

Изборном Већу Машинског факултета Универзитета у Нишу

Научно-Стручно Веће за техничко-технолошке науке, одлуком број 8/20-01-002/08-023, на седници одржаној 03.03.2008.године, донело је Одлуку о именовању Комисије за писање извештаја о пријављеним кандидатима на конкурс за избор једног наставника у звање **доцент** за ужу научну област **Теоријска и примењена механика флуида** на Машинском факултету у Нишу.

На основу увида у конкурсни материјал који нам је достављен, подносимо Декану Машинског факултета у Нишу, Изборном Већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу следећи

ИЗВЕШТАЈ

На расписани конкурс, који је објављен у дневном листу „Народне Новине“ 29.јануара 2008 године, пријавио се само један кандидат др Милош М. Јовановић, асистент Машинског факултета у Нишу, јмбг.2206965730057.

1. ОПШТИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

1.1. Лични подаци

Др Милош М. Јовановић рођен је 22.јуна 1965 год. у Нишу. Ожењен је и има троје деце, две кћери и сина. Станује у Нишу, ул.Албанска Голгота 1/9.

1.2. Образовање

Основну школу „Учитељ Таса“ у Нишу похађао је у периоду 1972-1980, и завршио са одличним успехом у свим разредима, добитник је дипломе „Вук Караџић“. Средњу школу (гимназију) природно-техничке струке „Светозар Марковић“ похађао је у периоду 1980-1984, прве две године са одличним успехом, последње две са врло добрим успехом.

Машински факултет у Нишу уписао је 1984, након тога одлази на одслужење војног рока. Први семестар студија уписао је октобра 1985 године. Дипломирао је децембра 1991 године на смеру Енергетика са просечном оценом 9,20 . За дипломски рад „Моделирање процеса измене радне материје четворотактних ОТО мотора“ добио је оцену 10. Био је стипендиста Универзитета у Нишу, односно фонда за развој научног подмладака у периоду октобар 1988 – јануар 1992.

Последипломске студије из области хидроенергетике уписао је 1993/94 год., и све испите положио до децембра 1996 са просечном оценом 10. Магистарски рад под називом „*равански, стационарни, турбулентни гранични слој нестишљивог флуида*“ одбранио је 28. децембра 1998 године.

Научни степен доктора техничких наука кандидат је стекао 27.децембра 2007 године одбравивши докторску дисертацију под називом „*Симулација великих вртлога турбулентног струјања нестишљивог флуида у правоугаоном каналу променљивог попречног пресека*“ на Машинском факултету у Нишу.

1.3. Стручна усавршавања

Од 12.јула 1998 до 27.фебруара 1999 кандидат је боравио као стипендиста ДААД-а на институту за Термодинамику и динамику флуида Машинског факултета Универзитета у Бохуму, са темом „*мерење расподеле угла опструјавања, брзине струјања и степена турбуленције у једном правоугаоном слободном млазу, и једном*

млазу уз зид са усисавањем флуида из главне струје“. Мерења су вршена у ваздушном каналу у лабораторији института коришћењем двоканалног анемометра са врелом жицом под менторством проф. Хајнц-Дитер Папенфуса.

Од 17.априла до 12.јула 2001 године кандидат је боравио на Универзитету „Ла Сапиенца“ у Риму, на катедри за динамику флуида, при департману за механику и аеронаутику. Под менторством проф. Паола Орландија радио је на теми „*Симулација вртложности при струјању у раванским каналима*“.

1.4. Професионална каријера

По дипломирању, кандидат је фебруара 1993 године засновао радни однос на Машинском факултету Универзитета у Нишу у звање асистента приправника за групу предмета на катедри за хидроенергетику. По завршетку последипломских студија изабран је фебруара 1999 године за асистента, маја 2003, као и маја 2007 био резабран у исто звање за научну област **теоријска и примењена Механика флуида**. Кандидат је изводио вежбања на предметима *Механика флуида, Механика флуида II Механика флуида-пренос топлоте и масе, Динамика вискозног флуида, Хидромашинска опрема, Нацртна Геометрија*.

Ужа област научног истраживања кандидата обухвата област турбулентног граничног слоја, као и директних нумеричких метода симулације Навије-Стоксових једначина за случај транзиционог и турбулентног струјања нестишљивог флуида.

2. ПРЕГЛЕД О ДОСАДАШЊЕМ НАУЧНОМ И СТРУЧНОМ РАДУ КАНДИДАТА

Кандидат је уз пријаву приложио следе радове:

2.1. Магистарски рад и докторска дисертација

2.1.1 Јовановић М.М.: „*равански, стационарни, турбулентни гранични слој нестишљивог флуида*“, Магистарски рад, Машински факултет у Нишу, 1998

2.1.2 Јовановић М.М.: „*Симулација великих вртлога турбулентног струјања нестишљивог флуида у правоугаоном каналу променљивог попречног пресека*“ Докторска дисертација, Машински факултет у Нишу, 2007

2.2 Научни и стручни радови:

2.2.1 Јовановић М.М „**Matematičko modeliranje procesa izmene radne materije četvorotaktnih ОТО motora sa promenljivom šemom razvoda**“, Naučno-Stručni skup Nauka i motorna vozila, Beograd 18. i 19. maja 1993 god., zbornik radova str.83-86.

2.2.2 Јовановић М.М „**Alternativni rashladni fluidi u funkciji zaštite životne sredine**“, Jugoslovenski naučno-stručni časopis Procesna Tehnika, broj 3-4, septembar-Decembar 1996, godina 12, broj sadrži radove sa skupa Procesing 96 (Tivat, 18-20. Septembra 1996), str.176-178.

2.2.3. Јовановић М.М „**Computation of incompressible turbulent boundary layer with favorable and adverse pressure gradient at high Reynolds numbers**“,

Facta Univesitatis, Series : Mechanics, Automatic Control and Robotics, vol.3, No.11, 2001, s.37-55.

2.2.4. Јовановић М.М „**Prediction of turbulent boundary layer at high Reynolds numbers**“, Hipnef, 29.naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka Banja, Hotel Breza,19-21.Maja 2004, zbornik radova, s.249-255.

2.3 **Анализа научних и стручних радова**

1. „**Математичко моделирање процеса измене радне материје четворотактних ОТО мотора са променљивом шемом развода**“, Научно-стручни скуп Наука и Моторна возила, Београд 18 и 19 мај 1993 год., зборник радова стр. 83-86.

У овом раду извршена је симулација струјања у усисном каналу и цилиндру бензинских мотора, с циљем да се покаже да је отварање и затварање вентила оптимално само за једну вредност броја обртаја мотора при датом оптерећењу мотора, односно за дати степен отворености лептира. Уколико би се вентили отварали и затварали у зависности од броја обртаја мотора и у зависности од оптерећења мотора, у цилиндар мотора би могло да уђе више свеже смеше, чиме би се повећао степен пуњења цилиндра свежом смешом. Интересантно је то да су се тек у последњих пет година, на тржишту појавили аутомобили који нуде моторе са променљивом шемом развода отварања и затварања вентила (Variable Valve Timing), чиме њихова моментна карактеристика је значајно придружила теоретској могућој линији, коју управо овај рад описује још 1993.год.

2.„**Алтернативни расхладни флуиди у функцији заштите животне средине**“, Југословенски научно-стручни часопис „Процесна техника“, број 3-4, септембар-децембар 1996, година 12, број садржи радове са скупа Процесинг 96 (Тиват, 18-20. септембра 1996), стр. 176-178

Тема овог рада јесте супституција постојећих расхладних флуида са оним алтернативним флуидима који су безбеднији за животну средину, те се у овом раду наводе нови расхладни флуиди који замењују забрањене CFC, затим критеријуми које треба да задовољавају, као и примери њихове примене у зависности од температурског подручја и величине расхладног уређаја. Анализирају се полемике између представника различитих интересних група о будућем развоју и избору расхладних флуида.

3.„**Computation of incompressible turbulent boundary layer with favorable and adverse pressure gradient at high Reynolds numbers**“, Facta Univesitatis, Series : Mechanics, Automatic Control and Robotics, vol.3, No.11, 2001, s.37-55.

У овом раду се описује поступак срачунавања турбулентног граничног слоја за случај Рејнолдсовски осредњених Навије-Стоксових једначина. При великим вредностима Рејнолдсовог броја турбулентни гранични слој се јасно може поделити на два дела: на један у коме се збир вискозног и турбулентног напона има константну вредност и који се назива вискозни слој уз зид, и спољашњег потпуно турбулентног слоја, који се назива дефектни слој, у коме се може занемарити утицај вискозних сила, и код којих је доминантан утицај инерцијалних сила. У раду је прорачун ограничен на потпуно турбулентни слој, односно дефектни слој, при чему су његове једначине независне од Рејнолдсовог броја, те се тако добија решење које не зависи од Рејнолдсовог броја већ од геометрије струјања. Три алгебарска модела турбуленције су коришћена за прорачун глобалних вредности дефектног слоја. Такође у раду је приказано да расподела брзине и напона унутар вискозног слоја уз зид при великим вредностима Рејнолдсовог броја има универзални облик, ако је Рејнолдсов број довољно велики $Re_\rho > 6000$.

4., „Prediction of turbulent boundary layer at high Reynolds numbers“, Хипнеф, 29. научно-стручни скуп са међународним учешћем, Врњачка Бања, Хотел Бреза, 19-21. Маја 2004 год., зборник радова, стр.249-255.

У овом раду дат је поступак срачунавња интегралних једначина, на основу којих се такође могу добити глобалне вредности турбулентног грачног слоја. Овако срачунате вредности се могу употребити за ма коју вредност Рејнолдсовог броја, при срачунавању дефектног слоја. Резултати добијени интегралним методом се одлично слажу са резултатима добијених раније нумеричком интеграцијом диференцијалних једначина.

2.4 Анализа докторске дисертације

Др Милош М. Јовановић је својом докторском дисертацијом дао значајан научни допринос проблему симулације хидродинамичке стабилности струјања у каналу. У нашој земљи до ове дисертације није било покушаја директне нумеричке симулације Навије-Стоксових једначина, будући да то и није било могуће због великих захтева за радном меморијом рачунара и брзином рачунара. Наиме, по Колмогоровљевој теорији турбуленције број степени слободе струјања је пропорционалан трећем степену Рејнолдсовог броја за просторне проблеме, тако да за веома мале вредности $Re=100$, достижу се вредности степена слободе струјања 10^6 . Дакле и за врло мале вредности Рејнолдсовог броја може доћи до недостатка меморије рачунара. Са повећањем брзине рачунара и капацитета радне меморије током последње декаде прошлог века постало је могуће вршити симулације Навије-Стоксових једначина директним нумеричким методама, а да се при томе не морају вршити статистичка осредњавања струјних величина у овом случају брзине, притиска, вртложности или струјне функције флуида. Ова дисертација има значај у томе што по нашем сазнању она представља први покушај директне нумеричке симулације транзиције турбуленције. У раду је извршена директна нумеричка симулација временске хидродинамичке стабилности за случај Поасоовог струјања, и то за случај класичне асимптотске теорије пертурбација, као и за оригиналан случај који је кандидат дао у раду, а који се заснива на оптимизацији пертурбација, налажењем оптималне линеарне комбинације сопствених вектора путем варијације функционала која се може извршити за сваку сопствену вредност понаособ. Ово је могуће учинити захваљујући чињеници да су сопствени вектори Ор-Зомерфелдовога оператора ненормални, односно да нису узајамно ортогонални, односно да су скоро линеарно зависни.

Главна тема рада јесте нумеричко решавање раванске Навије-Стоксове једначине за струјње нестишљивог флуида. Ова векторска једначина у формулацији притисак-брзина сведена је на скаларну једначину у формулацији вртложност-струјна функција. Прво је потражено решење за Стоксову једначину вртложности, дакле одбачени су конвективни чланови, и ова једначина је након примене Фуријеовог-Галеркиновог у уздужном правцу и Чебишевљевог-колокационог метода у нормалном правцу за просторну дискретизацију примењен је имплицитни метод временске дискретизације Адамс-Башворта. Једначина континуитета је идентички задовољена у формулацији вртложност-струјна функција, те је за затварања система једначина коришћена дефиниција вртложности путем ротора вектора брзине, што се у овом случају свело на решавање једнодимензионалне Хелмхолмчеве једначине. Спрегнути систем једначина настао након дискретизације претходне две решен је методом утицајних матрица који се иначе користи код сличних проблема, као што је и овај. Имамо тачно дефинисане граничне услове само за струјну функцију и за њен први извод, док за вртложност немамо ни један од ова два гранична услова. Овај метод

управо решава такве ситуације када имамо позната оба гранична услова за једну функцију, док за другу немамо ниједан. Поступак је објашњен потпуно, и цео поступак срачунавања заснован је на директним методама, те стога нема никаквих итеративних срачунавања што је свакако предност, будући да увек када је год то могуће треба давати предност директним методама у односу на итеративне. Након што је објашњен поступак решавања Хелмхолмчеве једначине која се након временске дискретизације своди на Стоксови једначину струјања вискозног флуида, прелази се коначно на Навије-Стоксову једначину у формулацији струјна функција-вртложност, дакле укључују се конвективни чланови, и срачунавање ових конвективних чланова врши се псеудоспектралним методом путем брзих Фуријеових трансформација. Цео прорачун направљен је у простору Фуријеових коефицијената за Стоксов проблем, а само се конвективни чланови срачунавају у физичком простору, а након тога путем брзих Фуријеових трансформација одређују се Фуријеови коефицијенти конвективних чланова, и цео прорачун враћа назад у Фуријеов простор. У последњем одељку осме главе дат је начин прорачуна протока за случај раванског струјања у каналу путем Фурије-Галеркиновог метода у уздужном правцу и Чебишевљевог колокационог метода у нормалном правцу.

Затим се разматра Хидродинамичка стабилност струјања у каналу за случај Поасоновог струјања. Изведена је Ор-Зомерфелдова једначина хидродинамичке стабилности и објашњени су појмови временске и просторне нестабилности. Ова једначина је решена Чебишевљевим методом за случај временске нестабилности за Рејнолдсов број 6000 и одређене су све сопствене вредности и сопствени вектори Ор-Зомерфелдовога оператора. Написан је нумерички програм за ово срачунавање, и симулацијом овог програма могуће је видети како изгледају пертурбације струјања кроз одговарајућу просторну анимацију. Пертурбације су у овом случају добијене на основу једине нестабилне сопствене вредности и њој одговарајућег сопственог вектора Ор-Зомерфелдовога оператора. Затим су на основу истих резултата начињене нове пертурбације узимањем у обзир свих сопствених вредности и њихових сопствених вектора, и извршена је оптимизација пертурбационе енергије по најнестабилнијем сопственом вектору, мада се поступак оптимизације пертурбације који је оригиналан и потпуно је описан у раду може извршити и за ма коју другу сопствену вредност, а не само за најнестабилнију. На овај начин добијене су две врсте различитих пертурбација, прве које одговарају класичној теорији хидродинамичке стабилности и ове друге које је сам кандидат формулисао на основу оптимизације енергије пертурбације, добијене варијационим рачуном, што је било могуће захваљујући неортогоналности сопствених вектора добијених решавањем Ор-Зомерфелдове једначине.

У наредним поглављима су дати резултати симулације нумеричког програма који је сам кандидат развио у Матлаб-у, при чему су симулиране бездимензионе Навије-Стоксове једначине за константну вредност Рејнолдсовог броја ($Re=6000$), на домену $\Omega=X \times Y$, где је $\Omega=\{(x,y) \in \mathbf{R}^2 \mid 0 \leq x \leq 2\pi \wedge -1 \leq y \leq 1\}$. Овакво решење важи за читаву класу струјања у каналу различитих флуида и њима одговарајућих различитих висина канала, при чему само однос брзине струјања, висине канала и кинематичке вискозности флуида мора остати константан, што је и дефинисано константним Рејнолдсовим бројем. Резултати су дати као скаларна поља вртложности, струјне функције и компоненти вектора брзине у узструјном и нормалном правцу. Дато је осам слика за осам различитих временских тренутака за први случај пертурбација које смо раније споменули, и десет слика за десет различитих временских тренутака за други случај пертурбација, када је извршена оптимизација пертурбационе енергије. Сlike су извучене из анимација струјања које су направљене за оба случаја пертурбација. Сlike су пропраћене одговарајућим коментарима који значајно појашњавају механизме

конвективног преноса енергије у струјном пољу, и чине веома сложене механизме стварања вртложних зона очигледним и потпуно јасним.

У последњој глави су дати дискусија и закључци. У овом поглављу кандидат наглашава да је очекивао појављивање потпуно развијеног турбулентног граничног слоја, и разлоге због чега до тога није у потпуности дошло види у проблему временске хидродинамичке стабилности која је примењена у целом домену. Сматра се да је она сасвим у реду за средишњи део канала, али да у слоју уз сам зид канала треба применити метод просторне хидродинамичке стабилности. Закључује се да цео домен треба поделити на три поддомена, од којих се средишњи прорачунава временским методом, док слојеви уз зид временско-просторним методом. Као други разлог наводи се одсуство чланова у дводимензионалним Навије-Стоксовим једначинама који представљају истезање вртлога, док њих има код тродимензионалних једначина, а овај механизам се сматра кључним за пренос енергије са осредњеног струјања на високофреквентни део турбулентног спектра. Дакле поступак секундарне нестабилности није било ни могуће добити јер је она 3Д-процес, и везана је са поступком истезања вртложног влакна у правцу струјања, које за последицу има наизменично ињективно и ејективно дејство вртложних влакана на околни флуид, што јесу неопходни услови за добијање потпуно развијеног турбулентног струјања.

Стога ова дисертација има низ оригиналних доприноса везаних за симулацију прелаза из ламинарног у турбулентно струјање у каналу. Добијени резултати отварају широке могућности за даља теоријска истраживања у овој области и нуде практична решења симулације Навије-Стоксових једначина без икаквих временских или просторних осредњавања ступних величина.

2.5 Наставно педагошки рад

Кандидат је на високом стручном и педагошком нивоу изводио вежбе из предмета: *Механика флуида, Механика флуида II, Механика флуида-пренос топлоте и материје, Динамика вискозног флуида, Хидромашинска опрема и Нацртна геометрија* на Машинском факултету Универзитета у Нишу. Наставне обавезе обавља веома савесно и педантно, те је у свим анкетама студената увек оцењиван највишим оценама.

Анганжман у настави потврђује да је кандидат стекао значајно искуство и показао да поседује квалитете и стручност за обављање наставно-педагошког рада.

2.6 Мишељење о испуњености услова за избор

Увидом у конкурсни материјал и на основу претходно дате анализе, Комисија референата закључује да је др Милош М. Јовановић, асистент Машинског факултета у Нишу,

- на високом стручном и педагошком нивоу изводио вежбања из више предмета научне области Механика флуида,
- учествовао на домаћим и међународним научно-истраживачким пројектима из области механике флуида,
- своје оригиналне резултате презентирао је широј научној јавности, публикавањем у научним часописима и на конференцијама националног значаја,
- својим научним радовима, магистарским радом и докторском дисертацијом дао значајан допринос теорији турбулентног граничног слоја, као и симулацији Навије-Стоксових једначина за случај временске хидродинамичке стабилности струјања у каналу,

- треба очекивати да ће и наредних година доприносити даљем развоју области Механике флуида, као и директне нумеричке симулације Навије-Стоксових једначина за случај транзиционог и турбулентног струјања нестишљивог флуида.

2.7 Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија референата са задовољством предлаже Изборном већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, да кандидата др Милоша М. Јовановића, асистента Машинског факултета у Нишу, изабере у звање **доцента** за научну област **Теоријска и примењена механика флуида**

У Нишу и Београду , 19. и 20. Марта 2008.год

1. др Зоран Боричић, ред. проф.
Машинског факултета у Нишу,
шеф катедре за Хидроенергетику
-

2. др Владан Ђорђевић, ред. проф.(у пензији)
Машинског факултета у Београду,
Академик САНУ
-

3. др Светислав Чантрак, ред. проф.
Машинског факултета у Београду,
шеф катедре за Механику флуида
-

4. др Драгиша Никодијевић, ред. проф.
Машинског факултета у Нишу
-