book of abstracts pp. 62., ISBN 978-86-7083-726-3.

4.4.4 Рад саопштен на скупу националног значаја, штампан у целини, М63

1. Бенишек М., Јошић Б., **Божич И.**, Чантрак Ђ. (2003): Поступак баждарења цилиндричне сонде са три отвора и начин мерења 2Д-поља брзина и притиска, Четврти Конгрес метролога, Машински факултет, Београд, стр. 417-423., ISBN 86-7083-518-5. <http://www.mas.bg.ac.yu/~metrologija03/index/html>

2. Игњатовић Б., Бенишек М., Недељковић М., Илић Д., Чантрак Ђ., **Божих И.** (2005): Банки турбина – погодан тип мале хидротурбине за искоришћење потенцијала малих река (токова), 12 Симпозијум термичара, Сокобања, Зборник на CD-у (ISSN 86-80587-51-6).
3. Бенишек М., Игњатовић Б., Недељковић М., Чантрак Ђ., Илић Д., **Божих 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)

4.4.5 Радови штампани у изводу у материјалима међународних скупова, M34

1. Бенишек М., **Божих И.**, Игњатовић Б. (2009) Упоредна анализа резултата испитивања модела и главног извођења цевне турбине ХЕ „Ђердап 2“, 15. саветовање СДХИ, Бабе, Србија, 01-02.10.

4.4.6 Радови штампани у изводу у материјалима скупова националног значаја, M64

1. Benišek M., Albijanić R., Ignjatović B., **Božić I.**, Ilić D., Čantrak Đ. (2006): 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.

4.4.7 Студије

1. Гајић А., Недељковић М., Пејовић С., Дубоњић Р., **Божих И.**, Чантрак Ђ., Ћоћић А., Ивљанин Б., Рајић Р., Босанац Н., Гордић Р., Ћушић М. (2004): “Повећање поузданости и расположивости хидроагрегата и његове ефикасности” (Студија у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" МНТР - евиденциони број пројекта: EE108- 179A)
2. Бенишек М., **Божих И.**, Илић Д., Чантрак Ђ. (2005): Студија о утицају повећања зазора између лопатица и оклопа обртног кола на смањење хидрауличног степена корисности модела и прототипа постојећих турбина ХЕ Ђердап I, извештај бр.06-03-10/2005, Машински факултет, Београд.
3. Бенишек М., **Божих И.** (2009) Студија: Упоредна анализа резултата мерења моделских испитивања постојеће цевне турбине извршених у лабораторијама LMH-EPFL – Лозана и ЛМЗ – Санкт Петербург са испитивањима турбине А-5 “in situ” при косом дострујавању на хидроелектрану Ђердап 2, изв. бр.06-03-02/2009, Машински факултет, Београд.

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“ кандидата Ивана Божића, дипл. инж. машинства, представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблематике одређивања расподеле губитака струјне енергије у комплексној геометрији хидрауличне аксијалне турбине Каплановог типа.

На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињеници да је анализирана проблематика веома актуелна у научној јавности, са задовољством се констатује да је кандидат Иван Божић, дипл. инж. маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

Такође, Комисија утврђује да су испуњени и обавезни акредитациони услови:

- кандидат има бар један рад објављен у међународним часописима са ISI-JCRSCI листе,
- ментор има бар пет радова објављених у међународним часописима са ISI-JCRSCI листе.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“ кандидата Ивана Божића, дипл. инж. маш., Комисија за оцену и одбрану са задовољством констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упуту извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду 15.06.2012. год.

Чланови комисије за оцену и одбрану:

др Мирослав Бенишек, ментор
редовни професор у пензији Машинског факултета у Београду

др Милош Недељковић
редовни професор Машинског факултета у Београду

др Александар Гајић
редовни професор Машинског факултета у Београду

др Милун Бабић
редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:786/7
Датум: 12.07.2012.
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 12.2 Статута Машинског факултета Универзитета у Београду и члана 37. Правилника о докторским студијама, Наставно-научно веће на седници одржаној 12.07.2012. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео ИВАН БОЖИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ТЕОРИЈСКО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ РАСПОДЕЛЕ ГУБИТАКА ЕНЕРГИЈЕ У АКСИЈАЛНИМ ХИДРАУЛИЧНИМ ТУРБИНАМА“

II Универзитет је дана 16.04.2010. године, својим актом број 020-1212/4-2/10 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

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, 2010 OnLine-First (00): 26-26, DOI:10.2298/TSCI100630026B, <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2010%20OnLine-First/0354-98361000026B.pdf>, ISSN: 0354-9836SCI за 2010. год.: 0,407.

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за хидрауличне машине и енергетске системе и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић