

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука  
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

765/4

(Број захтева)

28.06.2018. године

(Датум)

**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

**ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER**

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER** уписан на Докторске студије 2013 године.  
(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

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

Универзитет је дана 30.10.2017. год. својим актом под бр. 61206-4304/2-17 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

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

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER**  
(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 29.03.2018. године, одлуком факултета под бр. 765/2, у саставу:

| Име и презиме члана<br>комисије | звање           | научна област                                 | установа у којој је запослен |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
| 1. Др Александар Грбовић        | Ванр. проф.     | Ваздухопловство                               | Машински факултет Београд    |
| 2. Др Александар Седмак         | Ред. проф.      | Тех. Материјала – Машински мат.<br>заваривање | Машински факултет Београд    |
| 3. Др Драган Милковић           | Ванр. проф.     | Шинска возила                                 | Машински факултет Београд    |
| 4. Др Катарина Чолић            | Научни сарадник | Технолог. матер.- биоматеријали               | ИЦ. МФ. Београд              |
| 5. Др Гордана Кастратовић       | Ванр. проф.     | Механика                                      | Саобраћајни факултет Београд |

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 28.06.2018. године.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.  
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.  
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,  
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 765/4  
Датум: 28.06.2018. године  
Београд, Краљице Марије 16

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 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Александар Грбовић, ванр. проф., ментор, др Александар Седмак, ред. проф., др Драган Милковић, ванр. проф., др Катарина Чолић, научи сарадник, ИЦ МФ Београд и др Гордана Кастратовић, ванр. проф., Саобраћајни факултет Београд о оцени докторске дисертације „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела (Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels)“ студента докторских студија **Abulgasem Musa Saeed Sghayer**, маг. инж. маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 28.06.2018. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији „**ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ БЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ ОПЛАТА – УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА (FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS)**“ студента **ABULGASEM MUSA SAEED SGHAYER**, маг. инж. маш.

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

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

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**Машински факултет**

## **ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш.

Одлуком 765/2 од 29.03.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш. под насловом

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

*(Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels)*

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## **РЕФЕРАТ**

### **1. УВОД**

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Абулгасим Муса Саид Сгајер (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш. је на Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписан школске 2013/2014. године. После положених испита и других стечених услова, кандидат је поднео захтев бр. 1513/1 од 03.07.2017. за одобравање израде докторске дисертације под насловом „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*). Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 1513/2 од 31.08.2017. године којом именује Комисију за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу проф. др Александар Грбовић, проф. др Александар Седмак, проф. др Драган Милковић, др Катарина Чолић, научни сарадник ИЦ МФ Београд и проф. др Гордана Кастратовић (Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду), са задатком да оцени подобност теме и кандидата за израду докторске

дисертације. Комисија је поднела позитиван Извештај бр. 1513/3 од 18.10.2017. Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду је Одлуком бр. 1513/4 од 19.10.2017. прихватило предлог Комисије о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*). Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је својом одлуком бр. 61206-4304/2-17 од 30.10.2017. дало сагласност на предлог теме докторске дисертације, а за ментора именовало проф. др Александра Грбовића.

На предлог ментора проф. др Александра Грбовића и Комисије за докторске студије Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду, Одлуком бр. 765/2 од 29.03.2018. именовало је Комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу проф. др Александар Грбовић, проф. др Александар Седмак, проф. др Драган Милковић, др Катарина Чолић, научни сарадник ИЦ МФ Београд и проф. др Гордана Кастратовић (Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду) са задатком да поднесе Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Абулгасима Мусе Саида Стајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer).

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидата Абулгасима Мусе Саида Стајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш., под насловом „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*) припада области техничких наука – машинство, ужа научна област ваздухопловство, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Израдом докторске дисертације руководио је др Александар Грбовић, ванредни професор групе предмета на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду, аутор преко десет научних радова објављених у часописима са SCI листе, а из научне области којој припада и ова дисертација.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Абулгасим Муса Саид Стајер (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 усавања. На основу научно-истраживачког рада током докторских студија објављује 2 рада: рад у

међународном часопису (категорија M23) и рад у часопису међународног значаја верификованим посебном одлуком (M24).

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).

## 1. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш., под насловом „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*) написана је на енглеском језику. Докторска дисертација има 131 страну формата А4, 98 слика, 5 табела, 45 нумерисаних израза и списак литературе на 8 страна.

Дисертација се састоји од следећих поглавља:

1. Увод у проблематику докторске тезе.
2. Преглед литературе и теоријске основе.
3. Проширена метода коначних елемената у механици лома.
4. Аналитичка и нумеричка процена чврстоће на замор интегралних оплата-уздужници панела.
5. Нумеричка анализа раста прслине на оштећеним интегралним оплата-уздужници панелима коришћењем проширене методе коначних елемената.
6. Експериментална верификација процењеног заморног века оштећених интегралних панела.
7. Закључна разматрања.

Литература

Осим наведеног, дисертација садржи проширени резиме на српском и енглеском језику, садржај, номенклатуру, биографију аутора, као и прилоге: изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Предмет проучавања ове дисертације је понашање заморних прслина на интегралним оплата-уздужници панелима (данас главним носећим елементима комерцијалних ваздухоплова) применом модерних нумеричких метода као што је проширена метода коначних елемената (ПМКЕ), а у сврху одређивања вредности фактора интензитета напона (ФИН) неопходних за процену заморног века оштећене структуре.

У складу са предметом рада, а ради стицања општег увида у проблематику, у **првом поглављу** се указује да је предмет истраживања дисертације појава и ширење заморних прслина у носећим ваздухопловним структурама чију је брзину раста неопходно проценити да би се могао предвидети преостали заморни век оштећене структуре. Класификована су оштећења, места и узроци настанка прслина на авионским компонентама, са освртом на главне носеће структуре – крило и труп. Везано за заморна оштећења, представљене су и модерне технологије израде компоненти летелица, са посебним нагласком на ласерско заваривање путем којег се данас, махом, израђују равни и закривљени интегрални оплата-уздужници панели. Ласерско заваривање доводи до додатног смањења масе конструкције и производне цене, па се данас разматра употреба ове методе и код сучељених спојева на трупу и крилима. У поглављу су јасно изложене предности ласерског заваривања у односу на (још увек) доминантну методу спајања елемената ваздухопловних структура коришћењем закованих спојева, али је и наглашено да је одређивање места појаве прслине и њеног заморног века код интегралних структура унеколико комплексније него код структура са закивцима. На крају првог поглавља дат је и кратак преглед нумеричких метода које се данас користе за евалуацију века оштећених структура, као и кораци предузети у сврху остваривања циљева дисертације.

У **другом поглављу** представљени су основни концепти линеарно-еластичне механике лома и ширења прслина под замором, као и методе одређивања заморног века структура са оштећењем. Дат је и посебан теоријски осврт на фактор интензитета напона (ФИН) као важаног параметра линеарно-еластичне механике лома, који дефинише поље напона у близини врха прслине. У овом поглављу су, кроз преглед литературе, представљене и модерне нумеричке методе и технике за израчунавање вредности фактора интензитета напона  $K$ . Истакнуто је и да је на основу познатих вредности ФИН-а за различите вредности дужина прслине  $a$ , коришћењем односа између  $da/dN$  (брзине раста прслине) и  $K$  дефинисаног Парисовом функцијом  $\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^n$  или сличним релацијама (као што су, на пример, Форманова или NASGRO једначина), могуће доћи до процене брзине раста прслине у оштећеним интегралним оплата-уздужници панелима. Тиме је постављена теоријска основа за процену века оштећених структура спроведену у каснијим поглављима.

У **трећем поглављу** је пажња посвећена представљању нумеричких метода које су у самој дисертацији коришћене за одређивање ФИН-а и њиховој интеграцији са механиком лома. У питању су, пре свега, проширена метода коначних елемената (ПМКЕ) чија је имплементација спроведена кроз софтверске пакете *Abaqus* и *Morfeo for Abaqus*, а потом и класична метода коначних елемената (МКЕ) чија је имплементација спроведена кроз софтвер *Ansys Workbench*. Дат је и кратак теоријски осврт на ПМКЕ у којем је истакнуто да она омогућује представљање дисконтинуитета (тј. прслине) независно од мреже коначних елемената, коришћењем својства познатог под именом *partition of unity* (PU). ПМКЕ је базирана на коришћењу функција побољшања као средства приказивања свих дисконтинуалних понашања променљивих поља, а за моделовање прслина користи се прекидна функција (Хевисајдова одскочна функција) и линеарно-еластична асимптотска поља померања у области око врха прслине. Наглашено је да овим нестаје потреба за

генерисањем нове мреже елемената након сваког корака ширења дисконтинуитета, а његова локација може бити произвољна, тј. на било ком делу сложене тродимензионалне геометрије какву имају интегрални оплата-уздужни панели. Из тог разлога је ПМКЕ и усвојена као главна метода за процену вредности ФИН-а у овој дисертацији.

**Четврто поглавље** у свом првом делу доноси аналитичку процену чврстоће на замор интегралних оплата-уздужни панели на којима је веза између оплате и уздужника остварена ласерским заваривањем. У ту сврху су коришћене смернице публиковане у енглеском издању упутстава *FKM Guidelines* које је за потребе немачке индустрије развила експертска група окупљена око Техничког универзитета у Дрездену. Спровођењем корака дефинисаних у *FKM Guidelines* за спојеве са алуминијумским легурама дошло се до процене чврстоће на замор завареног споја оплата-уздужник на основу дефинисаних димензија оплате, уздужника и самог панела, како у случају оптерећења константне амплитуде, тако и у случају оптерећења променљиве амплитуде. У другом делу поглавља су коришћењем МКЕ у софтверском пакету *Ansys Workbench* верификоване вредности добијене аналитичком методом и то на тродимензионалном моделу алуминијумског панела са завареним уздужницима. Закључено је да је МКЕ ефикаснија и да омогућава – након спроведених промена на геометрији модела – брзе прорачуне чврстоће на замор модификованих структура и тиме проналажење оптималних димензија (са аспекта замора) носећих елемената ваздухоплова.

На самом почетку **петог поглавља** пажња је посвећена верификацији ПМКЕ која је спроведена на два паралелна колосека: прво су упоређене нумеричке вредности ФИН-а са вредностима добијеним у експерименту са узорком једноставне геометрије (танка равна плоча од алуминијума 6156-T6 са иницијалном прслином на средини), а потом и са вредностима из NASA-ине базе података у оквиру програма NASGRO. На основу вредности фактора интензитета напона добијених нумерички дата је процена века танке оштећене плоче која је онда упоређена са експерименталним подацима. Анализа експерименталних вредности и нумеричких резултата је показала задовољавајуће поклапање векова под замором. Након верификације ПМКЕ помоћу модела танке плоче, у наставку петог поглавља су представљени резултати нумеричких симулација понашања интегралног панела (којег чине алуминијумска оплата димензија 1200 x 760 x 2,6мм и четири L уздужника димензија 38 x 22 x 1,8мм) са оштећењем (прслином) иницираном на средини између два централна уздужника. Прслина је ширена применом динамичког оптерећења на крајевима панела на начин како је оно примењено и у експериментима са реалним панелима да би се добијене вредности ФИН-ова и броја циклуса касније могле упоредити. Нумеричке симулације спроведене за алуминијумске легуре 6156-T6 и 6156-T4 су показале да се иницијална прслина у неком тренутку (када дође до оближњих уздужника) дели на више мањих, па је паралелно симулиран и њихов раст све до потпуног лома панела. Експерименти са интегралним оплата-уздужни панелима су показали идентично понашање растућег оштећења. Коначно, на крају поглавља су представљени и резултати симулација ширења прслина на интегралним оплата-уздужни панелима са ојачањима (у виду тзв. *клипова*)

постављеним непосредно уз иницијалну прслину и дуж очекиване путање раста, праћени анализом утицаја величине елемената мреже на тачност прорачунских вредности ФИН-а.

**Шесто поглавље** започиње описом експерименталне процедуре спроведене приликом испитивања интегралних оплата-уздужници панела са иницијалним оштећењем на средини. Дате су – у виду табела и графика – вредности бројева циклуса и дужина прслина измерених током експеримената са ојачаним и неојачаним панелима изложеним затезним оптерећењима контролисаних амплитуда. Потом су добијене вредности века под замором упоређене са резултатима добијеним у нумеричким симулацијама представљеним у претходном поглављу. Утврђено је добро поклапање резултата у највећем делу путања стварних и нумерички симулираних прслина, а одступања вредности (до 20%) на мањем делу путања (због дељења прслина на више мањих) аргументовано су појашњена.

Последње, **седмо поглавље** даје кратак резиме, општи закључак, смернице за даља истраживања, као и остварени допринос кандидата решавању предметне проблематике.

Након седмог поглавља дат је **списак референтне литературе** коришћене током истраживања.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*) кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer) маг. инж. маш., даје савремен и оригиналан приступ методологији процене поузданог (*fail safe*) заморног века интегралних оплата-уздужници панела израђених од легура алуминијума, материјала најчешће коришћеног у ваздухопловним применама. Очекује се да ће оригинални нумерички модели и методологија развијена у дисертацији, уз модификације и прилагођавања конкретној геометрији, постати важан фактор у предвиђању заморног понашања интегралних структура и тиме смањити потребу за интензивним експерименталним испитивањима. Будући да се интегралне структуре све више користе у ваздухопловним применама јер, захваљујући својим предностима у односу на тренутно доминантне диференцијалне структуре, боље одговарају захтевима у пројектовању и одржавању ваздухоплова, може се закључити да је дисертација у потпуности у току са савременим трендовима.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације дат је у посебном одељку рада. Коришћена литература обухвата укупно 95 референци, које се баве проблемима

понашања заморних прслина, као и процене радног века на ваздухопловним интегралним структурама. Такође, дат је и осврт из области проширене методе коначних елемената.

Прегледом листе коришћених радова закључује се да је кандидат имао на располагању и проучио доступну референтну литературу. Она је послужила као полазна основа за формирање прегледа досадашњих истраживања и релевантан приказ тренутног стања у предметној области.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији су примењене савремене научноистраживачке методе у теоријском и експерименталном истраживању у домену анализе ширења заморних прслина и процене животног века ваздухопловних структура. Током реализације циљева истраживања коришћене су следеће методе и технике истраживања:

- Метода теоријске анализе коришћена је како би се сумирала досадашња теоријска знања у области истраживања, те како би се извели општи закључци који се тичу постојећих приступа одређивању фактора интензитета напона у случајевима прслина на равним панелима са ојачањима у виду уздужника, при чему је веза између опште и уздужника остварена ласерским заваривањем. У овом сегменту истраживања коришћене су и методе систематизације и класификације помоћу којих су, на основу прегледа литературе и анализе резултата приказаних у њој, утврђени правци истраживања у докторској дисертацији.
- За дефинисање нумеричких модела и спровођење нумеричких прорачуна и симулација, при чему је поступак нумеричког испитивања било потребно рашчланити на подсистеме и њих појединачно решити, коришћене су методе анализе и синтезе. Обзиром да савремене методе механике лома којима се анализира ширење заморних прслина подразумевају нумеричко-експериментални приступ, овде је посебан акценат стављен на проширену методу коначних елемената (ПМКЕ), чија се примена изводила у оквиру програмских пакета *Abaqus* и *Morfeo for Abaqus*.
- Верификација и потврђивање резултата добијених применом ПМКЕ извршени су поређењем са резултатима добијеним експериментално, као и са вредностима добијеним помоћу методе граничних елемената (софтвер NASGRO). Вредности чврстоће на замор интегралног панела добијене аналитички на основу препорука из *FKM Guidelines* верификоване су коришћењем МКЕ у оквиру софтвера *Ansys Workbench* (метод компарације).
- Такође су коришћене методе статистичке анализе и обраде при поређењу свих добијених резултата.

Изабране методе су адекватне за проблематику истраживања и правилно су коришћене у фази развијања модела, анализи резултата и при извођењу закључака.

### 3.4. Примењивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације, поред евидентне научне вредности, имају и широку практичну примену.

Резултати и спроведене анализе на развијеним оригиналним нумеричким моделима омогућавају, на основу дефинисаних параметара механике лома, добијање реалистичне процене брзине раста прслина на стварним ваздухопловним интегралним оплата-уздужници структурама (као што су то интегрални труп или велики део носеће структуре крила). Овако развијени модели, уз модификације и прилагођавања конкретној геометрији, су неопходни у предвиђању заморног понашања интегралних структура чија отпорност на лом услед замора мора бити висока. Уз то, верификовани нумерички модели елиминишу потребу за интензивним експерименталним испитивањима и смањују трошкове пројектовања и израде ваздухоплова, а успут доприносе и продужењу века експлоатације летелица, што је главни тренд у ваздухопловству данас.

Сазнања добијена током реализације дисертације доприносе бољем познавању понашања оштећених равних структура, али и омогућавају да се развијена методологија у будућности прошири и на закривљене интегралне структуре са заморним прслинама.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу вишегодишњег рада са кандидатом на изради докторске дисертације и анализом остварених резултата чланови Комисије сматрају да је кандидат показао да има смисао и знање неопходно да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме примењујући савремене методе теоријског, нумеричког и статистичког карактера и да их ефикасно комбинује, као и да да користи расположиву литературу и успешно влада савременим истраживачким методама.

Резултати докторске дисертације доказ су способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос ове дисертације огледају се у:

- Предлогу 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.

- Потврди да проширена метода коначних елемената може да се успешно примени код симулација понашања заморних прслина на реалним танкозидним носећим ваздухопловним структурама, комбинована са експерименталним резултатима.
- Унапређењу геометрије односно- конструктивних решења која омогућавају продужетак радног века реалних носећих ваздухопловних структура.
- Унапређењу инжењерске праксе и понуде нових оквира у развојним и производним процесима и то не само код интегралних оплата-уздужници панела, него и осталих интегралних структура, које ће у будућности све више имати улогу главних носећих делова ваздухопловних конструкција.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може се констатовати да су резултати истраживања у тези значајни и да су примењиви у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, може се закључити да су пружени одговори на релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

Сprovedеним истраживањем установљена је методологија одређивања фактора интензитета напона и заморног радног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела базирана на геометријским карактеристикама панела и постојању или непостојању ојачања чија је улога успорење брзине раста прслине.

Развијено је неколико оригиналних нумеричких модела помоћу којих се – на основу дефинисаних параметара механике лома – могу добити унапређена конструктивна решења у смислу продужетка радног века носећих структура.

Добијени резултати истраживања у знатној мери смањују трошкове процеса пројектовања и производње интегралних структура, јер се применом представљене методологије смањује неопходан број скупих експерименталних испитивања.

Изложени резултати су експериментално верификовани и тиме је обезбеђена могућност њихове примењивости, и то не само код интегралних ваздухопловних панела, него и код интегралних структура других намена, које ће се, обзиром да боље одговарају захтевима савремених трендова у пројектовању и одржавању, у будућности масовно користити.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Верификација добијених оригиналних резултата остварена је кроз рад објављен у међународном часопису и рад објављен у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком, а који су везани за истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације:

##### **Категорија M23 - Рад у међународном часопису**

1. **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.

##### **Категорија M24 - Рад у часопису међународног значаја верификованим посебном одлуком**

2. **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.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације под називом „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*), кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш., Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду.

Комисија, такође, сматра да дисертација представља оригиналан и веома успешан научно-истраживачки рад, са којим је научна и стручна јавност већ упозната преко два објављена научна рада од којих је један публикован у међународним часопису (категорија M23), а други у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком (категорија M24).

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област ваздухопловство, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије, да дисертацију под називом „Процена заморног века оштећених интегралних оплата-уздужници панела” (*Fatigue Life Assessment of Damaged Integral Skin-Stringer Panels*) кандидата Абулгасима Мусе Саида Сгајера (Abulgasem Musa Saeed Sghayer), маг. инж. маш., стави на увид јавности и да Реферат упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 20.06.2018. године

#### 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, ванредни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....  
Др Катарина Чолић, научни сарадник,  
ИЦ МФ Београд

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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 765/4  
Датум: 28.06.2018. године  
Београд, Краљице Марије бр. 16

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 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 28.06.2018. године, донело је

### ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„ПРОЦЕНА ЗАМОРНОГ БЕКА ОШТЕЋЕНИХ ИНТЕГРАЛНИХ ОПЛАТА – УЗДУЖНИЦИ ПАНЕЛА (FATIGUE LIFE ASSESSMENT OF DAMAGED INTEGRAL SKIN-STRINGER PANELS)“** студента **Abulgasem Musa Saeed Sghayer**, маг. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-4304/2-17, од 30.10.2017. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

#### Категорија M23

1. **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.

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за ваздухопловство и архиви Факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић