

Факултет МАШИНСКИ

977/4
(Број захтева)

23.06.2016.
(Датум)

Образац 1.
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)

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

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

НУМЕРИЧКА ОПТИМИЗАЦИЈА АЕРОДИНАМИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА НЕПЛАНАРНИХ УЗГОНСКИХ ПОВРШИНА ЗА ПОДЗВУЧНИ И ОКОЗВУЧНИ ДОМЕН БРЗИНА (COMPUTATIONAL OPTIMISATION OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF NONPLANAR LIFTING SURFACES FOR SUBSONIC AND TRANSONIC SPEED DOMAIN)

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Машинство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: TAREK ALI MOHAMED EL FEED

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Faculty of Engineering, Al Fateh Libya

3. Година дипломирања: 1997.

4. Назив магистарске тезе кандидат Influence of winglet type and shape on aerodynamic characteristics

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Машински факултет Београд

6. Година одбране магистарске тезе: 2012.

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /

Година уписа докторских студија: 2013.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 23.06.2016
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Радивоје Митровић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 977/4
Датум: 23.06.2016. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Tarek Ali Mohamed El Feed**, MSc.,dipl.ing.mas., бр. 977/1 од 26.04.2016. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Иван Костић, ред. проф., др Златко Петровић, ред. проф., др Зоран Стефановић, ред. проф. М.Ф. у пензији, др Александар Симоновић, ванр. проф. и др Слободан Гвозденовић, ред. проф., Саобраћајни факултет Београд, број 977/3 од 17.06.2016. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултетета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 23.06.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **TAREK ALI MOHAMED EL FEED, MSc., dipl.ing.mas.** испуњава услове за израду докторске дисертације **«НУМЕРИЧКА ОПТИМИЗАЦИЈА АЕРОДИНАМИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА НЕПЛАНАРНИХ УЗГОНСКИХ ПОВРШИНА ЗА ПОДЗВУЧНИ И ОКОЗВУЧНИ ДОМЕН БРЗИНА (COMPUTATIONAL OPTIMISATION OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF NONPLANAR LIFTING SURFACES FOR SUBSONIC AND TRANSONIC SPEED DOMAIN)»**.

За ментора студенту **Tarek Ali Mohamed El Feed**, именује се др **Иван Костић, ред.проф.**

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата **Tarek Ali Mohamed El Feed**, M.Sc, дипл. инж. маш. за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 977/2 од 02.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Tarek Ali Mohamed El Feed, M.Sc, дипл. инж. маш. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **“Нумеричка оптимизација аеродинамичких карактеристика непланарних узгонских површина за подзвучни и околзвучни домен брзина” (Computational optimisation of aerodynamic characteristics of nonplanar lifting surfaces for subsonic and transonic speed domain).**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Tarek Ali Mohamed El Feed рођен је 27. 09. 1973. године у Триполију, Либија. Основну школу завршио је 1987. године у Триполију, док је средњу школу (природни смер) завршио у граду Ал-Андалус 1991. године. На Универзитет у Триполију (некада Ал-Фатех) уписао се 1992. године, на Факултету за инжењерство, Катедра за ваздухопловство. На истом факултету је дипломирао 1997. године, одбранивши дипломски рад под насловом “The effect of aerodynamic characteristics on projectile at low Mach number”.

У периоду 2002. – 2003. године радио је као управник залихама у Anwar Almadeena Company, у Триполију, Либија, а од 2003. година па надаље ради у Applied Research And Development Organization, такође у Триполију, Либија.

Године 2010. уписао се на Мастер академске студије на Машинском факултету

Универзитета у Београду, Катедра за ваздухоловство, које је успешно завршио одбраном тезе под насловом “Influence of winglet type and shape on aerodynamic characteristics”, под менторством проф. др Ивана Костића, 2012. године.

Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2013/14. године. Користи програмске пакете MS Office, MATLAB, CATIA, VLAERO, ANSYS DesignModeler, ICEM CFD, ANSYS Fluent, CFD-Post и друге. Област научно-истраживачког рада којом се бави на докторским студијама представља наставак и надградњу истраживачког рада којим се бавио током мастер академских студија. Говори енглески и арапски језик. Ожењен је и отац је троје деце.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Списак објављених радова

1. Ahmed Mukhtar Mohamed, Huzeifa Ahmed Elsadig Ahmed, Mahir Hassan Mohammed Ibrahim, Khalid Kamal, Elfateh Abakar Medani Eltaher, Tarek Ali Mohamed Elfeed, MOCK-UP DESIGN, Proceeding of First International Symposium For Students -SRMA 2011, Vrnjačka Banja, June 29 th – July 1 nd 2011, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, pp. 25-28.
2. Tarek Ali Elfeed, INFLUNCE OF WINGLET ADDED TO ONERA M6 WING ON AERODYNAMIC CHARACTRISTICS IN TRANSONIC REGION, Proceeding of 4th International Symposium For Students -SRMA 2014, Kraljevo, 6th – 8th November 2014, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, pp. 9-13.
3. Mostafa H. Abobaker, Nouredine Toumi, Tarek Elfeed, ANSYS-FLUENT VALIDATION FOR TRANSONIC FLOW OVER ONERA-M6 WING AT DIFFERENT ANGLES OF ATTACK AND MACH NUMBERS, Proceeding of 4th International Symposium For Students -SRMA 2014, Kraljevo, 6th – 8th November 2014, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, pp. 14-23.

Списак положених испита на докторским студијама

	subject	Professor	Final mark
1.	Research and Development Methodology	Prof. Dr Zlatko Petrovic	10 (ten)
2.	Advanced Numerical Methods	Prof. Dr Zlatko Petrovic	10 (ten)
3.	Structural Integrity	Prof. Dr Aleksandar Sedmak	8 (eight)
4.	Planning, Performing and Controlling Projects	Prof. Dr Bojan Babic	10 (ten)
5.	Selected topics in Fluid Mechanics	Prof. Dr Zoran Stefanovic	10 (ten)
6.	Analytic Methods for Engineering Design	Prof. Dr Bojan Babic	10 (ten)
7.	Airfoils and Hydrofoils	Prof. Dr Zoran Stefanovic	10 (ten)
8.	Finite Element Methods in Applications	Prof. Dr Aleksandar Grbovic	10 (ten)
9.	Design of Aerospace Structures	Prof. Dr Aleksandar Grbovic	10 (ten)
10.	Nonplanar Lifting Surfaces	Prof. Dr Ivan Kostic	10 (ten)
11.	Research and Publishing 1	Prof. Dr Zoran Stefanovic	10 (ten)
12.	Research and Publishing 2	Prof. Dr Zoran Stefanovic	10 (ten)
13.	Research and Publishing 3	Prof. Dr Ivan Kostic	10 (ten)
14.	Research and Publishing 4	Prof. Dr Ivan Kostic	10 (ten)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Tarek Ali Mohamed El Feed, студент докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, завршио је Мастер академске студије и стекао звање Дипломирани машински инжењер – Мастер, такође на Машинском факултету Универзитета у Београду, 2012. године. Током докторских студија положио је 10 предмета и стекао 50 ESPB бодова, док је кроз лабораторијски истраживачки рад стекао 75 ESPB бодова. Са укупно сакупљених 125 ESPB бодова и одбраном Пројекта идеје дисертације стекао је услов за пријаву докторске дисертације.

Кандидат има три рада на међународној конференцији, а у припреми и рецензији је још неколико радова у међународним часописима.

Кроз положене предмете и лабораторијски рад у областима које кандидат примењује у свом истраживању током докторских студија, као и кроз истраживачки рад на претходном нивоу школовања у оквиру мастер студија, кандидат је у потпуности уведен у проблематику докторске дисертације. Тиме су се стекли како формални, тако и објективни услови за наставак рада на докторској дисертацији под предложеним насловом.

2. Предмет и циљ истраживања

Дефинисање проблема и предмет истраживања

У области прорачунске динамике флуида (CFD – Computational Fluid Dynamics) до данас је за моделирање и нумеричку анализу спољашњих и унутрашњих струјања развијен већи број релевантних програмских пакета којима се може постићи значајна уштеда у времену и новцу у односу на адекватна експериментална испитивања. Класичним начинима моделирања базираним на упрошћеним нумеричким методама и претпоставкама, не може се постићи она тачност коју може пружити добро калибрисан и еталонизирани нумерички пакет. Нумерички пакети имају могућност генерисања великог броја података о струјању које се анализира. Квантитативна анализа добијених резултата врши се на основу нумеричких вредности из излазног блока, у овом случају у виду аеродиманичких коефицијената узгона, отпора и момента, расподеле коефицијената притиска, итд. Квалитативна анализа обавља се помоћу одговарајућих модула за постпроцесирање, који омогућавају да се резултати представе на начин који највише одговара врсти проблема који се проучава. Могућности графичког приказивања резултата су практично бесконачне (2D, 3D графика, анимације итд.). Ово може бити од велике користи за представљање и детаљну анализу физикалности разматраног струјног поља, идентификовање проблематичних области и репројектовање конструкција у циљу редуковања или елиминације проблема, као што је на пример појава трансоничне интерференције која настаје пројекцијом ударног таласа генерисаном на једном делу узгонске конфигурације на суседни конструктивни елемент (ударни талас на винглету пројектован на крило, и сл.).

У овој дисертацији биће извршена нумеричка анализа подзвучног (субсоничног) и околзвучног (трансоничног) струјања око еталонизираних планарног стреластог крила, као и око непланарних конфигурација, добијених додавањем одговарајућих конструктивних елемената основном крилу. Да би симулација струјања била што ближе реалности, потребно је дефинисати одговарајући модел “вештачке” вискозности и њен интензитет, алгоритам решавања, контролне параметре итеративног поступка, форму задавања граничних услова, турбулентни модел и његове улазне параметре итд. Такође, потребно је тестирањем кроз довољан број поновљених прорачуна пронаћи одговарајући тип мреже, локалну расподелу њене густине и квалитет, тако да она пружа задовољавајућу тачност, имајући при томе на уму и капацитете расположивих рачунарских ресурса.

Полазну основу ове дисертације чине аеротунелска испитивања крила познатог под

називом ONERA M6, испитиваног у аеротунелу ONERA S2MA, при Маховим бројевима 0.7, 0.84, 0.88 и 0.92, у дијапазону нападних углова $0^\circ \div 6^\circ$ и при Рејнолдсовим бројевима реда величине $Re \sim 12.000.000$. Ово крило спада у категорију планарних узгонских конфигурација. Током ових испитивања вршена су детаљна мерења расподеле коефицијента притиска по горњаци и доњаци у више карактеристичних пресека по размаху експерименталног полумодела крила (утицај друге стране крила добија се ефектом рефлексије вертикалног зида на који је крило постављено током испитивања). Ови резултати већ више деценија представљају међународно усвојене стандардне референтне вредности за калибрацију и верификацију CFD прорачунских модела различитих нивоа комплексности. Они ће бити коришћени за квантитативну верификацију и дефинисање оптималног прорачунског алгоритма у овој дисертацији.

Након установљавања и верификације оптималног прорачунског модела, оригиналном ONERA M6 крилу, у домену његовог краја, биће додавани непланарни конструктивни елементи различитих типова и геометрија и биће вршена анализа њиховог утицаја, са циљем повећања аеродинамичке ефикасности основног крила. Овај тренд веома је распрострањен на ваздухопловима најновијих генерација, у категоријама од једрилица и спортских авиона, па до путничких и транспортних трансоничних ваздухоплова. Међутим, чињеница да у смислу конструктивних извођења у пракси има врло различитих решења, као и то да се на једном истом типу серијски произвођених ваздухоплова из године у годину облик ових елемената (најчешће су у питању винглети – пример су авиони класе Airbus 318 ÷ 321, Boeing 737 New Generation, итд.) чак радикално мења, указује на то да су данас у свету непланарни узгонски елементи и њихова оптимизација, још увек у фази екстензивног развоја. Предмет ове дисертације управо је истраживање у овој врло актуелној области аеродинамике, стицање нових искустава и сазнања, као и њихова систематизација и генерализација, како у циљу оперативних инжењерских примена, тако и у смислу стварања релевантне базе за даљу научну надградњу.

Геометрија 3D полумодела основног планарног крила, као и крила са непланарним конструктивним додацима, биће обављана у програмском пакету CATIA. За формирање контролне запремине биће коришћен модул ANSYS DesignModeler, док ће се за генерисање прорачунских мрежа користити ANSYS ICEM CFD. CFD анализа струјања унутар контролне запремине ће бити вршена коришћењем модула FLUENT програмског пакета ANSYS. Визуелизација ће бити обављана у FLUENT-у, као и помоћу наменског модула CFD-Post.

Научни циљеви истраживања

Циљеви истраживања могу се сажети у следећем:

- Дефинисаће се параметари прорачунског физикалног модела и прорачунских мрежа, који ће давати најбоља могућа поклапања са расположивим релевантним експерименталним резултатима при моделирању струјног поља око калибрационог, планарног стреластог крила ONERA M6 при подзвучним и окозвучним Маховим бројевима.
- Прорачунски модел мора бити у могућности да нумерички обради оваква струјања са великим локалним градијентима параметара струјања у домену ударних таласа у случају трансоничних анализа. Поред динамички адаптивних мрежа, које се током рада програма аутоматски згушњавају у областима великих градијената релевантних параметара струјања, али при томе могу знатно продужити време конвергенције прорачуна, биће анализирани и стационарни наменски адаптирани мреже, чијом се оптимизацијом у критичним доменима струјног поља такође може остварити стабилна конвергенција, али са краћим временским периодом извршења програма.
- Процена квалитета прорачунских модела и коришћених мрежа вршиће се квантитативно, на основу срачунатих и експериментално одређених вредности расподела коефицијената притисака у карактеристичним пресецима по полуразмаху крила, као и могућности прорачунског модела да правилно утврди положаје и интензитета ударних таласа, дефинисане наглим локалним променама притиска. Биће изабран оптимални модел, који ће се користити у наредним корацима истраживања.
- На основу закључака изведених у претходним корацима, прелази се на анализу основног планарног ONERA M6 крила, коме се у овој фази додају непланарни аеродинамички конструктивни сегменти у домену краја крила. Врши се њихова систематизација по категоријама, као и варирање њихових конструктивно-геометријских карактеристика у оквиру категорија.
- По обављеним нумеричким анализама, а у оквиру параметарске оптимизације, дефинишу се дијапазони конструктивне геометрије непланарних узгонских површина који воде ка побољшању аеродинамичке ефикасности у односу на изворно непланарно крило. Након овога, изведени закључци за калибрационо ONERA M6 крило, верификују се и на неколико случајева крила чија је геометрија карактеристична за постојеће трансоничне ваздухоплове најновије генерације.

Релевантне публикације које ће бити полазна основа за развој методологије која је тема докторске дисертације

- [1] Whitcomb, R. T. A Design Approach and Selected Wind-Tunnel Results at High Subsonic Speeds for Wing-Tip Mounted Winglets. NASA TN D-8260, 1976.
- [2] Flechner, S.G.; Jacobs, P. F.; Whitcomb, R. T. A High Subsonic Speed Wind-Tunnel Investigation of Winglets on A Representative Second-Generation Jet Transport Wing. NASA TN D-8264, 1976.
- [3] Suresh, C.; Ramesh, K.; Paramaguru, V. Aerodynamic performance analysis of a non-planar C-wing using CFD. // Aerospace Science and Technology, 40, (2015), pp. 56–61.
- [4] Elhama, A.; van Tooren, M. J. L. Winglet multi-objective shape. // Aerospace Science and Technology, 37, (2014), pp. 93–109.
- [5] A. Büscher, R. Radespiel, T. Streit, Modelling and design of wing tip devices at various flight conditions using a databased aerodynamic prediction tool, // Aerospace Science and Technology, 10(8), (2006), pp. 668–678.
- [6] Kroo, I. Non-planar Wing Concepts for Increased Aircraft Efficiency, Stanford University, USA. VKI lecture series on Innovative Configurations and Advanced Concepts for Future Civil Aircraft, June 6-10, 2005. RL:http://aero.stanford.edu/reports/VKI_nonplanar_Kroo.pdf.
- [7] Wilcox, D. C. Turbulence Modeling for CFD, DCW industries, Inc., California, USA, 2006.
- [8] Schmitt, V. and Charpin, F., Pressure Distributions on the Onera-M6-Wing at Transonic Mach Numbers, Experimental Data Base for Computer Program Assessment. Report of the Fluid Dynamics Panel Working Group 04, AGARD AR 138, May 1979.
- [9] Elliott G. Reid, The Effects of Shielding the Tips of Airfoils (Rep. No. 201, Langley Memorial Aeronautical Laboratory, 1922).
- [10] J.F. Marchman III, H.F. Faery, Jr., and D. Manor, “Whitcomb Winglet Applications to General Aviation Aircraft” (Proceedings of AIAA Aircraft Systems and Technology Conference, 78-1478, Los Angeles, CA, 1978).
- [11] Doug McLean, Wingtip Devices: What They Do and How They Do It, Article 4, This article is presented as part of the 2005 Boeing Performance and Flight Operations Engineering Conference, providing continuing support for safe and efficient flight operations
- [12] J.R. Agar and the staff of Douglas Aircraft Company, DC-10 Winglet Flight Evaluation (Washington, DC: NASA CR-3704, 1983).

- [13] Joseph R. Chambers, Concept to Reality: Contributions of the NASA Langley Research Center to U.S. Civil Aircraft of the 1990s (Washington, DC: NASA SP-2003-4529, 2003).
- [14] Maurice Allward, "Wingtip Technology," Putnam Aeronautical Review no. 1 (May 1989).
- [15] Melin, Thomas, "A Vortex Lattice MATLAB Implementation for Linear Aerodynamic Wing Applications," Master Thesis, Royal Institute of Technology (KTH), December 2000.
- [16] Paul E. Hemke, Drag of Wings with End Plates (Rep. No. 267, Langley Memorial Aeronautical Laboratory, 1927).
- [17] Richard Hallion, NASA's Contributions to Aeronautics: Aerodynamics, Structures, Propulsion, and Controls, vol. 1 (Washington, DC: NASA SP-2010-570-Vol 1, 2010).
- [18] Sighard Hoerner, Aerodynamic Shape of Wing Tips (Technical Report [TR] 5752, 1952).
- [19] Jason E. Hicken, David W. Zingg, Induced-drag minimization of nonplanar ge-ometries based on the Euler equations, AIAA J. 48 (Nov. 2010).
- [20] 'Non-planar wings for the increased span efficiency' by Kroo, Stanford University, USA.
- [21] D. McLean, "Wingtip Devices: What they Do and How They Do it," presented at the Boeing Performance and Flight Operations Engineering Conference 2005.
- [22] Clarence D. Cone, Jr. THE THEORY OF INDUCED LIFT AND MINIMUM INDUCED DRAG OF NONPLANAR LIFTING SYSTEMS (NASA Technical Report R-139,1963).
- [23] S.C. Smith, A computational and experimental study of nonlinear aspects of in-duced drag, Ph.D. thesis, Stanford University, June 1995.
- [24] Saravanan Rajendran, Design of Parametric Winglets and Wing tip devices – A Conceptual Design Approach, Linkoping University, May 2012.
- [25] ANSYS FLUENT 14.0: Theory Guide, ANSYS, Inc., Canonsburg, PA, 2011.
- [26] ANSYS FLUENT 14.0: User's Guide, ANSYS, Inc., Canonsburg, PA, 2011.
- [27] ANSYS FLUENT 14.0: Tutorial Guide, ANSYS, Inc., Canonsburg, PA, 2011.
- [28] www.winglet-technology.com .
- [29] <http://www.aero-news.net/index.cfm?do=main.textpost&id=7f88dd91-c2ef-4e84-bd18-ad4d2b77f443>.
- [30] <http://www.airbus.com/galleries/photo-gallery/?p=8#open=galleries/photo-gallery/dg/idp/25204-a380-wingtip-3/?backURL=galleries/photo-gallery/?p=8>.
- [31] <http://www.b737.org.uk/winglets.htm>.
- [32] http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_17/winglet_story.html.
- [33] http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_03_09/article_03_1.html .
- [34] <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/lift1.html>.
- [35] <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/winglets.html>.

3. Полазне хипотезе

- Основна хипотеза у изради ове дисертације је да се моделирање струјања око узгонских површина свих разматраних конфигурација коришћењем нумеричке анализе, у домену подзвучних и окозвучних брзина, може извршити успешно и са задовољавајућом тачношћу, избором одговарајућих алгоритама и задавањем одговарајућих параметара прорачуна.
- Анализирана флуидна средина је стишљива и вискозна и биће нумерички моделирана узимајући у обзир све релевантне утицајне факторе, укључујући и карактеристичне феномене везане за област трансонике, као што је појава једног или више ударних таласа на крилу, интеракција ударних таласа и граничног слоја, и други.
- Као референца за верификовање разматраних прорачунских модела користе се подаци из оговарајућих аеротунелских испитивања обављених на планарним узгонским површинама у домену подзвучних и окозвучних брзина, који се сматрају квалитетним, релевантним и валидним.
- Овим ће се дефинисати одговарајући прорачунски модел који је у могућности да третира ову врсту проблема, и утврдити оптималан ниво комплексности моделирања са аспекта биланса између остварене тачности резултата, потребног ангажовања рачунарских ресурса, као и стабилности и брзине конвергенције решења.
- Овако стечена искуства у моделирању изузетно комплексног струјања за случај планарних крила, биће примењена у циљу оптимизације непланарних узгонских површина. Акценат је на конфигурацијама које се користе као додаци на крајевима крила, а чији је основни циљ повећање аеродинамичке ефикасности крила у домену подзвучних и окозвучних брзина. На овај начин се, применом нумеричке анализе, може вршити њихова аеродинамичка оптимизација уз мање временске и финансијске трошкове у односу на испитивања у аеротунелима.

4. Научне методе истраживања

У оквиру истраживања на предложеној теми, а у поступку реализације научних резултата, користиће се следеће опште и посебне научне методе:

- метода анализе
- метода моделирања
- метода коначних запремина

- метода симулације
- метода компарације
- метода калибрације и еталонизације
- метода оптимизације
- метода генерализације
- метода експертског мишљења

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос може се резимирати у следећем:

- У дисертацији ће бити дефинисана и приказана методологија нумеричке анализе стреластих крила како у домену подзвучног струјног поља, тако и у области изузетно комплексног стишљивог струјања у домену трансоничних брзина. Верификација добијених резултата биће обављена поређењем са постојећим, валидним и релевантним експерименталним резултатима за планарна крила, добијеним аеротунелским испитивањима.
- Коришћењем најсавременијих софтверских алата, дефинисаће се оптимални прорачунски модели и мреже за прорачун реалне флуидне средине, са присуством ударних таласа у области окозвучног струјања, и ефектима интеракције ударних таласа и граничног слоја.
- Верификованим прорачунским моделом биће обављена нумеричка анализа већег броја непланарних узгонских конструктивних елемената, додатих основном планарном крилу, са циљем повећања његове аеродинамичке ефикасности у домену подзвучних и окозвучних брзина. Варирањем њихових конструктивних параметара, као што су различити типови и начини везе са основним крилом, бочне и уградне угловности, тетиве и сужење, углови стреле, једно и вишесегментних конфигурације, раванске, прстенасте, семиелиптичне, итд., обавиће се компаративна анализа новодобијених аеродинамичких карактеристика у односу на основно крило.
- Квантитативном анализом, поређењем добијених вредности аеродинамичких коефицијената, биће параметарски дефинисани оптимални дијапазони конструктивне геометрије, који воде ка побољшању аеродинамичких карактеристика, али исто тако и дијапазони у којима долази до деградације карактеристика у односу на чисто крило.
- Квалитативно, анализом расподеле поља градијената густине и поља притисака по целокупној непланарној конфигурацији, биће идентификовани домени изразите

локалне интерференције и извршене такве конструктивне модификације које ће отпор интерференције, нарочито у домену трансоничних брзина, свести на минимум.

- Резултати и закључци добијени овим анализама биће корисни како за даља научна истраживања, тако и за унапређење инжењерске праксе у области аеродинамичке оптимизације непланарних узгонских површина. Резултати добијени овим прорачунским моделом такође ће представљати и улазне базе података за структуралну анализу и глобалну конструктивну оптимизацију ваздухоплова

6. Оквирна структура дисертације

Структура рада би требало да задовољи следећи концепт:

- Уводна разматрања
- Преглед литературе у разматраној области
- Преглед нумеричких метода и алата који ће бити коришћени за прорачуне
- Дефинисање и генерисање прорачунских модела планарних и непланарних узгонских конфигурација
- Дефинисање параметара прорачуна, тј. прорачунских мрежа, солвера и метода оптимизације прорачуна
- Верификација прорачунског модела поређењем нумеричких резултата са постојећим, валидним и релевантним експерименталним резултатима за планарна стреласти крила
- Анализа и приказ добијених резултата за различите типове непланарних узгонских конфигурација
- Квантитативна и квалитативна валидација, систематизација и генерализација резултата прорачуна различитих типова непланарних узгонских површина
- Формирање закључака и предлог будућих истраживања
- Списак коришћене литературе

7. Закључак и предлог

Анализом релевантних података из пријаве коју је поднео кандидат Tarek Ali Mohamed El Feed, M.Sc, дипл. инж. маш., Комисија закључује да кандидат испуњава све законом предвиђене услове и истраживачке квалификације за израду докторске дисертације.

Имајући у виду наведено Комисија предлаже Већу докторских студија да кандидату

Tarek Ali Mohamed El Feed

одобри израду докторске дисертације под називом:

Нумеричка оптимизација аеродинамичких карактеристика непланарних узгонских површина за подзвучни и окозвучни домен брзина

(Computational optimisation of aerodynamic characteristics of nonplanar lifting surfaces for subsonic and transonic speed domain)

из уже научне области ваздухопловство. За ментора рада на дисертацији предлаже се проф. др Иван Костић, редовни професор на Катедри за Ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду.

Београд, 16.06.2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Проф. др Иван Костић,
редовни професор Универзитета у Београду, Машински факултет

Проф. др Златко Петровић,
редовни професор Универзитета у Београду, Машински факултет

Проф. др Зоран Стефановић,
редовни професор у пензији Универзитета у Београду, Машински факултет

Проф. др Александар Симоновић,
ванредни професор Универзитета у Београду, Машински факултет

Проф. др Слободан Гвозденовић,
редовни професор Универзитета у Београду, Саобраћајни факултет

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Иван Костић**

Звање: **Редовни професор**

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

1. Иван Костић: *Numerical Evaluation of the Aerodynamic Influence of the Helicopter Composite Blade Trailing Edge Tabs*, Archive of Applied Mechanics - Springer-Verlag, ISSN 0939-1533, (2007) 77: pp. 893-909. (IF за 2007 годину 0,523).
2. Зоран Стефановић, Иван Костић: *Analysis of the Sailplane Final Approaches Performed by Cosine-Law Speed Variations*, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, ISSN 0039-2480, 56(2010)7-8, pp. 436-446, UDC UDK 629.734.33:351814343 (IF за 2009 годину 0,533).
3. Златко Петровић, Слободан Ступар, Иван Костић, Александар Симоновић: *Determination of a Light Helicopter Flight Performance at the Preliminary Design Stage*, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, ISSN 0039-2480, 56(2010)9, pp. 535-543, UDC 533.661:629.01 (IF за 2009 годину 0,533).
4. Александар Симоновић, Иван Костић, Слободан Ступар, Златко Петровић: *Laboratory Tests of a Hybrid Metal-Composite Transport Helicopter Blade Segment*, Experimental Techniques, John Wiley and Sons, ISSN 0732-8818, 32 (2012), pp. 22-32 (IF за 2012 годину 0.378).
5. Иван Костић, Зоран Стефановић, Златко Петровић, Оливера Костић, Abdulhakim Essari: *Hybrid Approach in the Initial Aerodynamic, Stability and Performance Calculations of a Light Airplane*, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, ISSN 1330-3651, 20(2013)4, pp. 605-614 (IF за 2013 годину 0.615).
6. Јелена Сворцан, Слободан Ступар, Драган Комаров, Огњен Пековић, Иван Костић: *Aerodynamic Design and Analysis of a Small-scale Vertical Axis Turbine*, Journal of Mechanical Science and Technology, Springer, ISSN 1738-494X, 27 (8) (2013), pp. 2367-2373 (IF за 2013 годину 0.703).
7. Таха Ahmed Abdullah, Златко Петровић, Зоран Стефановић, Иван Костић, Јован Исаковић: *Two-Dimensional Wind Tunnel Measurement Corrections by the Singularity Method*, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, ISSN 1330-3651, 22(2015)3, pp. 557-565 (IF за 2014 годину 0.579).

8. Бојан Шекутковски, Иван Костић, Зоран Стефановић, Александар Симоновић, Оливера Костић: *A Hybrid Rans-Les Method with Compressible K-Omegasstsas Turbulence Model for High Reynolds Number Flow Applications*, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, ISSN 1330-3651, 22(2015)5, pp. 1237-1245. (IF за 2014 годину 0.579).
9. Бојан Шекутковски, Иван Костић, Александар Симоновић, Philip Cardiff, Владимир Јазаревић: *Three-Dimensional Fluid-Structure Interaction Simulation with a Hybrid RANS-LES Turbulence Model for Applications in Transonic Flow Domain*, Aerospace Science and Technology, Elsevier, ISSN 1270-9638, Ref. AESCTE3496, DOI: 10.1016/j.ast.2015.11.028 (IF за 2014 годину 0.940).
10. Оливера Костић, Зоран Стефановић, Иван Костић: *Comparative CFD Analyses of a 2D Supersonic Nozzle Flow with Jet Tab and Jet Vane*, Tehnički vjesnik – Technical Gazette, ISSN 1330-3651, DOI: 10.17559/TV-20160208145336. (IF за 2014 годину 0.579).

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
