

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Образац 1.

754/5
(Број захтева)

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

22.05.2014..
(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 ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА ДО ПОЈАВЕ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Ваздухопловство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: МИРКО (Стеван) МАКСИМОВИЋ

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд

3. Година дипломирања: 2008.

4. Назив магистарске тезе кандидата: _____

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: _____ /

6. Година одбране магистарске тезе: _____ /

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

Одсек, смер или група: _____ /

Година уписа докторских студија: 2009.

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

на седници одржаној 22.05.2014.
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

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: 754/4
Датум: 22.05.2014.
Београд, Краљице Марије 16

На захтев Мирка Максимовића, дипл.инж.маш., бр. 544/1 од 13.03.2014. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Слободан Ступар, проф.др Александар Симоновић и проф.др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет Београд, број 754/3 од 19.05.2014. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању и чл. 30 Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 22.05.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«ПРОЦЕНА ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА ДО ПОЈАВЕ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА»** докторанта **МИРКА МАКСИМОВИЋА**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту Мирку Максимовићу, именује се **проф.др Слободан Ступар**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: Извештај о подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације кандидата Мирка Максимовића, дипл. инж. маш. студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду.

На основу захтева за одобрење теме докторске дисертације ПРОЦЕНА ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА ДО ПОЈАВЕ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА бр. 544/1 од 13.03.2014 год. који је поднео Мирко С. Максимовић, дипл. инж. маш, студент докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса D31/09, Сагласности Катедре за ваздухопловство бр. 754/1 од 03.04.2014 и Одлуке Наставно-научног већа бр. 754/2 од 24.04.2014 о прихватању предложене теме, формирана је Комисија за подношење извештаја о прихватању теме у саставу:

1. проф. др Слободан Ступар,
2. проф. др Александар Симоновић,
3. проф. др Слободан Гвозденовић.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија у наведеном саставу подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

о подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације под насловом

**„ПРОЦЕНА ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА ДО
ПОЈАВЕ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА“**

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Биографски подаци

Кандидат Мирко С. Максимовић рођен је 06. маја 1981. године у Београду, Србија. Основну школу похађао је у Београду. Матурирао је на природно-математичком смеру Девете београдске гимназије. Машински факултет Универзитета у Београду уписао је школске 2000/2001. године. На истом Факултету дипломирао је у јуну 2008. године на смеру за Ваздухопловство одбраном дипломског рада под називом „Анализа чврстоће носне ноге лаког школског авиона“. Школске 2009/10. године уписао је докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Од новембра 2008. године запослен је у ЈКП „Београдски водовод и канализација“ у Сектору електромашинских постројења.

Кандидат течно говори енглески језик и служи се француским језиком. Кандидат поседује искуство у програмирању и коришћењу инжењерских софтверских пакета за пројектовање и процену века елемената конструкција.

1.2 Стечено научноистраживачко искуство

У оквиру докторских студија на Машинском факултету у Београду Мирко Максимовић положио је предмете: Виши курс математике, Нумеричке методе, ОМНИР и комуникација, Наука о материјалима и инжењерство, Одабрана поглавља из механике, Интегритет и век конструкција, Оптимизација ваздухопловних конструкција, Замор и процена века ваздухопловних конструкција, Нумеричке анализе структура, Истраживање и публиковање (лабораторија) 1-4 са укупном просечном оценом 9,76. Кандидат је успешно урадио и одбранио Пројекат о идеји докторске дисертације у складу са Правилником за докторске студије Машинског факултета.

Ред. бр. предмета	Назив предмета	Предметни наставник	Година студија (ЕСПБ)				Оцена испита
			1. година		2. година		
			I(11)	II (12)	III (13)	IV(14)	
1	Виши курс математике	проф. др Стојан Раденовић	5				10 (десет)
2	Нумеричке методе	проф. др Миодраг Спалевић	5				8 (осам)
3	ОМНИР и комуникација	проф. др Милош Недељковић	5				10 (десет)
4	Наука о материјалима и инжењерство	проф. др Радица Прокић	5				10 (десет)
5	Одабрана поглавља из механике	проф. др Вукман Човић		5			9 (девет)
6	Интегритет и век конструкција	проф. др Зоран Радаковић		5			10 (десет)
7	Оптимизација ваздухопловних констр.	проф. др Александар Симоновић		5			10 (десет)
8	Замор и процена века ваздухопл. констр.	проф. др Слободан Ступар			5		10 (десет)
9	Нумеричке анализе структура	проф. др Александар Симоновић			5		10 (десет)
10	Истраживање и публиковање 1 (Лабораторија 1)	проф. др Слободан Ступар	10				10 (десет)
11	Истраживање и публиковање 2 (Лабораторија 2)	проф. др Слободан Ступар		15			10 (десет)
12	Истраживање и публиковање 3 (Лабораторија 3)	проф. др Слободан Ступар			20		10 (десет)
13	Истраживање и публиковање 4 (Лабораторија 4)	проф. др Слободан Ступар				25	10 (десет)

Списак радова и пројеката и вези са темом докторске дисертације

1.2.1 Радови у међународном часопису (M21)

1. Максимовић С., Козић М., Штетић-Козић С., Максимовић К., Васовић И., **Максимовић М.**, DETERMINATION OF LOAD DISTRIBUTIONS ON MAIN HELICOPTER ROTOR BLADES AND STRENGTH ANALYSIS OF ITS STRUCTURAL COMPONENTS. Journal of Aerospace Engineering, doi:10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000301, Posted ahead of print 23 Nov **2012**.

1.2.2 Радови у међународном часопису (M23)

2. **Maksimović M.**, Nikolić V., Maksimović K., Stupar. S. DAMAGE TOLERANCE ANALYSIS OF STRUCTURAL COMPONENTS UNDER GENERAL LOAD SPECTRUM. Tehnički vjesnik/Technical Gazette, Vol. 19 No. 4, pp. 931-938, **2012**.
3. Stašević M., Maksimović S., Gerić K., Burzić Z., **Maksimović M.**, Fatigue Crack Growth Prediction from Low Cycle Fatigue Properties, Strojarstvo, 53 (3) 171-178, **2011**.
4. Ilić I., Petrović Z., **Maksimović M.**, Stupar S., Stamenković D., COMPUTATION METHOD IN FAILURE ANALYSIS OF MECHANICAL FASTENED JOINTS AT LAYERED COMPOSITES, Strojnski vestnik- Journal of Mechanical Engineering, 58 (**2012**) 9, pp. 553-559.

1.2.3 Радови саопштени на скуповима међународног значаја, штампани у целини (M33)

5. Maksimović S., Vasović I., **Maksimović M.**, Đurić M.; RESIDUAL LIFE ESTIMATION OF DAMAGED STRUCTURAL COMPONENTS USING LOW-CYCLE FATIGUE PROPERTIES; Third Serbian (28th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics Vlasina lake, Serbia, 5-8 July 2011; Serbian Society of Mechanics, Belgrade; **2011**; pp 605 – 617
6. Максимовић С., Блажић М., Васовић И., Ђурић М., STRENGTH ANALYSIS OF AIRCRAFT STRUCTURES WITH RESPECTS TO FATIGUE, 5. Научно-стручни скуп са међународним учешћем из области одбрамбених технологија, OTEX **2012**, Војнотехнички институт, Београд, Србија, 18-19. октобар, 2012.
7. Stevan Maksimović, Ivana Vasović, **Mirko Maksimović**; SOME ASPECTS TO DESIGN OF AIRCRAFT STRUCTURES WITH RESPECTS TO FATIGUE AND FRACTURE MECHANICS; 10 Anniversary International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology; Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka; ISBN:978-99938-39-36-1; **2011**; pp 191 – 201.
8. S. Maksimović, I. Vasovic, **M. Maksimovic**, M. Djuric; COMPUTATION METHODS AND SOFTWARE IN FATIGUE LIFE ESTIMATIONS OF STRUCTURAL COMPONENTS UNDER GENERAL LOAD SPECTRUM; ICDM - First International Conference on Damage Mechanics , Belgrade, Serbia; June 25- 27 **2012**. pp 213- 216. Editors: Chi L. Chow, J. Woody Ju and Dragoslav Šumarac, Belgrade, Serbia, 2012; 237-40. ISBN 978-86-86115-09-6 (SCE) ISBN 978-86-7518-153-8 (FCE)
9. C. Dolicanin, K. Maksimovic, V. Nikolic-Stanojevic, **M. Maksimovic**; NUMERICAL SIMULATION OF DAMAGE IN THE THIN PLATES; In: Proceedings of the First International Conference on Damage Mechanics - ICDM 1, Belgrade, Serbia; June 25-

- 27, **2012**. pp 109-112, Editors: Chi L. Chow, J. Woody Ju and Dragoslav Šumarac, Belgrade, Serbia, 2012; str. 237-40. ISBN 978-86-86115-09-6 (SCE) ISBN 978-86-7518-153-8 (FCE)
10. Marina Kutin, Ivana Vasovic, **Mirko Maksimovic**, Marko Ristic; PREDICTION OF RESIDUAL LIFE ASSESMENT USING THERMOGRAPHY AND CRACK GROWTH ANALYSIS; International Conference on Mechatronics and Applied Mechanics, MECHATRONICS AND APPLIED MECHANICS, PTS 1 AND 2, (2012), vol. 157-158 br. , str. 202-209

1.2.4 Научни радови у водећим часописима националног значаја (M51)

11. Marija Blažić, **Mirko Maksimović**, Ivana Vasović, Yasmina Assoul; STRESS INTENSITY FACTORS FOR ELLIPTICAL SURFACE CRACKS IN ROUND BARS AND RESIDUAL LIFE ESTIMATION; Scientific Technical Review; Vojnotehnički institut Beograd; ISSN: 1820-0206; UDK: 539.42:620.191.3; **2011**; pp 63 – 67.
12. Ivana Vasović, **Mirko Maksimović**, Mirjana Puharić, Dušan Matić, Suzana Linić; STRUCTURAL ANALYSIS OF AERODYNAMIC BRAKES IN HIGH-SPEED TRAINS; Scientific Technical Review; Vojnotehnički institut Beograd; ISSN: 1820-0206; UDK: 629.113.6:656.7:519.6; **2011**; pp 10 – 15

1.2.5 Рад у часопису националног значаја M52=1,5

13. Stevan Maksimović, Marija Blažić, **Mirko Maksimović**; DESIGN OF CONSTRUCTIONS WITH RESPECTS TO FATIGUE AND FRACTURE MECHANICS; IIPP Journal; Paper number: 8 (**2010**) 3,184, pp 181-188.

1.2.6 Радови саопштени на скуповима националног значаја, штампани у целини (M63)

14. Stevan Maksimović, **Mirko Maksimović**, Ivana Vasović; NUMERIČKA SIMULACIJA PONAŠANJA I OTKAZA TANKOZIDNIH KONSTRUKCIJA OD VIŠESLOJNIH KOMPOZITNIH MATERIJALA; SAVETOVANJE NAPREDNI MATERIJALI I MOGUĆNOSTI NJIHOVE PRIMENE; Društvo hemičara, tehnologa i metalurga Požarevac i Narodna tehnika Požarevac; ISBN: 978-86-911159-2-0; COBISS.SR-ID 188221964; 2011; pp 21 – 29.
15. Максимовић С., Јанковић Д., **Максимовић М.**, Васовић И., НЕКИ АСПЕКТИ ПРИМЕНЕ И ИСПИТИВАЊА ЧВРСТОЋЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈА ОД КОМПОЗИТНИХ МАТЕРИЈАЛА, Саветовање: Напредни материјали и могућност њихове примене; Друштво хемичара, технолога и металурга Пожаревац и Народна техника Пожаревац; ISBN: 978-86-911159-3-7; COBISS.SR-ID 195003916; **2012**; pp 63 – 76.

Учешће у научноистраживачким пројектима финансираним од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

Од 2010. године ангажован на пројекту Министарства науке, просвете и технолошког развоја - Истраживање и оптимизација технолошких и функционалних перформанси вентилационог млина термоелектране Костолац Б - евиденциони број пројекта TP034028.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Својим досадашњим стручним и истраживачким активностима кандидат је испољио квалитет, заинтересованост и стручност за научни и истраживачки рад у области машинства-ваздухопловства којој припада предложена тема докторске дисертације.

Публиковани радови у часописима и на конференцијама, као и учешће на пројектима, указују на изразит смисао кандидата да се бави како теоријским, тако и сложеним експерименталним истраживањима.

Досадашњи објављени радови и истраживачка делатност кандидата суштински су повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан и ефикасан теоријски и експериментални рад на предложеној теми.

На основу биографских података кандидата, положених испита и одбрањеног пројекта о идеји докторске дисертације на докторским студијама, његових научних и стручних активности, као и објављених радова, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Структура ваздухоплова, било да се ради о војним или цивилним, оквирно се пројектује за номинални век експлоатације од око 20 година. Због високе цене структуре тежња је да се ваздухопловима којима је истекао век употребе исти продужи. Када се ради о пројектовању структуре нових ваздухоплова потребно је, поред прорачуна и димензионисања са аспекта статичке чврстоће, извршити и прорачунске процене захтеваног века експлоатације. Прорачунске процене века елемената ваздухоплова, које су предмет истраживања, базирају се на комбинованој примени:

- (1) експериментално одређених малоциклусних карактеристика материјала,
- (2) структуралне анализе на бази МКЕ,
- (3) одговарајућих релација за процену века при спектру оптерећења i
- (4) нумеричко моделирање утицаја облика спектра оптерећења на век.

Циљ је да се на бази познавања параметара који су наведени у напред наведене утицајним параметрима развије, поред методологије, одговарајући софтвер којим би се могле вршити прорачунске процене века структуре елемената ваздухоплова до појаве иницијалних оштећења под дејством спектра оптерећења. Да би се верификовала развијена методологија прорачунске процене века предвиђа се у оквиру истраживања и експериментална верификација. За ту сврху ће бити извршена испитивања на замор структуралних елемената у присуству извора концентрација.

Такође један од циљева истраживања је да се ова методологија може применити за продужење века употребе појединих елемената структуре и код наших ваздухоплова који су били у експлоатацији преко 20 година као што су то авиони Супер Галеб Г-4 и ОРАО.

Управо предмет докторске дисертације је проучавање, и унаређење постојећих и развој савремених метода у оквиру методологије процене века структуралних елемената ваздухопловних конструкција изложених цикличним оптерећењима константне амплитуде и степенастом спектру оптерећења. Током претходних година значајна истраживања су усмерена на развој нумеричких метода везаних за процену

века сложених конструкција изложених цикличним оптерећењима. Када се ради о ваздухопловним конструкцијама по правилу укупни век структуре подељен је у две фазе и то: (1) до појаве иницијалних оштећења и (2) у присуству иницијалних оштећења у виду прскотина.

Када се ради о виталним елементима ваздухопловних конструкција чији отказ може угрозити безбедност лета, тада се њихово димензионисање примарно базира на анализи понашања структуре до појаве иницијалних оштећења.

У дисертацији ће бити обрађене и дефинисане прорачунске методе/процедуре, што би требало да резултује развојем одговарајућег софтвера за процену века до појаве иницијалних оштећења, примарно код структуралних елемената ваздухопловних конструкција – типа металне конструкције под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и спектра оптерећења. Верификација и валидација успостављених метода/процедура за процену века елемената конструкција до појаве иницијалних оштећења ће бити извршена поређењем са резултатима релевантних и меродавних експеримената.

Ваздухопловне конструкције су током експлоатације изложене дејству цикличних оптерећења како константне амплитуде тако и спектра оптерећења. Спектар оптерећења се по правилу дефинише на бази испитивања у лету или у складу са препорукама за одређене категорије авиона. У оквиру предложеног истраживања примарна пажња је усмерена на успостављање процедура за процену века до појаве иницијалног оштећења код школско-борбених авиона металне (легури дурала) конструкције. За процену века до појаве иницијалних оштећења потребно је дефинисати критичне зоне потенцијалних отказа на конструкцији. Потенцијално критичне зоне елемената и склопова конструкција авиона се одређују применом методе коначних елемената (МКЕ). За ту сврху се користе одговарајући критеријуми за процену века до појаве оштећења попут Coffin-a, Manson-Halforda и других. Исти су базирани на коришћењу експериментално одређених малоциклусних заморних карактеристика материјала.

У оквиру истраживања биће спроведена испитивања на замор структуралних елемената типа дуралне плоче са изворима концентрације (са централним кружним отвором, ивичним полукружним отвором) под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и спектра оптерећења. За исти дурални материјал од кога су изведене плоче са изворима концентрације, експериментално ће бити одређене малоциклусне карактеристике материјала које ће се користити при прорачунским проценама века до појаве иницијалног оштећења.

Комбинацијом МКЕ за анализу напонских стања у спрези са експериментално одређеним малоциклусним карактеристикама материјала на замор ће се извршити прорачунска процена века до појаве иницијалних оштећења. Ова процена се врши у критичној зони елемената конструкције односно у зони максималне концентрације напона.

Процена века до појаве иницијалних оштећења ће се спровести за реални “степености” спектар оптерећења авиона. Овде ће се идентификовати утицај сваког нивоа оптерећења спектра у оквиру блока на укупно оштећење. Ова прорачунска процена ће бити упоређена са сопственим експерименталним резултатима која ће бити спроведена у оквиру ових истраживања.

Истраживање у оквиру израде дисертације треба да пружи подлогу за дефинисање нових или допуну и потврђивање већ постојећих законитости и утицајних фактора у погледу појаве иницијалних оштећења у елементима ваздухопловних конструкција укључивши и процене века под дејством репрезентативног спектра оптерећења.

У складу са предметом, циљеви истраживања у оквиру докторске дисертације су:

- Развој методологије за процену века до појаве иницијалних оштећења елемената ваздухопловних конструкција
- Нумеричко моделирање критичних зона виталних делова ваздухопловних конструкција користећи метод коначних елемената са аспекта појаве иницијалних оштећења
- Развој сопственог софтвера за процену века до појаве иницијалних оштећења под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и степенастог спектра оптерећења
- Експериментално одређивање малоциклусних карактеристика материјала које би се користиле за процену века елемената ваздухопловних конструкција
- Истраживање могућности коришћења метода и софтвера за продужење временског века употребе ваздухоплова у експлоатацији
- Да се применом ових нумеричких метода за процену века веома скупа и дуготрајна експериментална испитивања на замор, сведу на минимум.

Извод из литературе релевантне за предмет истраживања

1. S. Laue, H. Bomas, Spectrum fatigue life assessment of notched specimens based on the initiation and propagation of short cracks, *International Journal of Fatigue*, 28 (2006) 1011–1021,
2. A. Fatemi, Z. Zeng, A. Plaseied, Fatigue behavior and life predictions of notched specimens made of QT and forged microalloyed steels, *International Journal of Fatigue* 26 (2004) 663–672,
3. Taylor D, Wang G., The validation of some methods of notch fatigue analysis, *Fatigue Fracture Engineering Material Structures*, 2000; 23:387–94.
4. Jae-Yong Lim, Seong-Gu Hong, Soon-Bok Lee, Application of local stress–strain approaches in the prediction of fatigue crack initiation life for cyclically non-stabilized and non-Masing steel, *International Journal of Fatigue* 27 (2005) 1653–1660
5. H. Adib, G. Pluvinae, Theoretical and numerical aspects of the volumetric approach for fatigue life prediction in notched components, *International Journal of Fatigue* 25 (2003) 67–76
6. S. Posavljak, K. Maksimović, Initial Fatigue Life Estimation in Aero Engine Discs, *Scientific Technical Review*, 2011, Vol.61, No.1.
7. Bannatine, A.J., Comer, J., Handrock, J., *Fundamentals of Material Fatigue Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1990
8. Qylafku, G., Azari, Z., Kadi, N., Gjonaj, M., and Pluvinae, G., Application of a new model proposal for fatigue life prediction on notches and key-seats, *International Journal of Fatigue*, Vol.21, 1999, pp.
9. Daniel Krzyzak, Tadeusz Łagoda, Fatigue life estimation of notched elements with use of non local volumetric, *Int. J Fatigue*, 61 (2014) pp 59-66.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Предметна истраживања у оквиру ове дисертације су базирана на следећим претпоставкама:

- Понашање материјала елемената конструкција је линеарно еластично и еластопластично.
- Оптерећења су детерминистичка,
- У зонама структуралних елемената са највећим фактором концентрације напона је предпостављена појава иницијалних оштећења под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и спектра оптерећења.
- Појава иницијалних оштећења у елементима конструкција изложених цикличним оптерећењима се предпоставља у зонама концентрације напона.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Поред општих научних метода истраживања, у оквиру истраживања ће се применити нумеричке методе на бази методе коначних елемената, аналитичке методе као и експерименталне методе у оквиру сопствених експерименталних истраживања. Планирана је примена следећих метода:

- Метода анализе понашања на замор зоне елемената ваздухопловних конструкција са највећим фактором концентрације напона као критичних места у којима се очекују иницијална оштећења на основу нумеричких и експерименталних резултата.
- Методе коначних елемената (МКЕ) за потребе анализе напонских стања у поменутих елементима конструкција на бази статичких и малоциклусних заморних карактеристика материјала.
- Нумеричке симулације процене века до појаве иницијалних оштећења на бази заморних малоциклусних карактеристика материјала.
- Емпиријске методе за процену века до појаве иницијалних оштећења у које су укључени и утицаји средњих напона.
- Метода експерименталног одређивања малоциклусних заморних карактеристика материјала (дурал) које ће се затим користити у прорачунским проценама века до појаве иницијалних оштећења
- За конверзију еластичног стања напона у еластопластично стање, код верификационих примера процене века, користиће се Нојберов приступ
- Метода експерименталног одређивања века до појаве иницијалних оштећења код структуралних елемената типа поља опште са отвором оптерећене степенастим спектром оптерећења.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Очекује се да ће реализацијом циљева истраживања бити остварен напредак у погледу развоја и примене поузданих прорачунских метода за прецизну процену века структуралних елемената до појаве иницијалних оштећења у критичним зонама конструкције под дејством степенастог спектра оптерећења репрезентативног за ваздухоплове. С друге стране, развијена методологија и софтвер би требало да буду

ефикасни при идентификацији критичних зона у носећим елементима конструкције чиме би могла бити редукована веома скупа експериментална испитивања. У оквиру истраживања очекују се следећи научни доприноси:

- Успостављен нумерички приступ за моделовање еластопластичног напонског стања у зонама концентрације напона на бази комбинације МКЕ и Нојберовог приступа. За прецизније моделирање еластопластичног понашања материјала ће се користити експериментално одређене, у оквиру овог рада, малоциклусне заморне карактеристике материјала.
- Развој софтвера за процену века до појаве иницијалног оштећења код структуралних елемената са геометријским дисконтинуитетима различитих облика под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и спектра оптерећења.
- Приказ сопствених резултата експерименталног испитивања на структуралним елементима за извором концентрације напона типа: дуралних плоча са централним отвором под дејством спектра оптерећења репрезентативних за школско-борбене авионе за потребе верификације и валидације методе и апликативног софтвера за процену века, развијене у оквиру ове тезе,
- Спровођење експеримената за одређивање малоциклусне карактеристике материјала (дурала) неопходне за моделовање еластопластичног понашања у критичним зонама елемената структуре ваздухоплова.
- Приказ резултати и спровођење експеримената везаних за процену века до појаве иницијалног оштећења за структурални елемент типа поља оплоте са отвором под дејством спектра оптерећења (у облику блокова типа “FALSTAF”) Приказ, верификација и валидација резултата нумеричког моделирања појаве иницијалних оштећења везе крило/труп структуре ваздухоплова применом МКЕ у спрези са цикличним карактеристикама материјала за укључивање ефеката еластопластичног понашања. За верификацију и валидацију ће бити коришћена сопствена експериментална испитивања на замор.
- Дефинисање поуздане прорачунске процедуре за процену века елемената ваздухопловних конструкција кроз поређење резултата нумеричке симулације за процену века и резултата испитивања структуралних елемената на замор при степенастом спектру оптерећења

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Фазе рада у току израде докторске дисертације су следеће:

- Преглед и систематизација нумеричких метода и процедура препоручених у досадашњим радовима и литератури за моделовање понашања елемената конструкција у зонама концентрације напона
- Дефинисање математичког модела и прорачунских процедура за анализу понашања структуралних елемената до појаве иницијалних оштећења структуралних елемената под дејством спектра оптерећења

- Избор и примена одговарајућих аналитичко/емпиријских релација за процену века до појаве иницијалних прскотина у структуралним елементима под дејством цикличних оптерећења константних амплитуда и спектра оптерећења
- Анализа и провера резултата нумеричких процедура, на основу добијених резултата нумеричког моделовања поља напона и померања на бази МКЕ у критичним зонама елемената конструкција као и процене века на бази експериментално одређених малоциклусних заморних карактеристика материјала, добијених у оквиру докторске дисертације
- Експериментално одређивање малоциклусних заморних карактеристика материјала (дурал)
- Испитивање на замор структуралног елемента типа поља оплате са отвором под дејством спектра оптерећења
- Поређење резултата нумеричке симулације за процену века до појаве иницијалних оштећења код структуралног елемента типа поља оплате са отвором под дејством спектра оптерећења са експериментом
- Испитивање структуралног елемента главне везе крило-труп ваздухоплова на замор и поређење са нумеричким симулацијама процене века до појаве иницијалних оштећења
- Закључак

Општа структура рада предложене дисертације:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Експериментално одређивање малоциклусних заморних карактеристика дуралног материјала
4. Формулација процене века елемената до појаве иницијалних оштећења под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде
5. Нумеричке методе процене века елемената до појаве иницијалних оштећења под дејством степенастог спектра оптерећења
6. Поређење нумеричких и експерименталних резултата процене века до појаве оштећења за структуралне елементе са различитим геометријским дисконтинуитетима
7. Испитивање структуралног елемента типа поља оплате са отвором за спектар оптерећења и поређења са нумеричким приступом процене века до појаве иницијалног оштећења
8. Испитивање дела структуре главне везе крило-труп на замор и поређења са нумеричким симулацијом процене века до појаве оштећења
9. Закључак
10. Литература

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализом података из пријаве кандидата **Мирка С. Максимовића**, дипл. инж. маш., Комисија закључује да је предложена тема актуелна и подобна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законом предвиђене услове и да има истраживачке способности за рад на докторској дисертацији.

Имајући у виду све наведено Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

Мирку С. Максимовићу, дипл. инж. маш.

одобри израду докторске дисертације под називом

**„ПРОЦЕНА ВЕКА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА ДО
ПОЈАВЕ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА“**

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

За ментора докторске дисертације предлаже се проф. др Слободан Ступар, редовни професор на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 10.05.2014. год.

Чланови Комисије

Проф. др Слободан Ступар,
Машински факултет Универзитета у Београду

Проф. др Александар Симоновић,
Машински факултет Универзитета у Београду

Проф. др Слободан Гвозденовић
Саобраћајни факултет Универзитета у Београду

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Мирка Максимовића, дипл. инж. маш**, студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса Д31/2009.

Име и презиме ментора: Слободан Ступар

Звање: Редовни професор на Машинском факултету у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Zorić Nemanja, Simonović Aleksandar, Mitrović Zoran, **Stupar Slobodan**. Optimal vibration control of smart composite beams with optimal size and location of piezoelectric sensing and actuation. *JOURNAL OF INTELLIGENT MATERIAL SYSTEMS AND STRUCTURES*, (2013), vol. 24 br. 4, str. 499-526, ISSN 1045-389X, doi: 10.1177/1045389X12463465, IF(2012)= **1.523**
2. Ilić Ivana, Petrović Zlatko, Maksimović Mirko, **Stupar Slobodan**, Stamenković Dragi. Computation Method in Failure Analysis of Mechanically Fastened Joints at Layered Composites. *STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, (2012), vol. 58 br. 9, str. 553-559, ISSN 0039-2480, IF(2012)= **0.883**
3. **Stupar Slobodan**, Isaković Jovan, Komarov Dragan, Simonović Aleksandar, Damljanovic Dijana. Computational and Experimental Investigation Into Subsonic Flow Around a Finned Ogive Cylinder. *TRANSACTIONS OF FAMENA*, (2012), vol. 36 br. 4, str. 97-110, ISSN 1333-1124, IF(2012)= **0.232**
4. Simonović Aleksandar, Kostić Ivan, **Stupar Slobodan**, Petrović Zlatko. Laboratory Tests of a Hybrid Metal-Composite Transport Helicopter Blade Segment. *EXPERIMENTAL TECHNIQUES*, (2012), vol. 36 br. 3, str. 22-32, ISSN 0732-8818, doi:10.1111/j.1747-1567.2011.00708.x, IF(2012)= **0.378**
5. Maksimović Mirko, Nikolić-Stanojević Vera, Maksimović Katarina, **Stupar Slobodan**. Damage Tolerance Analysis of Structural Components Under General Load Spectrum. *TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE*, (2012), vol. 19 br. 4, str. 931-938, ISSN 1330-3651, IF(2012)= **0.601**
6. Komarov Dragan, **Stupar Slobodan**, Simonović Aleksandar, Stanojević Marija. Prospects of wind energy sector development in Serbia with relevant regulatory framework overview. *RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS*, (2012), vol. 16 br. 5, str. 2618-2630, ISSN 1364-0321, doi: 10.1016/j.rser.2012.01.067, IF(2012)=**5.627**
7. Trifković Dragan, **Stupar Slobodan**, Bošnjak Srdjan, Milovančević Milorad, Krstić Branimir, Rajić Zoran, Dunjić Momčilo. Failure analysis of the combat jet aircraft rudder shaft. *ENGINEERING FAILURE ANALYSIS*, (2011), vol. 18 br. 8, str. 1998-2007, ISSN 1350-6307, <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2011.05.017>, IF(2011)=**1.086**

8. Petrović Zlatko, **Stupar Slobodan**, Kostić Ivan, Simonović Aleksandar. Determination of a Light Helicopter Flight Performance at the Preliminary Design Stage. *STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, (2010), vol. 56 br. 9, str. 535-543, ISSN 0039-2480, IF(2010)=**0.466**
9. Stamenković Dragi, Maksimović Katarina, Nikolić-Stanojević Vera, Maksimović Stevan, **Stupar Slobodan**, Vasović Ivana. Fatigue Life Estimation of Notched Structural Components. *STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, (2010), vol. 56 br. 12, str. 846-852, ISSN 0039-2480, IF(2010)=**0.466**
10. Ivanović Ivana, Petrović Zlatko, **Stupar Slobodan**. Helicopter Rotor Blade Shape Optimization Using NURBS for Airfoil Shape Parameterization. *NUMERICAL ANALYSIS AND APPLIED MATHEMATICS, VOLS 1 AND 2*, (2009), vol. 1168 br. , str. 131-134, ISSN 0094-243X

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCle листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCle листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11,M12,M13,M14,M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум 16.05.2014.

М.П.
