

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

958/6
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)03.07.2014.
(Датум)

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

УТИЦАЈ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА НА ПРЕОСТАЛИ ВЕК СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА
ВАЗДУХОПЛОВА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Ваздухопловство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ИВАНА (Војимир) ВАСОВИЋ

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 03.07.2014.
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: 958/5
Датум: 03.07.2014. године
Београд, Краљице Марије 16

На захтев Иване Васовић, дипл.инж.маш., бр. 958/1 од 06.05.2014. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Слободан Ступар, проф.др Александар Симоновић и др Стеван Максимовић, научни саветник ВТИ Београд, број 958/4 од 02.07.2014. 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 03.07.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«УТИЦАЈ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА НА ПРЕОСТАЛИ ВЕК СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА»** докторанта **ИВАНЕ ВАСОВИЋ**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту Ивани Васовић, 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 Иване Васовић, дипл. маш. инж. студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду.

На основу захтева за одобрење теме докторске дисертације АНАЛИЗА УТИЦАЈА ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА НА ПРЕОСТАЛИ ВЕК СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА бр. 958/1 од 06.05.2014 год. који је поднела Ивана В. Васовић, дипл. маш. инж., студент докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса D20/09, Сагласности Катедре за ваздухопловство бр. 958/2 од 17.06.2014 и Одлуке Наставно-научног већа бр. 958/3 од 19.06.2014 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. др Стеван Максимовић, научни саветник.

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

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Основни биографски подаци

Кандидат Ивана В. Васовић рођена је 02. септембра 1982. године у Чачку, Србија. Основну школу похађала је у Чачку. Средњу машинску школу, смер машински техничар за компјутерско конструисање, завршила је у Чачку. Машински факултет Универзитета у Београду уписала је школске 2001/2002. године. На истом Факултету дипломирала је у јуну 2008. године на смеру за Ваздухопловство са просечном оценом 7.82 (седам и 82/100) и оценом 10 за одбрањени дипломски рад „Анализа чврстоће структуре крилца авиона“. Школске 2009/10. године уписала је докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Од децембра 2008. године запослена је у институту Гоша у Београду.

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

1.2 Списак радова и пројеката и вези са темом докторске дисертације

1.2.1 Радови у међународном часопису (M21)

1. Maksimovic S., Kozic M., Stetic-Kozic S., Maksimović K., **Vasović I.**, Maksimovic M. DETERMINATION OF LOAD DISTRIBUTIONS ON MAIN HELICOPTER ROTOR BLADES AND STRENGTH ANALYSIS OF ITS STRUCTURAL COMPONENTS, , Journal of aerospace engineering, <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29AS.1943-5525.0000301?journalCode=jaeerz>
2. **Vasović I.**, Maksimović S., Maksimović K., Stupar S., Bakić G., and Maksimović M.; DETERMINATION OF STRESS INTENSITY FACTORS IN LOW PRESSURE TURBINE ROTOR DISCS; Mathematical Problems in Engineering; <http://www.hindawi.com/journals/mpe/aip/304638/> ; Impact Factor 1.383; Accepted 16 January 2014.

1.2.2 Радови у међународном часопису (M23)

1. **Vasović I.**; „STRENGTH ANALYSIS OF FILAMENTWOUND COMPOSITE TUBES“; Хемијска индустрија, 2010, Вол.64, № 1; UDC 666.188.211:620.1 DOI: 10.2298/HEMIND091221032V; pp 239-245
2. Stamenkovic D, Maksimović Katarina, Nikolić-Stanojević V., Maksimović S., Stupar S., **Vasović I.**; „Fatigue life estimation of notched structural components“, Strojniski vestnik- Journal of Mechanical Engineering 56(2010)12; UDC 629.7:620.178.3; pp 846-852.
3. Stašević M., Maksimović S, Gerić K., Burzić Z., **Vasović I.**; FATIGUE CRACK PROPAGATION MODELS: NUMERICAL AND EXPERIMENTAL COMPARISONS; Journal- Technics Technologies Education Management(TTEM); ISSN 1840-1503; vol.7, No.2, 2012; pp 801-810.
4. **Vasovic I.**, Maksimovic S., Stamenkovic D., Stupar S., Maksimovic M., Bakic G.; FRACTURE MECHANICS ANALYSIS OF DAMAGED TURBINE ROTOR DISCS USING FINITE ELEMENT METHOD; Journal -THERMAL SCIENCE: Year 2013, Vol. 17, Suppl. 1, pp. S107 - S112; ISSN 2334-7163 (online edition); UDC 621; Izdavac -Society of Thermal Engineers of Serbia <http://www.doiserbia.nb.rs/%28A%28p3yLIBM5zwEkAAAAMzkyYzExZDEtZWNIzi00MDMzLTgzYmUtMGM0MmJmN2Y2ODUxN3qTPFxNPBQOsVyPwJlPHrJy3N41%29%29/img/doi/0354-9836/2013%20OnLine-First/0354-98361300176V.pdf>

1.2.3 Радови у међународном часопису (M24)

1. Maksimovic S., Maksimovic K., **Vasovic I.**, Optimal Design of Thin-walled Aircraft Structures Using Two-level Optimization Approach, SCIENTIFIC REVIEW, Series: Scientific and Engineering- Special Issue Nonlinear Dynamics S2 (2013) pp 359-372, (YUISSN 0350-2910).

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

1. Kutin M., **Vasovic I.**, Maksimovic M., Ristic M.; PREDICTION OF RESIDUAL LIFE ASSESMENT USING THERMOGRAPHY AND CRACK GROWTH ANALYSIS; Applied Mechanics and Materials Vols. 157-158 (2012) pp 202-209 (2012) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.157-158.202
2. 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; ISBN: 978-86-909973-3-6; COBISS:SR-ID 187662860; 2011; pp 605 – 617
3. Maksimović S., **Vasović I.**, Burzić M., Đurić M.; DETERMINATION OF FRACTURE MECHANICS PARAMETERS AND RESIDUAL LIFE OF CRACKED STRUCTURAL COMPONENTS; 8th International Scientific Conference on Production Engineering DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF PRODUCTION - RIM Conference, University in Bihac 2011, ISSN:9958-624-16-8 pp 121-126.
4. Maksimović S., **Vasović I.**, Maksimović M.; 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.
5. Maksimović S., **Vasovic I.**, Maksimovic M., Djuric M.; 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.
6. Maksimovic S., Blazic M., **Vasovic I.**, Djuric M., Maksimovic M.; STRENGTH ANALYSIS OF AIRCRAFT STRUCTURES WITH RESPECTS TO FATIGUE; OTEH 2012; 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies, Belgrade, Serbia; September 18- 19 2012. pp 75- 79.
7. Maksimović S., **Vasović I.**, Maksimović M., Đurić M.; IMPROVED COMPUTATION METHOD TO FATIGUE AND FRACTURE MECHANICS ANALYSIS OF AIRCRAFT STRUCTURES, , Fourth Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June 2013, pp 335-340
8. Perković S., Blažić M., Boljanović S., **Vasović I.**, Stefanović V.; DETERMINATION OF CRACK GROWTH TRAJECTORY: EXPERIMENTAL AND NUMERICAL COMPARISONS, Fourth Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June 2013, pp 377-382
9. Škorić B., Arsenović M., Kutin M., **Vasović I.**, Ristić M., Milutinović Z., THERMOGRAPHY AND NUMERICAL SIMULATION WITH RESPECTS TO STRESS STATE AND FRACTURE OF CONTINUOUS CAST SPECIMENS MADE OF BRONZE

ALLOY, Fourth Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June 2013, pp 485-490.

10. Maksimović S., **Vasović I.**, Maksimović M., Đurić M.; ANALYSIS OF AIRCRAFT STRUCTURES WITH RESPECTS TO FATIGUE AND FRACTURE MECHANICS; 11 International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI2013; Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka, 30th May - 01th June 2013.

11. **Vasović I.**, Ristić M., Opačić M., Maksimović M.; STRESS ANALYSES OF CONNECTION OF TURNABLE WITH CHASSIS OF ARTICULATED BUS USING SOFTWARE PACKAGE CATIA AND COMPARATIVE METHODS; III International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection, Zrenjanin; Technical faculty Mihajlo Pupin Zrenjanin: Diginet; 30. Oktober, 2013; pp 140-146; ISBN 978-86-7672-208-2; COBISS SR-ID: 274556935

1.2.5 Научни радови у водећим часописима националног значаја (M51)

1. Blažić M., Maksimović M., **Vasović I.**, Assoul Y.; 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.

2. **Vasović I.**, Maksimović M., Puharić M., Matić D., Linić S.; 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

3. Maksimović S., **Vasović I.**, Maksimović M., Đurić M.; Some Aspects of the Damage Tolerance Analysis of the LASTA Training Aircraft Structures; Scientific Technical Review, 2013, Vol.63, No.2. pp 70-74, ISSN 1820 0206., UDK:623.466.3:621.7:620.192.30.3, COSATI: 11-13, 20-12, 01-03, Izdavač: VOJNOTEHNIČKI INSTITUT, BEOGRAD, Srbija.

1.2.6 Рад у часопису националног значаја M52=1,5

1. Stamenković D., **Vasović I.**; „Finite Element Analysis of Residual Stress in Butt Welding Two Similar Plates“; Scientific Technical Review, Vol.LIX, No.1, 2009 UDK: 519.673:621.791.5, COSATI: 12-01, 20-12, 13-05; pp 57-60

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

1. Maksimović S., Ilić I., Blažić M., **Vasović I.**, Zrilić M.; „FATIGUE LIFE ANALYSIS OF AIRCRAFT WING-FUSELAGE JOINTS UNDER VARIABLE AMPLITUDE LOADING“, OTEX, 3. НАУЧНО-СТРУЧНИ СКУП - Војнотехнички институт, БП2/13 Београд, 8 - 9. 10. 2009.

1.2.8 Учесће у научноистраживачким пројектима финансираним од стране Минастарства за науку и технолошки развој Републике Србије

Од 2010 године ангажована на пројектима министарства науке и просвете - Истраживање и оптимизација технолошких и функционалних перформанси вентилационог млина термоелектране Костолац Б - евиденциони број пројекта ТР034028, и научно-технолошка подршка унапређењу безбедности специјалних друмских и шинских возила- евиденциони број пројекта ТР035045.

1.3 Активности на докторским студијама

У циљу реализације програма усавршавања, кандидат Ивана Васовић, дипл.маш. инж, је положила следеће обавезне и изборне предмете:

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	ОМНИР и комуникација	проф. др Милош Недељковић	5				10 (десет)
2	Виши курс математике	проф. др Стојан Раденовић	5				10 (десет)
3	Одабрана поглавља из механике	проф. др Вукман Човић		5			9 (девет)
4	Нумеричке методе	проф. др Миодраг Спалевић	5				9 (девет)
5	Наука о материјалима и инжењерство	проф. др Радица Прокић	5				10 (десет)
6	Интегритет и век конструкција	проф. др Зоран Радаковић		5			10 (десет)
7	Замор и процена века ваздухопл. Констр.	проф. др Слободан Ступар			5		10 (десет)
8	Оптимизација ваздухопловних констр.	проф. др Александар Симоновић		5			10 (десет)
9	Нумеричке анализе структура	проф. др Александар Симоновић			5		10 (десет)
10	Истраживање и публикавање (Лабораторија 1)	проф. др Слободан Ступар	10				10 (десет)
11	Истраживање и публикавање (Лабораторија 2)	проф. др Слободан Ступар		15			10 (десет)
12	Истраживање и публикавање (Лабораторија 3)	проф. др Слободан Ступар			20		10 (десет)

13	Истраживање и публикавање (Лабораторија 4)	проф. др Слободан Ступар				25	10 (десет)
14	Припрема за пријаву дисертације					5	

Напомена:

Кандидат је положио свих 9 предмета предвиђених програмом Докторских студија Машинског факултета у Београду. Од тога четири обавезна и пет изборних предмета од којих сваки вреди 5 ЕСПБ бодова, укупно 45 ЕСПБ бодова. Кандидат је 70 ЕСПБ бодова остварио радом у лабораторијама Војнотехничког института у Београду, а 5 при припреми пријаве дисертације чиме је стекао укупно 120 бодова и услов за пријаву докторске дисертације.

1.4 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.

Публиковани радови у часописима и на конференцијама, реализована техничка решења 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 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

Током претходних година значајна истраживања, посебно када се ради о авионским конструкцијама, су усмерена на процену преосталог века елемената конструкција. Када су у питању авионске конструкције укупан век трајања конструкције можемо разложити у две фазе, фазу до појаве иницијалног оштећења и фазу ширења прскотине или такозвану процену преосталог века.

Појава оштећења у критичним зонама елемената авионских конструкција и њиховог рапидног ширења током лета може довести до катастрофалног лома и губитка летелице. Управо предмет истраживања у тези је да се применом нумеричких симулација, примарно на бази Методе Коначних Елемената (МКЕ) дефинишу критичне зоне елемената конструкција, у истим претпоставе оштећења у виду прскотина и изврши процена преосталог века у циљу повећања безбедности експлоатације ваздухоплова. Да би се извршила симулација ширења прскотине а тиме и процена преосталог века, за претпостављена оштећења у виду прскотина, потребно је успоставити аналитичке изразе за факторе интензитета напона (ФИН). За

одређивање аналитичких израза за ФИН у оквиру овог истраживања ће се користити специјални сингуларни коначни елементи.

У оквиру ове докторске тезе биће извршена анализа и успостављање прорачунске процедуре за процену преосталог века елемената авионских конструкција код којих постоји иницијално оштећење. У складу са препорукама за пројектовање са аспекта допустивих оштећења ("Damage Tolerance Approach") прскотине се претпостављају у критичним зонама елемената конструкција. Ове зоне су, по правилу, зоне концентрације напона, када је елеменат конструкције изложен цикличним оптерећењима константне амплитуде и степенастим спектром оптерећења.

У дисертацији ће се разматрати нумеричко моделирање параметара механике лома структуралних елемената авионских конструкција са иницијалним оштећењима. Поред нумеричког моделирања параметара са аспекта механике лома, попут фактора интензитета напона (ФИН), у раду ће се користити и закони ширења прскотине какви су погодни за процену преосталог века, као што је Парисов закон.

За процену преосталог века елемената конструкција, односно за анализу ширења прскотине, ће се поред конвенционалних закона ширења прскотине користити и метод густине енергије деформације (ГЕД). За верификацију успостављених нумеричких процедура ширења прскотина и процене преосталог века разматраних елемената конструкција, ће се извршити поређења резултата са сопственим експериментима.

Циљ истраживања у оквиру ове дисертације је успостављање прорачунске процене преосталог века и развијање одговарајућег софтвера за ту сврху. Такође, један од циљева докторске дисертације је да се, у виталним структурним елементима авионске конструкције, успоставе аналитички изрази за ФИН, помоћу МКЕ, тако што се претпоставе иницијална оштећења у виду прскотина у тим зонама конструкција, а потом се за критичну зону структуре авиона, са претпостављеним иницијалним оштећењем у виду прскотина дефинисаних у складу са ваздухопловним нормама, за одговарајући спектар оптерећења, одреди преостали век конструкције до ефектног лома очекиваног у критичним зонама. На самом крају се изврши поређење прорачунских резултата са експерименталним резултатима.

ФИН су познати у аналитичком облику за ограничен број типичних оштећења у виду прскотина. У оквиру овог истраживања ће се успоставити нови аналитички изрази за ФИН за сложене структуралне елементе са претпостављеним нестандартним облицима површинских прскотина. За ту сврху ће се користити сингуларни коначни елементи. Овако успостављени нови аналитички изрази за ФИН ће се са одговарајућим законима ширења прскотине користити за процену преосталог века, односно за анализу ширења прскотине до њене критичне дужине тј. до коначног лома.

Извод из литературе релевантне за предмет истраживања

1. Kujawski D. A new $(\Delta K + K_{max})^{0.5}$ driving force parameter for crack growth in aluminum alloy. Int J Fatigue 2001; 23:733-40.

2. Boljanović, S., Maksimović, S., Fatigue crack growth modeling of attachment lugs, International Journal of Fatigue, International Journal of Fatigue 58 (2014), 66-74.

3. Donald K, Paris PC. An evaluation of ΔK_{eff} estimation procedure on 6061-T6 and 2024-T3 aluminum alloys. Int J Fatigue 1999; 21:S47-57.

4. A.R. Shahani, S.A. Tabatabaei, Effect of T-stress on the fracture of a four point bend specimen, Materials and Design 30 (2009) 2630–2635

5. Barsoum RS. Triangular quarter-point elements as elastic and perfectly plastic crack tip elements. Int J Numer Meth Eng 1977;11:85-98

6. Mohanty JR, Verma BB, Ray PK. Prediction of fatigue life with interspersed mode-I and mixed-mode (I and II) overloads by an exponential model: Extensions and improvements. Eng Fract Mech 2009;76:454-68.

7. Antunes FV, Borrego LFP, Costa JD, Ferreira JM. A numerical study of fatigue crack closure induced by plasticity. Fatigue Fract Eng Struct 2004;8:825-35.

8. Pir M Toor, A review of some damage tolerance design approaches for aircraft structures, Engineering Fracture Mechanics - ENG FRACTURE MECH. 01/1973; 5(4):837-880.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

- Оштећења се претпостављају у зони концентрације напона.
- Иницијална оштећења се претпостављају у виду прскотина,
- У врху прскотине се претпоставља $r^{-1/2}$ степен сингуларности при одређивању фактора интензитета напона (ФИН).
- Моделовање понашања материјала структуралних елемената као еластичног тела,
- Оптерећења су детерминистичка
- Нумеричко моделовање аналитичких израза за ФИН ће се базирати на коришћењу дискретних вредности ФИН одређених применом сингуларних коначних елемената.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Основе метода истраживања које ће се применити у процени преосталог века базирају на одговарајућим законима ширења прскотине. За ту сврху се могу користити конвенционални закони ширења прскотине (Парис) или пак метод Густине Енергије Деформације.

За анализу ширења прскотине ће се користити одговарајуће нумеричке методе било да се ради о конвенционалним законима ширења или методом ГЕД.

У овом раду ће се примарно користити метод ГЕД у спрези са експерименталним истраживањима. Експериментална истраживања ће се користити за верификацију презентоване прорачунске процене преосталог века.

Упоредни приказ истраживања других аутора и критички осврти на резултате до којих се дошло су полазна основа за избор адекватног модела за истраживања у докторској дисертацији.

Методе истраживања базирају се на формирању аналитичких израза за ФИН који ће се користити, преко одговарајућих закона ширења прскотине, за процену преосталог века елемената конструкција.

При експерименталној анализи ширења прскотине користиће се мерне фолије, које омогућавају прецизно одређивање зависности између дужине прскотине и броја циклуса (a/N). Ова испитивања ће се користити у циљу верификације резултата нумеричке симулације.

Истраживања која ће се извести у овој дисертацији треба да пруже основ за дефинисање нових законитости и утицајних фактора у погледу ширења прскотина као и то да служе за допуну и потврђивање већ познатих законитости код елемената ваздухопловних конструкција типа везе крило/труп или машинских конструкција уопште, укључивши и

процене преосталог века при цикличним оптерећењима који могу бити константне амплитуде и/или степенастог спектра оптерећења.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Очекивани научни допринос у оквиру предложене теме усмерен је на успостављање нових нумеричких метода и развој одговарајућег софтвера за процену преосталог века структуралних елемената са претпостављеним иницијалним оштећењима у критичним зонама елемената ваздухопловних конструкција.

Развој нумеричких метода омогућио је добру основу за нумеричку симулацију ширења прскотина и процену преосталог века елемената конструкција са претпостављеним иницијалним оштећењима, што је уједно и предмет овог истраживања. Резултати ових истраживања омогућавају да се прорачунским методама процени преостали век сложених структуралних елемената са претпостављеним иницијалним оштећењима у критичним зонама конструкције под дејством општег спектра оптерећења, као и да се открију критичне зоне у елементима и редукују на минимум веома скупа експериментална истраживања, са друге стране. Кроз сопствена истраживања у оквиру ове дисертације очекују се следећи доприноси:

- Успостављање нових аналитичких израза за Факторе Интензитета Напона (ФИН) за репрезентативне структуралне елементе ваздухоплова са иницијалним оштећењима у виду прскотина применом специјалних сингуларних коначних елемената.
- Коришћењем нових аналитичких израза за ФИН, изведених у овом раду на бази коришћења специјалних сингуларних коначних елемената, биће омогућена нумеричка симулација ширења прскотине и процене преосталог века код структуралних елемената са општим облицима оштећења типа прскотина.
- Процена преосталог века применом методе ГЕД, за структуралне елементе типа плоче са отвором и једном иницијалном прскотином у зони концентрације напона, за циклична оптерећења константне амплитуде је упоређена са сопственим експерименталним резултатима.
- Дефинисање прецизније прорачунске процене преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима у виду прскотина. Ова процена преосталог века је применљива код елемената конструкција за циклична оптерећења константне амплитуде и степенастог спектра оптерећења. Очекује се да ће презентовани метод нумеричке процене преосталог века постати генералнији.
- Кроз поређења резултата нумеричке симулације за анализе ширења прскотина и процена преосталог века као и поређења са резултатима испитивања структуралних елемената на замор при степенастом спектру оптерећења би се успоставила поуздана прорачунска процедура за процену преосталог века елемената ваздухопловних конструкција.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Фазе рада су следеће:

- Преглед литературе и остварених резултата и систематизација нумеричких метода и процедура за пројектовање конструкција са аспекта допустивих оштећења
- Дефинисање математичког модела и нумеричких прорачунских процедура за анализе понашања структуралних елемената у присуству оштећења типа прскотина под дејством спектра оптерећења.
- Анализе тачности одговарајућих аналитичко/емпиријских релација за процену века структуралних елемената са иницијалним прскотинама у структуралним елементима под дејством цикличних оптерећења константних амплитуда и спектра оптерећења
- Нумеричко моделовање параметара механике лома - фактора интензитета напона (ФИН) код структуралног елемента типа плоче са површинском прскотином оптерећена раванским оптерећењем и на савијање.
- Процена преосталог века структуралних елемената у присуству оштећења типа прскотина под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде и спектра оптерећења и поређења са експерименталним резултатима реализованим у оквиру дисертације.
- Испитивање на замор (експериментална испитивања) структуралног елемента типа поља оплате са отвором и иницијалним прскотинама под дејством цикличних оптерећења.
- Поређење резултата нумеричке симулације за процену преосталог века код структуралног елемента типа поља оплате са отвором и иницијалним прскотинама у критичним зонама под дејством спектра оптерећења са експерименталним резултатима.
- Испитивање на замор дела везе крило труп-авиона и поређење са нумеричким симулацијама процене века у присуству иницијалних оштећења
- Закључак

Општа структура рада предложене дисертације:

1. Увод
2. Принципи пројектовања елемената ваздухопловних конструкција са аспекта допустивих оштећења
3. Методе процене преосталог века елемената авионских конструкција у присуству иницијалних оштећења типа прскотина под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде
4. Нумеричко моделирање нових аналитичких израза за Факторе Интензитета Напона (ФИН) код структуралних елемената са иницијалним прскотинама на бази дискретних вредности добијених применом специјалних сингуларних коначних елемената
5. Нумеричке методе процене века елемената конструкција у присуству иницијалних оштећења, на бази примене Густине Енергије Деформације (ГЕД), под дејством степенастог спектра оптерећења
6. Поређење нумеричких и експерименталних резултата процене преосталог века за структуралне елементе са различитим геометријским дисконтинуитетима у присуству оштећења у виду прскотина

7. Испитивање на замор структуралног елемента типа поља оплате са отвором и иницијалном прскотином у зони концентрације за спектар оптерећења и поређења са нумеричким приступом процене преосталог века
8. Испитивање на замор дела везе крило-труп авиона и поређење са нумеричким симулацијама процене преосталог века у присуству иницијалних оштећења типа прскотина
9. Закључак
10. Литература

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализом података из пријаве кандидата **Иване В. Васовић**, дипл. маш. инж., 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

Ивани В. Васовић, дип. маш. инж.

одобри израду докторске дисертације под називом

„УТИЦАЈ ИНИЦИЈАЛНИХ ОШТЕЋЕЊА НА ПРЕОСТАЛИ ВЕК СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА“

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

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

У Београду, 30.06.2014. год.

Чланови Комисије

Проф. др Слободан Ступар,
Машински факултет Универзитета у Београду

Проф. др Александар Симоновић,
Машински факултет Универзитета у Београду

др Стеван Максимовић, научни саветник,
Војнотехнички Институт, Београд

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Ивану В. Васовић**, дипл. инж. маш, студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса Д20/09.

Име и презиме коментора: Слободан Ступар

Звање: Редовни професор на Машинском факултету у Београду

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Spasic Dragoljub, **Stupar Slobodan**, Simonovic Aleksandar, Trifkovic Dragan, Ivanov Toni. The failure analysis of the star-separator of an aircraft cannon. *ENGINEERING FAILURE ANALYSIS*, (2014), vol. 42 , str. 74-86, doi: 10.1016/j.engfailanal.2014.03.022, IF(2012)= **0.855**
2. Zoric Nemanja, Simonovic Aleksandar, Mitrovic Zoran, **Stupar Slobodan**. Active vibration control of smart composite beams using pso-optimized self-tuning fuzzy logic controller. *JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS*, (2013), vol. 51 br. 2, str. 275-286, ISSN 1429-2955, IF(2012)= **0.452**
3. Svorcan Jelena, **Stupar Slobodan**, Komarov Dragan, Pekovic Ognjen, Kostic Ivan. Aerodynamic design and analysis of a small-scale vertical axis wind turbine. *JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, (2013), vol. 27 br. 8, str. 2367-2373, doi: 10.1007/s12206-013-0621-x, IF(2012)= **0.616**
4. 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**
5. 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**
6. **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**
7. 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**

8. 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**
9. 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**
10. 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**
11. 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**
12. 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**
13. 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 30.06.2014.

М.П.
