

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1513/4
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)19.10.2017.
(Датум)**ЗАХТЕВ**
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

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

ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ ВЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ ОПЛАТА – УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА
(FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS)

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Ваздухопловство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Engineering Academy Tajoura,
Tripoli3. Година дипломирања: 2001.4. Назив магистарске тезе кандидата: Structural analysis of solid rocket motor propellant grain5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Машински факултет Београд6. Година одбране магистарске тезе: 2006.7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет БеоградОдсек, смер или група: /Година уписа докторских студија: 2013.Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 19.10.2017

размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.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: 1513/4
Датум: 19.10.2017. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Abulgasem Musa Saeed Sghayer**, магист. инж. маш., бр. 1513/1 од 03.07.2017. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Александар Грбовић, ванр. проф., др Александар Седмак, ред. проф., др Драган Милковић, доц., др Катарина Чолић, научни сарадник, И.Ц. М.Ф. Београд и др Гордана Кастратовић, ванр. проф., Саобраћајни факултет Београд, број 1513/3 од 18.10.2017. 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 факултета (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 19.10.2017. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER**, магист. инж. маш. испуњава услове за израду докторске дисертације «ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ БЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ ОПЛАТА-УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА (FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS)».

За ментора студенту **Abulgasem Musa Saeed Sghayer**, именује се др Александар Грбовић, ванр. 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 **Абулгасима Мусе Саида Сгајера** (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш. за израду докторске дисертације

Одлуком Научно-наставног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 1513/2 од 31.08.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: **ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ ВЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ ОПЛАТА-УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА (FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS).**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Абулгасим Муса Саид Сгајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) рођен је 30.11.1977. у Јефрену (Yefren) у Либији, где је завршио основну и средњу школу у периоду 1983-1995.

Школске 1996/97 уписао је, а 2001. године завршио мастер студије на *Инжењерској академији* у Таџури, Либија (*Academy of engineering – Tajoura*), да би магистарске студије уписао 2004. и исте завршио 2006. на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписује школске 2013/2014. године где полаже све испите предвиђене Планом усавршавања. На основу научно-истраживачког рада током докторских студија објављује 2 рада: рад у међународном часопису (категорија М23) и рад у часопису међународног значаја верификованим посебном одлуком (М24).

Абулгасим Муса Саид Сгајер поседује вишегодишње радно искуство. У периоду од 2001. године до 2013. године био је запослен као машински инжењер у *Истраживачко-развојном центру* са седиштем у Триполију (Research and Development Center, Tripoli). Ожењен је и отац је двоје деце.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Абулгасим Муса Саид Стајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) уписао је прву годину Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2013/14. године, да би већ наредне школске године уписао другу годину студија. У складу са Планом усавршавања положио је следеће испите:

Р. бр.	Назив предмета	Предметни наставник	Оцена
1	Изабрана поглавља механике флуида	Проф. Др Зоран Стефановић	9 (девет)
2	Напредне нумеричке методе	Проф. Др Златко Петровић	10 (десет)
3	Основе механике композитних материјала	Проф. Др. Игор Балаћ	9 (девет)
4	Статистичка контрола процеса	Проф. Др Бојан Бабић	9 (девет)
5	Пројектовање ваздухопловних конструкција	Проф. Др Александар Грбовић	10 (десет)
6	Планирање, спровођење и контрола пројеката	Проф. Др Бојан Бабић	9 (девет)
7	Пројектовање помоћу рачунара	Проф. Др Александар Грбовић	10 (десет)
8	Интегритет конструкција	Проф. Др Александар Седмак	9 (девет)
9	Метода коначних елемената у примени	Проф. Др Александар Грбовић	9 (девет)
10	Истраживање и публиковање 1	Проф. Др Игор Балаћ	10 (десет)
11	Истраживање и публиковање 2	Проф. Др Игор Балаћ	10 (десет)
12	Истраживање и публиковање 3	Проф. Др Зоран Радаковић	10 (десет)
13	Истраживање и публиковање 4	Проф. Др Зоран Радаковић	10 (десет)
14	Пројекат идеје докторске дисертације	Проф. Др Александар Грбовић	10 (десет)

Током Докторских студија, Абулгасим Муса Саид Стајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) је положио 9 изборних предмета од којих сваки вреди по 5 ЕСПБ, чиме је стекао **45 ЕСПБ**. Пројекат идеје докторске дисертације одбранио је пред Комисијом у саставу: проф. др Александар Грбовић – потенцијални ментор, професор др Александар Седмак, доцент др Драган Милковић, научни сарадник др Катарина Чолић и професор др Гордана Кастратовић, Саобраћајни факултет, Универзитета у Београду, чиме је стекао још **22 ЕСПБ**. Поред тога, истраживачким радом евалуираним кроз предмете Истраживање и публиковање 1-4 кандидат је стекао још **53 ЕСПБ**, тако да је, у складу са правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Абулгасим Муса Саид Стајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) остварио укупно **120 ЕСПБ** уз просечну оцену од 9,57.

Као резултат истраживања, кандидат је објавио 2 рада у часописима:

1. Рад у међународном часопису (M23)

Abulgasem Sghayer, Aleksandar Grbović, Aleksandar Sedmak, Mirko Dinulović, Ines Grozdanovic, Simon Sedmak, Blagoj Petrovski: EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS OF FATIGUE CRACK GROWTH IN INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS, Technical Gazette, Vol. 25, No. 3, DOI number: 10.17559/TV-20170308110329.

2. Рад у часопису међународног значаја верификованим посебном одлуком (M24)

Abulgasem Sghayer, Aleksandar Grbović, Aleksandar Sedmak, Mirko Dinulović, Elisaveta Doncheva, Blagoj Petrovski: FATIGUE LIFE ANALYSIS OF THE INTEGRAL SKIN-STRINGER PANEL USING XFEM, Structural Integrity and Life, Vol.17, No.1, 2017, pp.7–10, ISSN 1451-3749.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Током својих досадашњих истраживачких активности Абулгасим Муса Саид Сгајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш. је испољио нарочиту склоност и велико интересовање за научно истраживачки рад. Научни радови публиковани у међународним часописима указују на смисао кандидата за бављење теоријским и експерименталним истраживањима.

Досадашња истраживања и објављени радови кандидата припадају ужој научној области ваздухопловство, и то проблематици замора ваздухопловних конструкција, и у потпуности су повезани са научном облашћу којој припада предложена тема докторске дисертације.

Досадашњи рад и истраживања, као и исказани смисао за научно истраживачки рад квалификују кандидата Абулгасима Мусу Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) за успешан и ефикасан самосталан рад на предложеној докторској дисертацији.

2. Предмет и циљ истраживања

Адекватно дизајнирана носећа ваздухопловна структура подразумева економичну структуру минималне масе, која врши функцију за коју је пројектована током читавог предвиђеног радног века. Ово се превасходно односи на комплексне носеће структуре комерцијалних ваздухоплова чија су крила и трупови састављени од оплате, уздужника, ребара и оквира, а који су, углавном, повезани закивцима, при чему су овакви спојеви подвргнути великим оптерећењима која су последица спољашњих и унутрашњих сила (пресуризација трупа, на пример) .

Појава и раст заморних прслина код оваквих структура се анализира дуги низ година с обзиром да су оне у експлоатацији још од четрдесетих година прошлог века, те се значајнија побољшања у технологији закиваних веза са аспекта продужетка радног века трупа авиона тешко могу очекивати.

Са друге стране, развојем нових техника заваривања, као што је ласерско заваривање (LBW – laser beam welding), омогућено је креирање интегралних структура оплата-уздужници, чиме се значајно смањује примена спојева са закивцима [1]. Ове интегралне структуре код којих се оплата и уздужници понашају као једна, континуална структура, омогућавају побољшања са аспекта продужетка радног века авиона, иако генерално могу бити лошија кад је у питању третирање оштећења. У поређењу са конвенционалним носећим ваздухопловним структурама са закивцима, интегралне структуре оплата-уздужници су

лакше, јефтиније, а и њихова контрола је једноставнија. На њима је далеко мање отвора који могу под оптерећењем да стварају локалне концентрације напона, па је и појава заморних прслина мање вероватна.

Треба нагласити да су усавршавања напредних техника заваривања, укључујући и ласерско заваривање, довела до додатног смањења масе конструкција и производне цене [2]-[5], а што је успешно искоришћено у производњи закривљених интегралних оплата-уздужних панела за различите типове цивилних ваздухоплова у Европи, при чему се разматра њихова употреба и код сучељних спојева на конструкцијама трупа и крила [6]-[7].

Упркос многим предностима, спојеви остварени ласерским заваривањем могу садржати несавршености као што су зарези или рупице које могу значајно да утичу на заморни век. Без обзира на све предострожности, прслине се могу појавити и код интегралних структура, смањујући им крутост и носивост. Поуздана експлоатација трупа који је изложен пресуризацији, на пример, остварује се пројектовањем заснованим на принципу толеранције оштећења (*fail safe design*) који се базира на претпоставци да замор, корозија или било која друга појава могу изазвати раст прслине током експлоатационог века, али под условом да остатак структуре може да издржи оптерећења без отказа или структуралне деформације до детекције оштећења. Када је труп авиона у питању, најчешће се јављају два типа оштећења: уздужне прслине (узроковане обимним напонима који су последица пресуризације трупа) и обимне прслине (узроковане напонима од вертикалног савијања трупа [8]). Критични параметар при пројектовању толерисаног оштећења у случају пресуризације трупа је способност предвиђања брзине раста заморних прслина под дејством познатог оптерећења.

Брзина раста прслина зависи од фактора интензитета напона (ФИН) који се означава словом K . ФИН је један од основних параметара механике лома који дефинише поље напона у близини врха прслине. Постоји пуно различитих нумеричких метода и техника за израчунавање његових вредности [9]. На основу познатих вредности фактора интензитета за различите вредности дужина прслине a , коришћењем односа између da/dN (брзине раста прслине) и K дефинисаног познатом Парисовом функцијом $\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^n$, где су C и n константе материјала, могуће је доћи до процене брзине раста прслине у структури.

Значајан напредак у моделовању прслина и њиховог ширења кроз структуре сложених облика остварен је последњих година применом *проширене методе коначних елемената* (ПМКЕ) која омогућује представљање дисконтинуитета (прслине) независно од мреже коначних елемената, коришћењем својства познатог под именом *partition of unity* (PU). PU својство, које су први означили Меленк и Бабушка [10], базира се на чињеници да је збир интерполационих функција коначног елемента једнак јединици, па се додатне функције (обично означене као *функције побољшања*) могу „уграђивати“ у апроксимацију померања све док је PU својство задовољено, тј. док је $\sum N_i(x) = 1$ за свако x ($N_i(x)$ су функције облика коначног елемента). Проширена метода коначних елемената користи функције побољшања као средство приказивања свих дисконтинуалних понашања променљивих поља, као што су напони на додирима различитих материјала или померања дуж прслина.

За моделовање прслина у ПМКЕ прекидна функција (Хевисајдова одскочна функција) и линеарно еластична асимптотска поља померања у области око врха прслине користе се у сврху узимања дисконтинуитета у обзир. Овим нестаје потреба за генерисањем нове мреже након сваког корака ширења (што је основни недостатак класичне МКЕ) и омогућава се да домен буде моделован коначним елементима без експлицитног генерисања мреже на површини прслине. Локација дисконтинуитета сада може бити произвољна, тј. прслина се може поставити на било ком делу сложене тродимензионалне геометрије компоненте или склопа који се проучава. ПМКЕ се показала веома моћном и прецизном у анализи раста појединачних прслина [11].

Имајући у виду све наведено, а посебно чињеницу да интегрални панели оплата-уздужници још увек представљају новину у пројектовању цивилних ваздухоплова, па самим тим и њихов радни век у случају појаве оштећења још није довољно изучен, *предмет*

проучавања ове дисертације биће понашање заморних прслина на интегралним оплата-уздужници панелима као носећим ваздухопловним елементима применом нумеричких метода (ПМКЕ), а у сврху одређивања вредности фактора интензитета напона неопходних за процену заморног века структуре. Пажња ће у дисертацији прво бити посвећена верификацији проширене методе коначних елемената која ће се одвијати на два паралелна колосека: један ће бити поређење нумеричких вредности ФИН-а са вредностима добијеним у експерименту са једноставном геометријом (танка равна алуминијумска плоча са иницијалном прслином на средини), док ће други бити поређење са вредностима из NASA-ине базе података у оквиру програма NASGRO. На основу добијених вредности фактора интензитета напона прорачунаваће се заморни радни век танке плоче који ће, потом, бити упоређиван са експерименталним резултатима [12].

Након верификације једноставног модела приступиће се изради сложенијег нумеричког модела којим ће се симулирати понашање интегралног панела (којег чине алуминијумска оплата димензија 1200 x 760 x 2,6 мм и четири L уздужника димензија 38 x 22 x 1,8 мм) у присуству прслине инициране на средини између два централна уздужника. Прслина ће бити ширена применом динамичког оптерећења које ће у потпуности одговарати оптерећењу примењеном у експерименту да би се добијене вредности ФИН-ова и броја циклуса могле поредити. Очекује се да ће се иницијална прслина у једном тренутку (када дође до оближњих уздужника) поделити на више мањих, па ће се паралелно пратити и њихов раст док не дође до потпуног лома панела. Пажња ће, потом, бити усмерена на интегралне панеле истих димензија на којима поред уздужника постоје и ојачања (у виду тзв. клипова) постављена непосредно поред иницијалне прслине, паралелно са правцем ширења исте. Проучаваће се вредности фактора интензитета напона добијене помоћу ПМКЕ у сврху одређивања утицаја ојачања на успорење раста прслине, при чему ће и овог пута верификација резултата бити спроведена поређењем са вредностима добијеним експериментално.

Коначно, након дефинитивне верификације нумеричког модела он ће бити коришћен за одређивање утицаја карактеристика интегралних ваздухопловних панела (димензије, дебљина, тип материјала и облик ојачања) на заморни век у случају појаве оштећења.

На основу свега напред реченог *основни циљ истраживања* која ће се спровести у оквиру рада на тези јесте *процена поузданог (fail safe) заморног века на основу одређених брзина раста прслина на тродимензионалним моделима интегралних оплата-уздужници панела* израђених од легура алуминијума, материјала најчешће коришћеног у ваздухопловним применама. *Очекивани резултат дисертације је развој оригиналних нумеричких модела* помоћу којих би се, на основу дефинисаних параметара механике лома, могле добити *реалистичне процене брзине раста на реалним ваздухопловним интегралним оплата-уздужници структурама* (као што су интегрални труп или крило авиона). Очекује се и да ће дисертација допринети да овако развијени модели, уз модификације и прилагођавања конкретној геометрији, постану незаобилазни фактор у предвиђању заморног понашања интегралних структура, будући да се оне све више користе у ваздухопловним применама где су захтеви по питању отпорности на лом услед замора веома високи.

Литература

[1] Munroe J., Wilkins K., and Gruber M., Integral Airframe Structures (IAS) - Validated Feasibility Study of Integrally Stiffened Metallic Fuselage Panels for Reducing Manufacturing Costs, NASA/CR-2000-209337, May 2000.

[2] A. Živković, A. Đurđević, A. Sedmak, S. Tadić, I. Jovanović, Đ. Đurđević, K. Zammit, [Friction Stir Welding of Aluminium Alloys – T Joints](#), Structural Integrity and Life, Vol. 15, No. 3, 2015, str. 181–186.

- [3] Danijela Živojinović, Miodrag Arsić, Aleksandar Sedmak, Snežana Kirin, Radoljub Tomić, Practical aspects of fail-safe design – calculation of fatigue life of cracked thin-walled structures, Technical Gazette, Vol. 18, No. 4, p. 609-617, 2011
- [4] Bayraktar F. S., Analysis of Residual Stress and Fatigue Crack Propagation Behaviour in Laser Welded Aerospace Aluminium T-joints, PhD thesis, Technischen Universität Hamburg-Harburg, 2011.
- [5] Lefebvre F., Sinclair I., Micromechanical Aspects of Fatigue in MIG Welded Aluminium Airframe Alloy, Part 2: Short Fatigue Crack Behaviour, Materials Science and Engineering, A 407 pp. 265-272, 2005.
- [6] Proceeding of the GKSS/TWI Workshop on Friction Stir Welding, GKSS Research Center, Geesthacht, Germany, 3rd May 1999.
- [7] Braun R., Dalle-Donne C., Staniek G., Laser Beam and Friction Stir Welding of 6013-T6 Aluminium Alloy Sheet, Material-wissenschaft und Werkstofftechnik, Vol. 31, pp. 1017–1026, 2000.
- [8] Venkatesha B.K., Suresh B.S., Girish K.E., Analytical Evaluation of Fatigue Crack Arrest Capability in Fuselage of Large Transport Aircraft, International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering, Vol.1, Issue 1, pp. 13-22, 2012.
- [9] Hellen T.K., The finite element calculations of stress intensity factors using energy techniques, 2nd International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Paper G5/3, Berlin, 1973.
- [10] Babuska I., Melenk J. M., The partition of unity method, Int. J. Numer. Meth. Eng., 40, pp. 727-758, 1998.
- [11] Grbović A., Investigation of fatigue life in superalloys structural components, PhD Thesis (in Serbian), Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia, 2012.
- [12] Koçak M., Petrovski B., Palm V. F., Kocik R., Syassen F., Damage Tolerance Analysis of Laser Beam Welded Short Distance Clip Welds using 4-Stringer Flat Panels, European Workshop on Short Distance WELding Concepts for AIRframes - WEL-AIR, GKSS Research Center, Geesthacht (Hamburg) – Germany, 13 - 15 June 2007.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе, до којих се дошло на основу прегледа литературе и сопственог искуства, јесу:

1. Интегрални панели оплата-уздужници панелима – са и без додатних ојачања у виду клипова постављених у правцу раста прслине – још увек представљају новину у пројектовању цивилних ваздухоплова, па самим тим и њихов радни век у случају појаве оштећења још није довољно изучен.
2. Без обзира на све предострожности, заморне прслине се могу појавити и код интегралних структура, смањујући им крутост и носивост.
3. Експериментална истраживања могу доста верно да симулирају реалне услове експлоатације, док нумеричке методе могу, пак, доста успешно да симулирају и експеримент и реалне услове. У конкретном случају, претпоставка је да се раст и ширење прслина на интегралним оплата-уздужници панелима могу анализирати применом проширене методе коначних елемената са задовољавајућом тачношћу.
4. Нумерички експерименти могу пружити корисне информације и представити добру основу за даља разматрања или експериментална истраживања., али једино комбинована

експериментална и нумеричка истраживања могу да пруже комплетну слику понашања заморних прслина у интегралним оплата-уздужници панелима израђеним од легура алуминијума.

4. Научне методе истраживања

За потребе овог истраживања предлажу се следећи приступ и методологија:

1. Преглед, селекција и систематизација научних сазнања као и остварених резултата из предметне области дисертације, на основу којих би се индуктивним методама извели неки општи закључци који се тичу постојећих приступа одређивању фактора интензитета напона у случајевима прслина на равним панелима са и без ојачања у виду уздужника, при чему је веза између оплате и уздужника остварена закивцима и ласерским заваривањем.
2. Разматрани проблем потребно је једноставно описати (методе дескрипције), а потом извршити дефинисање нумеричких модела и спровођење нумеричких прорачуна и симулација, при чему је поступак нумеричког испитивања потребно рашчланити на подсистеме и њих појединачно решити што ће бити извршено методама анализе и синтезе. Овде би посебан акценат био стављен на проширену методу коначних елемената (ПМКЕ), чија се примена изводи у оквиру програмских пакета Abaqus и Morfeo for Abaqus.
3. Верификација и потврђивање резултата добијених применом ПМКЕ поређењем са резултатима добијених методом граничних елемената у програму NASGRO као и са резултатима добијеним експериментално (метод компарације).
4. Анализа података и давање предлога модификације развијених модела на основу претходно добијених резултата са циљем развијања брзе и ефикасне методологије симулирања понашања реалних носећих ваздухопловних структура у присуству заморних прслина како би се они могли применити и на друге структуре и у другим научно-истраживачким областима, као и примарно истицање њихове практичне примене и имплементације у процесе развоја и производње.

Претпоставља се да су предложене методе потребне и довољне да се јасно и темељно представи и анализира проблем понашања и ширења прслина у интегралним оплата-уздужници панелима у циљу поуздане процене заморног века истих.

5. Очекивани научни допринос

Током рада на тези очекује се да ће кандидат дати следећи научни допринос:

1. Предлог методологије одређивања фактора интензитета напона и, консеквентно, заморног радног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела базиране на геометријским карактеристикама панела и постојању или непостојању ојачања чија је улога успорење брзине раста прслине.
2. Унапређења геометрије (конструктивних решења) у смислу продужетка радног века реалних носећих ваздухопловних структура.
3. Унапређење инжењерске праксе и понуде нових оквира у развојним и производним процесима кроз потврду успешне примене проширене методе коначних елемената, (верификоване на бази поређења са резултатима добијеним експериментима), у тродимензионалним симулацијама ширења прслина и заморног понашања, и то не само код интегралних оплата-уздужници панела, него и код других интегралних структура, које ће у будућности све више и више бити главни носећи делови ваздухопловних конструкција.

6. План истраживања и структура рада

1. Преглед и систематизација литературе из предметне области дисертације везане за претходна истраживања.
2. Одређивање фактора интензитета напона прслине која се шири на равном панелу (танка алуминијумска плоча) без ојачања оптерећеном на затезање помоћу ПМКЕ у циљу верификације проширене методе коначних елемената.
3. Анализа понашања и ширења прслине као и прорачун фактора интензитета напона за случај равног интегралног оплата-уздужници панела од различитих легура алуминијума (6156Т6, 2139Т8, 6156Т4) применом ПМКЕ, а затим и прорачун заморног радног века истог.
4. Анализа применом ПМКЕ понашања и ширења прслине, као и прорачун фактора интензитета напона у случају алуминијумског интегралног оплата-уздужници панела ојачаног клиповима постављеним паралелно са правцем ширења прслине, а затим и прорачун заморног радног века истог панела.
5. Анализа утицаја додатних ојачања у виду клипова на вредности фактора интензитета напона и на дужину заморног радног века
6. Анализа и поређење нумеричких и експерименталних резултата.
7. Анализа – коришћењем развијеног нумеричког модела – утицаја карактеристика интегралних ваздухопловних панела (димензије, дебљина, тип материјала и облик ојачања) на њихов заморни век у случају појаве оштећења.

Основна структура рада би требала да, поред уводног дела, где би био дат преглед одговарајуће литературе, садржи и поглавља која би била посвећена: дефинисању и систематизацији места и узрока настанка прслина на авионским компонентама, са посебним освртом на главне носеће структуре као што су крило и труп; прегледу различитих начина одређивања заморног века авионских конструкција као и представљању основних параметара линеарно-еластичне механике лома неопходних за прорачун заморног века; представљању изабране нумеричке методе и одговарајућег софтвера у оквиру којег ће се вршити симулације као и анализу нумеричких резултата; анализу експерименталних резултата који ће послужити за верификацију нумеричких модела; поређењу резултата нумеричких симулација – где је то могуће – са резултатима добијеним помоћу методе граничних елемената у програму NASGRO који садржи велику NASA-ину базу података заморних карактеристика материјала; анализу утицаја карактеристика интегралних ваздухопловних панела (димензија, дебљине, типа материјала и облика ојачања) на заморни век панела у случају појаве оштећења; и, коначно, поглавље које би садржало финална разматрања и закључке.

7. Закључак и предлог

На основу изложене анализе пријаве теме докторске дисертације кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) маг. инж. маш., Комисија за оцену подобности и научне заснованости теме закључује да је предложена тема актуелна и научно заснована. Кандидат Абулгасим Муса Саид Сгајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) испуњава све Законом и Статутом Машинског факултета предвиђене услове и има способности за рад на докторској дисертацији.

На основу свега горе наведеног Комисија предлаже Научно-наставном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату

**маст. инж. маш. Абулгасиму Муси Саиду Сгајеру
(Abulgasem Musa Saeed Sghayer)**

одобри израда докторске дисертације са темом:

**ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ ВЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ
ОПЛАТА-УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА**

(*FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS*)

у научној области Машинство – ужа научна област Ваздухопловство, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора током израде предметне дисертације предлаже се др Александар Грбовић, ванредни професор на Катедри за Ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду.

Београд, 04.10.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Александар Грбовић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
Др Александар Седмак, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
Др Драган Милковић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
Др Катарина Чолић, научни сарадник
Иновациони центар Машинског факултета у
Београду

.....
Др Гордана Кастратовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: _____Александар Грбовић_____
Звање: _____ванредни професор_____

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

1. **Grbovic Aleksandar M**, Rasuo Bosko P, FEM based fatigue crack growth predictions for spar of light aircraft under variable amplitude loading, ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2012), vol. 26 br. , str. 50-64, ISSN 1350-6307, **impact factor 1.676**
2. Kastratovic Gordana M, **Grbovic Aleksandar M**, Vidanovic Nenad D, Approximate method for stress intensity factors determination in case of multiple site damage, APPLIED MATHEMATICAL MODELLING, (2015), vol. 39 br. 19, str. 6050-6059, ISSN 0307-904X, **impact factor 2.350**
3. Djurdjevic Andrijana A, Zivojinovic Danijela, **Grbovic Aleksandar M**, Sedmak Aleksandar S, Rakin Marko P, Dascau Horia, Kirin Snezana D, Numerical simulation of fatigue crack propagation in friction stir welded joint made of Al 2024-T351 alloy, ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2015), vol. 58 br. , str. 477-484, ISSN 1350-6307, **impact factor 1.676**
4. Rasuo Bosko P, Dinulovic Mirko R, Veg Aleksandar, **Grbovic Aleksandar M**, Bengin Aleksandar C, Harmonization of new wind turbine rotor blades development process: A review, RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, (2014), vol. 39 br. , str. 874-882, ISSN 1364-0321, **impact factor 8.050**
5. Glisic Mirko V, Stamenkovic Dragoslav S, **Grbovic Aleksandar M**, Todorovic Aleksandar J, Markovic Aleksa, Trifkovic Branka V, Analysis of load distribution in tooth-implant supported fixed partial dentures by the use of resilient abutment, SRPSKI ARHIV ZA CELOKUPNO LEKARSTVO, (2016), vol. 144 br. 3-4, str. 188-195, ISSN 0370-8179, **impact factor 0.253**

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
