

НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу, бр. 612-301-10/2011 од 03.06.2011. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности и научне заснованости теме докторске дисертације под радним називом:

"ОДРЕЂИВАЊЕ ОСРЕДЊЕНОГ ОСНОСИМЕТРИЧНОГ СТРУЈАЊА У РАДНИМ КОЛИМА ХИДРАУЛИЧКИХ ТУРБОМАШИНА"

кандидата Јасмине Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш., асистента Машинског факултета у Нишу.

На основу приложене документације уз пријаву теме докторске дисертације, образложења теме, публикованих научних и стручних радова кандидата, презентацијом теме докторске дисертације, као и увидом у целокупну делатност кандидата, чланови Комисије подносе следећи

ИЗВЕШТАЈ

Јасмина Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу, поднела је 31.05.2011. године Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу захтев за одобрење теме докторске дисертације.

Катедра за Хидроенергетику Машинског факултета Универзитета у Нишу предложила је чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, а веће је прихватило захтев кандидата и предлог катедре 03.06.2011. године.

1. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Јасмина Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш., асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу рођена је 23. јула 1975. године у Нишу.

Основну школу "Теле Кула" и гимназију "Бора Станковић" у Нишу завршила је са одличним успехом као носилац две Вукове дипломе.

Машински факултет Универзитета у Нишу је уписала 1994. године, да би 2000. године дипломирала на смеру Хидроенергетике, са просечном оценом 9,76. Добитник је награде за најбољег дипломираног студента Машинског факултета у Нишу, као и награде Универзитета у Нишу. Исте године уписује магистарске студије на Машинском факултету у Нишу, на којима је положила све предмете са просечном оценом 10.

У школској 2007-2008. години је уписала докторске студије на студијском програму Енергетика и процесна техника Машинског факултета у Нишу и положила је додатне испите предвиђене наставним планом докторских студија, са просечном оценом 10 (десет).

На Машинском факултету у Нишу ради од 2000. године, као асистент приправник. Тренутно ради као асистент на Катедри за Хидроенергетику Машинског

факултета у Нишу, и активно учествује у извођењу вежбања на предметима: Турбомашине, Механика флуида, Моделска и експериментална истраживања, Компресори и вентилатори, Транспорт у струји флуида, Системи водоснабдевања, Основе хидрауличног и пнеуматичког транспорта материјала, и др.

Учесница је бројних научно-стручних скупова. Аутор је 30 радова и 4 техничка решења.

До 2011. године је учествовала на 7 научно-истраживачких и развојних пројеката и 2 стручна пројекта у привреди. Тренутно је истраживач на два пројекта Министарства за Науку (2011-2014.).

Коаутор је три уџбеника: "Вентилатори – радне карактеристике и експлоатациона својства" (2006.), "Компресори – термодинамика процеса сабијања гасова" (2007.), "Летећи пнеуматички транспорт"(2009).

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНО-СТРУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА

2.1. Научно-стручни радови кандидата

Кандидат је у досадашњем раду објавила 30 радова. У оквиру овог дела извештаја дат је списак радова који су из области докторске дисертације.

а) Радови објављени у међународним часописима

1. Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "The development of turbine-pump aggregate", Thermal Science, Supplement to Vol.10, No 4, 2006., pp.163÷176.

б) Радови објављени у часописима националног значаја

1. Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović Jasmina, Spasić Ž., Milanović S., "Reversible axial fan with blades created of slightly distorted panel profiles", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.7, N^o1, 2009., pp. 23÷36. (UDC 621.634).
2. Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović Jasmina, Stamenković Ž., Majstorović P., "The comparison of theoretical and experimental results of velocity distribution on boundary streamlines of separated flow around a hydrofoil in a straight plane cascade", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.5, N^o1, 2007., pp.33÷46. (UDC 532.526 : 532.528).
3. Bogdanović B., Spasić Ž., Bogdanović-Jovanović J., "The calculation of starting regime of power transmission system with a hydrodynamic coupling and a driving motor", Facta Universitatis, series: Mechanical Engineering, Vol.3, N^o1, 2005., str 59÷68. (UDC 621.817.032).
4. Bogdanović-Jovanović J., Milanović S., Bogdanović B.: "Ocena ekonomičnosti kontinualne regulacije protoka promenom broja obrtaja ventilatorskog kola i zakretanjem lopatica sprovodnog aparata kod centrifugalnih ventilatora velike snage", Procesna tehnika, broj 2-3/2004, str.121÷125, ISSN 0352-678X.
5. Bogdanović B., Milanović S., Bogdanović-Jovanović J., "Uticaj tipa ventilatorskog kola na buku centrifugalnog ventilatora", Procesna Tehnika, broj 2-3/2003, str.165÷169, ISSN 0352-678X.

ц) Радови објављени на скуповима међународног значаја

1. Bogdanović-Jovanović Jasmina, Stamenković Ž., Bogdanović B., "Designing of low pressure axial flow fans with different specific work of elementary stages", The international conference Proceedings, Mechanical Engineering in XXI Century, 25-26 November 2010, Niš, pp. 99-102.
2. Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović Jasmina, Spasić Ž., "Numerical and experimental results of fluid velocity field around a smooth sphere using different turbulence models", The international conference Proceedings, Mechanical Engineering in XXI Century, 25-26 November 2010, Niš, pp. 103-106.
3. Bogdanović-Jovanović Jasmina, Milenković D., Bogdanović B., "Numerical simulation of fluid flow and performance prediction of an axial pump", Proceedings, 32. Congress HIPNEF 2009., 14-16. October 2009., Vrnjačka Banja, pp. 245-252.
4. Spasić Ž., Milenović D., Bogdanović B., Bogdanović-Jovanović Jasmina, "Analysis of influence of flow and constructive parameters on operating characteristics of axial fans", Proceedings, 14th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, 13-16.10.2009, Sokobanja 2009, pp. 369-374.

д) Радови објављени на скуповима националног значаја

1. Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Bogdanović B., "Simulacija radnih karakteristika turbinsko-pumpnog agregata za navodnjavanje", XX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2007, rad br.17, str.43., 13-15. Jun 2007., Beograd.
2. Bogdanović-Jovanović J., Stamenković Ž., Bogdanović B., "Numerička simulacija i određivanje radnih parametara niskopritisnog ventilatora", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.46, str.75.,14-16. Jun 2006., Beograd.
3. Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Korekcija profila lopatica sprovodnog aparata cevne turbine prema numeričkoj simulaciji strujanja u turbini", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.47, str.76.,14-16. Jun 2006., Beograd.
4. Bogdanović B., Stamenković Ž., Bogdanović-Jovanović J., "Turbinsko-pumpni agregat za navodnjavanje", XIX Kongres o procesnoj industriji, PROCESING 2006, rad br.27, str.47.,14-16. jun 2006., Beograd.

2.2. Техничка решења

1. Богдановић Б., Богдановић-Јовановић Ј., Стаменковић Ж., Спасић Ж., "Турбинско-пумпни агрегат", *техничко решење (М82)*, развијено у оквиру пројекта Националног програма енергетске ефикасности: НПЕЕ 1006 – "Турбинско-пумпни агрегат за наводњавање", 2007.
2. Никодијевић Д., Миленковић Д., Стаменковић Ж., Богдановић-Јовановић Ј., Милановић С., Боричић А., "Конструктивно унапређења спороходог радног кола центрифугалне пумпе у циљу проширења области рада и побољшања кавитационих карактеристика", *техничко решење (М84)*, развијено у оквиру пројекта технолошког развоја ТР 14032 – Унапређење конструктивних решења спороходних радних кола центрифугалних пумпи у циљу проширења области рада и побољшања кавитационих карактеристика.

3. Боричић З., Стаменковић Ж., Богдановић-Јовановић Ј., Боричић А., "Експериментално постројење за испитивање карактеристика струјања при опструјавању тела", *техничко решење (М83)*, развијено у оквиру пројекта ТР 18010 - ултраИстраживање струјања флуида у циљу повећања енергетске ефикасности и даљег развоја алтернативних и обновљивих извора енергије.
4. Богдановић Б., Илић Г., Богдановић-Јовановић Ј., Спасић Ж., "Цевовод гравитационог довода воде без прекидних комора од изворишта до фабрике за флаширање воде", *техничко решење (М82)*, развијено за потребе фабрике за флаширање воде, 2006. Године, корисник ФИН Инвест Подгорица.

2.3. Научно-истраживачки и развојни пројекти

1. Пројекат у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" (2002-2005.) под називом: "Оптимизација рада пумпних станица у системима за дистрибуцију воде", Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Драгица Миленковић.
2. Пријекат у оквиру "Националног програма уређење, заштита и коришћење вода у Србији" (2004-2007.) под називом: "Модел рационалног газдовања и управљања водним ресурсима у пољопривреди", НПВ22, Грађевински факултет Београд. Руководилац пројекта: проф. др Димитрије Авакумовић.
3. Пројекат у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" (2004-2007.) под називом: "Турбинско-пумпни агрегат за наводњавање", НПЕЕ 1006, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Божидар Богдановић.
4. Пројекат у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" (2005-2008.) под називом: "Пројектовање енергетски ефикасних пумпних станица у вишеспратним објектима у Нишу", НПЕЕ 242004, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Драгица Миленковић.
5. Пројекат технолошке области "Енергетска ефикасност" (2008-2010.) под називом: "Развој конструкција аксијалних реверзибилних вентилатора", шифра пројекта: 18012, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Божидар Богдановић.
6. Пројекат технолошке области "Енергетска ефикасност" (2008-2010.) под називом: "Истраживање струјања флуида у циљу повећања енергетске ефикасности и енергије", шифра пројекта: 18010, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Зоран Боричић.
7. Пројекат технолошке области "Машинство" (2008-2010.) под називом: "Унапређење конструктивних решења спороходних радних кола центрифугалних пумпи у циљу проширења области рада и побољшања кавитационих карактеристика", шифра пројекта: 14032, Машински факултет Ниш. Руководилац пројекта: проф. др Драгиша Никодијевић.
8. Пројекат технолошког развоја (2011-2014.) под називом "Ревитализација постојећих и пројектовање нових микро и мини хидроелектрана (од 100 до 1000 kW) на територији јужне и југоисточне Србије", ТР33040. Руководилац пројекта: проф. др Драгица Миленковић.
9. Пројекат технолошког развоја (2011-2014.) под називом "Истраживање магнетнохидродинамичких струјања (МХД) у околини тела, процепима и

каналима и примена у развоју МХД пумпи ", TP35016. Руководилац пројекта: проф. др Драгиша Никодијевић.

2.4. Стручни пројекти и консултације

1. Цевовод од каптаже бр.8 до резервоара испред фабрике у Топлом Дољу. Наручилац: фабрика воде компаније "Власинска Роса" у Топлом Дољу. Решење дали и прорачун извршили: Проф. др Божидар Богдановић, Проф. др Градимир Илић, мр Живан Спасић, асист. Јасмина Богдановић-Јовановић, 2003.
2. Идејно решење гравитационог водовода без прекидних комора притиска, од сабирног резервоара код изворишта "Ропушица" до резервоара испред фабрике за флаширање воде. Наручилац: ФИН ИНВЕСТ – Подгорица. Решење дали и прорачун извршили: Проф. др Божидар Богдановић, Проф. др Градимир Илић, асист. Јасмина Богдановић-Јовановић, 2006.

2.5. Уџбеници

1. Божидар Богдановић, Драгица Миленковић, Јасмина Богдановић-Јовановић, **"Вентилатори – радне карактеристике и експлоатациона својства"**, (рецензенти: проф.др Зоран Боричић и проф.др Милун Бабић), издавач Машинаски факултет у Нишу, штампа Графика Галеб, 2006., 218 страна. (ISBN 86-80587-62-1, COBISS.SR-ID 136065292).
2. Божидар Богдановић, Саша Милановић, Јасмина Богдановић-Јовановић, **"Компресори – термодинамика процеса сабијања гасова"**, (рецензенти: проф.др Драгица Миленковић и проф.др Градимир Илић), издавач Машинаски факултет у Нишу, штампа Графика Галеб, 2007., 224 стране. (ISBN 978-86-80587-71-4, COBISS.SR-ID 144609804).
3. Божидар Богдановић, Саша Милановић, Јасмина Богдановић-Јовановић, **"Летећи пнеуматички транспорт"**, (рецензенти: др Жарко Стевановић, научни саветник Института Винча и др Добрица Миловановић, ред.проф. Машинског факултета у Крагујевцу), издавач Машинаски факултет у Нишу, штампа Графика Галеб, 2009., 268 страна. (ISBN 978-86-80587-92-9, COBISS.SR-ID 168081420).

3. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ

3.1. Предмет и научни циљ докторске дисертације

Пројектовање турбомашина, односно одређивање облика лопатица радног (обртног) кола и лопатица непокретних елемената, врши се по моделу осносиметричног струјања и поред чињенице да овај модел струјања одговара лопатичним решеткама са бесконачним бројем лопатица неизмерно мале дебљине. При профилисању лопатица обртних и непокретних кола, струјни простор у лопатичном колу дели се на велики број елементарних ступњева, при чему елементарни ступањ представља струјни простор између две елементарно блиске осносиметричне струјне површине. Лопатице обртних и непокретних лопатичних кола формирају се према траженим струјним скретањима у елементарним ступњевима, а ова струјна скретања у радним колима одређују се обично по услову да јединични радови кола свих елементарних ступњева буду једнаки. За обликовање лопатице треба одредити више (најмање пет) њених пресека (профила) са карактеристичним осносиметричним струјним површинама.

Реална струјања у лопатичним системима хидраличких турбомашина нису осносиметрична, а фиктивно се могу свести на осносиметрична, уколико се струјни параметри у међулопатичним каналима осредњују по кружној координати. Реално струјање у лопатичном систему хидрауличке турбомашине своди се на струјање у фиктивном лопатичном систему са бесконачним бројем неизмерно танких лопатица, с тим да овај фиктивни лопатични систем изазива исто струјно скретање као и реалан лопатични систем.

Струјања у лопатичним системима хидрауличких турбомашина могу се нумерички одредити (решење директног задатка теорије турбомашина), и при том добити радни параметри новопроектване турбомашине. Нумеричке симулације ће бити урађене Ansys CFX софтверским пакетом, који је један од водећих светских CFD софтвера, о чему сведоче бројни објављени научни и стручни радови. Нумеричка симулација струјања у радном простору хидрауличке турбомашине као резултат може дати вредности свих струјних величина у дискретним тачкама разматраног струјног простора, чиме се добија могућност детаљне анализе радних параметара турбомашине. На сличан начин струјни параметри у радном колу турбомашина могли би се добити веома комплексним и скупим експерименталним испитивањима, уколико би такви услови постојали.

Ради утврђивања поузданости радних карактеристика добијених нумеричком симулацијом струјања у турбомашини, у делу предложеног докторског рада извршиће се поређења експериментално и нумерички добијених радних карактеристика за неке примере изведених конструкција пумпи и нископритисних вентилатора. Експериментално утврђивање радних карактеристика нископритисних вентилатора извршиће се је на Машинском факултету у Нишу, а испитивања пумпе у фабрици пумпи "Јастребац" Ниш.

Нумерички добијене струјне величине просторног струјања кроз разматрану (познату) лопатичну решетку хидрауличке турбомашине могу се осредњити по кружној координати, што пружа могућност да се струјање у разматраној лопатичној решетки фиктивно сведе на осносиметрично струјање.

Основна тема докторског рада је постављање алгоритма и израда програма за одређивање по кружној координати осредњеног осносиметричног струјања кроз разматрани лопатични систем хидрауличке турбомашине.

Тема докторског рада ограничава се на лопатичне системе радних кола пумпи и нископритисних вентилатора, а у раду изложена теорија може се применити и на лопатичне системе радних кола водних турбина, као и на непокретне лопатичне системе хидрауличких турбомашина (преткола и закола).

Као резултат осредњавања струјања по кружној координати добијају се осносиметричне струјне површине у радним колима, као и јединични радови и губици струјне енергије у елементарним ступњевима радног кола. Одређивање осредњених осносиметричних струјних површина у радним колима врши се итеративним поступком. У првом итеративном кораку струјне површине одређују се коришћењем интегралне једначине континуитета у низу изабраних проточних пресека. У другом и наредним итеративним корацима ове струјне површине одређују се решавањем основне диференцијалне једначине за по кружној координати осредњено струјање. Облик ове диференцијалне једначине је такав да се решава нумерички, итеративним поступком.

Иако постоје различите методе за пројектовање турбомашина, све оне се ослањају на емпиријске податке и искуство пројектаната. С обзиром на веома сложену геометрију радних кола турбомашина, при пројектовању нових машина, не може се очекивати да се при изради прототипа добије финални производ, већ се он мора

моделски и прототипски кориговати како би остварио тражене радне карактеристике. Овакав поступак је скуп, често и дуготрајан, одакле се дошло на идеју да се оваква методологија пројектовања промени. Да би се избегли или смањили трошкови моделског или прототипског дотеривања новопроектване хидрауличке турбомашине, пожељно је да се још у фази пројектовања нумерички симулирају њене радне карактеристике. За пројектанта турбомашине од изузетног је значаја да при пројектовању усвојене осносиметричне струјне површине и јединичне радове елементарних ступњева радног кола, може да упореди са осредњеним осносиметричним струјним површинама и јединичним радовима елементарних ступњева добијених према нумеричкој симулацији струјања у радном колу пројектоване турбомашине.

У недостатку услова за вршење експерименталних мерења струјних параметара у лопатичним системима турбомашина, нумеричке симулације струјања, уз предходну валидацију и верификацију модела, могу у задовољавајућој мери да замене експериментална испитивања. Највећа предност нумеричких симулација струјања је у томе што не захтевају бројне људске и материјалне ресурсе. Такође је време извршења ових симулација значајно краће у односу на време потребно да би се извршило лабораторијско мерење, уз могућност израчунавања свих потребних струјних величина. Имајући то у виду јасно је да коришћење нумеричких симулација струјања флуида у свету постаје све неопходнији инжењерски алат, у многим случајевима и једина рационална могућност провере прорачунских струјних параметара.

3.2. Методе које ће се применити при истраживању

У овој докторској тези користиће се нумеричке методе прорачуна струјних параметара у лопатичним системима турбомашина. С обзиром на облик основне диференцијалне једначине за струјање осредњено по кружној координати, одређивање осредњених осносиметричних струјних површина у радним колима хидрауличких турбомашина вршиће се нумерички, итеративним поступком.

Такође ће се користити софтверски пакет за нумеричку симулацију струјања флуида (Ansys CFX), који се заснива на методи коначних запремина. Овом техником, струјни простор у коме се разматра струјање (тзв. домен) дели се на мале подрегионе, који се називају контролним запреминама. Диференцијалне једначине струјања се дискретизују и решавају итеративно за сваку контролну запремину. Као резултат, нумеричка вредност сваке променљиве се може одредити у произвољној тачки разматраног домена. На овај начин могу се добити вредност свих претходно дефинисаних струјних параметара у дискретним тачкама тог струјног простора, а тиме и потпуна слика струјања флуида у дефинисаном струјном простору.

Након већег броја анализа и поређења са турбомашинама чији су радни параметри познати, као и према анализи радова водећих светских часописа, дошло се до закључка да $k-\epsilon$ турбулентни модел даје најпоузданије резултате. При том се у граничном слоју мреже мора обезбедити минимално 10 тачака.

CFD технике су веома корисне јер се њима могу одредити радне карактеристике одређене турбомашине још у тренутку њеног пројектовања, а такође се могу анализирати проблеми код рада већ постојеће турбомашине и донети закључци о начину на који се она може побољшати.

Процес извођења CFD симулација може се поделити на 4 фазе:

- 1) Формирање геометрије и мреже;

- 2) Дефинисање почетних и граничних услова, особина флуида и других физичких параметара значајних за симулацију;
- 3) Нумеричко решавање формираних једначина у дефинисаном домену;
- 4) Пост-процесирање резултата симулације струјања флуида.

За формирање геометрије домена тј. компоненте чији се рад жели симулирати најшеће се користе неки од многобројних доступних CAD пакета за формирање 3Д модела. За овако дефинисану геометрију модела потребно је формирати дискретизациону мрежу, што се постиже помоћу специјализованих софтвера. Овај корак је од изузетног значаја за конвергенцију нумеричког процеса. Даље је неопходно дефинисати физику процеса у CFD софтверу, а затим се парцијалне диференцијалне једначине интеграле за сваку контролну запремину у дефинисаном домену. Овај поступак је еквивалентан примени основних закона о конзервацији (масе или момента) на сваку контролну запремину. Затим се ове интегралне једначине трансформишу у систем алгебарских једначина примењујући при том низ апроксимација за поједине њихове чланове. Алгебарске једначине се затим решавају итеративно. Итеративни поступак при решавању једначина је неопходан због нелинеарне природе једначина, па је зато неопходно задовољити одређене задате услове конвергенције решења. Тачност добијеног решења зависи од низа фактора укључујући величину и облик контролних запремина као и грешку нумеричке процедуре (њеног средње квадратног одступања).

При решавању дискретизованих једначина у Ansys CFX софтверу дефинисане су различите нумеричке шеме за одређене променљиве. Тако се за везу притисак-брзина користи централна диференцна апроксимација другог реда, модификована четвртим изводом притиска који утиче тако да се распореди утицај притиска. На овај начин избегава се проблем тзв. "шаховских" осцилација код променљивих које су везане. Градијенти појединих величина моделирају се уз помоћ тзв. функције облика. Функција облика која се користи у софтверу је линеарна када се изрази преко параметраских координата. Ова се функција такође користи како би се одредили изводи за све дифузионе чланове и градијент притиска.

За решавање једначина потребно је дефинисати дискретизацију конвективног (адвекционог) члана. Адвекционе нумеричке шеме могу бити следеће: а) Upwind – Супротострујна диференцна шема 1 реда, б) Нумеричка адвекциона корекциона шема, ц) Централна диференцна шема, д) Шема високе резолуције (High resolution sheme). У случају нумеричких симулација струјања у турбомашинама користе се једна од наведених шема чији резултати дају високу прецизност, али и добру нумеричку конвергенцију.

Нумеричка процедура код Ansys CFX софтвера је таква да се најпре решавају моментне једначине, при чему се вредност притиска претпоставља и затим се добија једначина за корекцију притиска. Овај софтвер користи тзв. везани систем решавања, при чему се хидродинамичке једначине (за брзине и притисак) решавају као самостални систем. Овакав приступ решавању омогућава коришћење потпуно имплицитне дискретизације једначине за одређени временски корак.

3.3. Очекивани научни доприноси

Резултат докторског рада је постављање алгоритма и израда програма за одређивање по кружној координати осредњеног осносиметричног струјања кроз разматрано радно коло хидрауличке турбомашине. Као резултат добијају се осредњене осносиметричне струјне површине, јединични радови елементарних ступњева радног

кола и губици струјне енергије (хидраулички степени корисности) елементарних ступњева радног кола.

Практични значај ове докторске дисертације је у томе што омогућава пројектанту да при пројектовању усвојене осносиметричне струјне површине и јединичне радове може да упореди са нумерички симулираним резултатима. Ово даје могућност за увођење нове методологије пројектовања хидрауличких турбомашина.

3.4. Оквирни садржај докторске дисертације

1. Уводна разматрања
2. Основе профилисања лопатица радних кола хидрауличких турбомашина
3. Нумеричко одређивање струјних параметара и радних карактеристика радних кола хидрауличких турбомашина
4. Упоредивање експериментално и нумерички добијених радних карактеристика хидрауличких турбомашина на примерима нископритисних аксијалних вентилатора и пумпи.
5. Одређивање по кружној координати осредњених струјања у радним колима пумпи и нископритисних вентилатора.
 - 5.1. Теоријске основе. Одређивање по кружној координати осредњене струјне величине и диференцијалне једначине струјања. Основна диференцијална једначина осредњеног осносиметричног струјања.
 - 5.2. Одређивање осредњених осносиметричних струјних површина и јединичних радова елементарних ступњева радног кола, према нумерички одређеним струјним величинама тродимензионог струјања у радним колима.
 - 5.2.1. Одређивање осредњених осносиметричних струјних површина коришћењем интегралне једначине континуитета у низу изабраних проточних пресека
 - 5.2.2. Одређивање осредњених осносиметричних струјних површина коришћењем основне диференцијалне једначине осредњеног струјања. Алгоритам и програм итеративног поступка решавања задатка.
 - 5.2.3. Одређивање јединичних радова елементарних ступњева радног кола.
6. Примери нумерички одређених осредњених осносиметричних струјања у радним колима хидрауличких турбомашина и њихово поређење са осносиметричним струјним површинама и јединичним радовима елементарних ступњева коришћеним при профилисању лопатица радних кола.
7. Закључак

4. ПРЕДЛОГ МЕНТОРА

За ментора је предложена др Драгица Миленковић, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу, која је сагласна са предлогом.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Чланови Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације закључују:

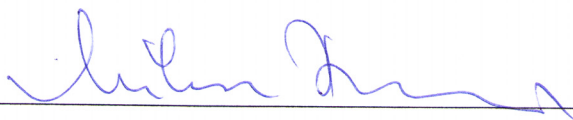
- Да је Јасмина Богдановић-Јовановић испунила све потребне услове, прописане Законом о високом образовању Републике Србије, Статутима Универзитета у Нишу и Машинског факултета у Нишу, као и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу, и стекла право на пријаву теме и израду докторске дисертације.
- Да је својим досадашњим стручним и научно-истраживачким радом испољила способност да се бави научним истраживањем.
- **Да је предложена тема под радним називом "Одређивање осредњеног осносиметричног струјања у радним колима хидрауличких турбомашина" научно заснована.**
- Да досадашњи стручни и научно-истраживачки рад кандидата указује на способност кандидата да предложена истраживања успешно реализује.

На основу претходно изложеног, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу, да Јасмини Богдановић-Јовановић, дипл. инж. маш., асистенту Машинског факултета Универзитета у Нишу одобри израду докторске дисертације под радним насловом:

"ОДРЕЂИВАЊЕ ОСРЕДЊЕНОГ ОСНОСИМЕТРИЧНОГ СТРУЈАЊА У РАДНИМ КОЛИМА ХИДРАУЛИЧКИХ ТУРБОМАШИНА"

У Нишу и Крагујевцу, 22.06.2011. године

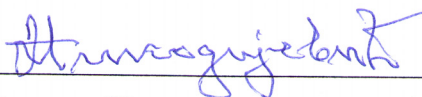
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:



1. др Милун Бабић, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Крагујевцу



2. др Драгица Миленковић, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу



3. др Драгиша Никодијевић, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу

ПРИЛОГ

Списак најзначајнијих референци ментора, др Драгице Милнековић, ред.проф. Машинског факултета Универзитета у Нишу.

1. Miloš Milovančević, Dragica Milenković, Sanjin Troha, The Optimization of the Vibrodiagnostic Method Applied on Turbo Machines, Transaction of FAMENA, Issue 3, vol.33, Zagreb 2009, <http://famena.fsb.unizg.hr/famena.php?lang=eng&famena=29>.
2. Nikodijević Dragiša, Boričić Zoran, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, Živković Dragan, Jovanović Miloš, Unsteady Plane Mhd Boundary Layer Flow of a Fluid of Variable Electrical Conductivity, THERMAL SCIENCE, (2010), Vol. 14, suppl., pp. S171-S182.
3. Nikodijević Dragiša, Stamenković Živojin, Milenković Dragica, Blagojević Bratislav, Flow and heat transfer of two immiscible fluids in the presence of uniform inclined magnetic field, MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING, 2011, рад у штампи.
4. Nikodijević Dragiša, Milenković Dragica, Stamenković Živojin, MHD Couette two-fluid flow and heat transfer in presence of uniform inclined magnetic field, HEAT & MASS TRANSFER, (2011), DOI 10.1007/s00231-011-0815-7.
5. Z. Boricic, D. Nikodijevic, D. Milenkovic, Z. Stamenkovic, A form of mhd universal equations of unsteady incompressible fluid flow with variable electroconductivity on heated moving plate, Theoretical and applied mechanics, Vol.32 (2005), pp. 65-78.
6. Z.Boričić, D.Nikodijević, D.Milenković; Differential form of general similaritzu equation of laminar unsteady MHD boundary layer, Bulletins for Applied & computing mathematics, BAM-1863/2001 XCVI-A, pp. 235-242, TU-Budapest, 2001.
7. D.Milenković, A. Stefanović, D.Nikodijević, Ž.Stamenković, The Mathematical model and computer simulation of a four-stroke OTO-motor, Bulletins for Applied & computing mathematics, BAM-1689/99 XC-B, pp. 43-50; 1999.
8. D.Milenković, A. Stefanović, D.Nikodijević, Ž.Stamenković, The Mathematical model and computer simulation of a four-stroke OTO-motor, Bulletins for Applied & computing mathematics, BAM-1689/99 XC-B, pp. 43-50; 1999.
9. Z.Boričić, D.Nikodijević, D.Milenković; Parametric method in the theory of non-stationary axisymmetrical MHD boundary layer on a rotary body; FACTA UNIVERSITATIS, Series Mechanics, Automatic control and Robotics, Vol.2, No9, 1999., pp. 965-972; University of Nis.
10. Z.Boričić, D.Nikodijević, D.Milenković; Unsteady plane MHD boundary layer of the fluid whose electroconductivity is a decreasing function of velocity ratio; Bulletins for Applied & computing mathematics, BAM-1686/99 XC-B, pp. 7-14, TU-Budapest, 1999.
11. Z.Boričić, D.Nikodijević, D. Milenković, Unsteady axisymmetric magneto-hydrodynamic boundary layer on the body of revolution, The PAMM's periodical, BULLETINS FOR APPLIED MATHEMATICS [BAM],BAM 1452/98, [LXXXV], pp. 69-78, TU-Budapest, 1998.

12. D.Milenković, D.Nikodijević, Rasčeta tečenja v bokovoj polosti lopastnoj mašini The PAMM's periodical, BULLETINS FOR APPLIED MATHEMATICS [BAM], BAM 12011/96, [LXXIX], pp. 123-132, TU-Budapest. 1996.
13. Z.Boričić, D.Nikodijević, D.Milenković, Параметрический метод для приближенного расчета нестационарного МГД – пограничного слоя на проницаемой поверхности, The PAMM's periodical, BULLETINS FOR APPLIED MATHEMATICS [BAM], BAM 1203/96, [LXXIX], pp. 59-68, TU-Budapest. 1996.
14. D.Milenković, D.Nikodijević, T. Nestorović, Rasčeta tečenja v zazore mežu viračujućim sja diskom radućevo kolesa nasosa s niskoj n_s i nepadvižnoj stenki korpusa, The PAMM's periodical, BULLETINS FOR APPLIED MATHEMATICS [BAM], BAM 1345/97, [LXXXII], pp. 27-36, TU-Budapest. 1997.
15. Z.Boričić, D.Nikodijević, D.Milenković; Unsteady boundary layer on a porous surface; University of Nis, Facta Universitatis, Series Mechanics, Automatic control and Robotics, Vol.1, No 5, 1995., pp. 631-643.