

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)

248/5

(Број захтева)

21.04.2014. 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:

БРАНИМИРА (БОЖА) КРСТИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **БРАНИМИР (БОЖА) КРСТИЋ** **уписан на Докторске студије 2008. године.**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Подноео је захтев за израду докторске дисертације:

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У
ВАЗДУХОПЛОВСТВУ**

Универзитет је дана 14.10.2013. год. својим актом под бр. 61206-4432/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У
ВАЗДУХОПЛОВСТВУ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **БРАНИМИРА (БОЖА) КРСТИЋА**
(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 06.02.2014. године, одлуком факултета под бр. 248/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Бошко Рашуо	Ред.проф.	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
2. Др Васко Фотев	Ванр.проф.	Пропулзија, млазни мотори и гасне турбине, ракетни мотори, нумеричка истраживања	Машински факултет Београд
3. Др Александар Бенгин	Ванр.проф.	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
4. Др Мирко Динуловић	Ванр.проф.	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
5. Др Драган Трифковић	Доцент	Машинство	Војна академија Универзитета одбране у Београду

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 20.03.2014. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

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: 248/4

Датум: 20.03.2014.

Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 30. Закона о високом образовању (Сл.гласник 76/05, 100/07 и 44/10) и чл. 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду и извештаја Комисије у саставу: проф.др Бошко Рашуо, ментор, проф.др Васко Фотев, проф.др Александар Бенгин, доц.др Мирко Динуловић и доц.др Драган Трифковић, Војна академија Универзитета одбране у Београду, о оцени докторске дисертације „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ докторанта Бранимира Крстића, дипл.инж.маш. Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 20.03.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ“** докторанта **БРАНИМИРА КРСТИЋА**, дипл.инж.маш.

Извештај о оцени и одбрани докторске дисертације, по истеку рока од 30 дана увида јавности, доставља се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Крстић Б. Бранимира**, дипл. инж. маш., студента докторских студија.

Одлуком бр. 248/2 од 06.02.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Крстић Б. Бранимира**, дипл. инж. маш. под насловом

РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Бранимир Б. Крстић, дипл. инж. маш. уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2008/2009. године.

Кандидат Бранимир Б. Крстић, дипл. инж. маш. пријавио је израду докторске дисертације 08. јула 2013. године, бр. 1374/1, Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду и за ментора предложио редовног професора др Бошка Рашуа.

На основу пријаве кандидата и предлога Катедре, одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду од 17. јула 2013. године, бр. 1374/2, именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме у саставу: ментор, проф. др Бошко Рашуо, проф. др Слободан Гвозденовић Саобраћајни факултет у Београду, проф. др Васко Фотев, проф. др Александар Бенгин и доц. др Мирко Динуловић.

Комисија је 16. септембра 2013. године, бр. 1374/4, известила Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидат испуњава све услове предвиђене законом и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду за израду докторске дисертације и да предложена тема радног назива „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ може бити предмет докторске дисертације.

На захтев Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш. и извештаја Комисије у саставу: проф. др Бошко Рашуо, ментор, проф. др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет Београд, проф. др Васко Фотев, проф. др Александар Бенгин и доц. др Мирко Динуловић, бр. 1374/4 од 16. септембра 2013. године, а на основу чл. 128. Закона о високом образовању, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 19. септембра 2013. године, донело је одлуку бр. 1374/5 да се прихвата предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ кандидата Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш. и да се за ментора именује проф. др Бошко Рашуо. Одлука је достављена Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је дало сагласност на предлог теме докторске дисертације „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ кандидата Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш., под менторством редовног професора др Бошка Рашуа, 14. октобра 2013. године, одлука бр. 61206-4432/2-13.

На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и именовању ментора и сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, декан Машинског факултета у Београду је 22.10.2013. год. донео закључак бр. 1374/6 да се одобри рад на теми докторске дисертације Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ кандидату Крстић Б. Бранимиру, дипл. инж. маш.

О завршетку докторске дисертације ментор проф. др Бошко Рашуо, обавестио је Катедру за ваздухопловство и Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду, дописом број 248/1 од 03.02.2014. године. Предложена је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: ментор проф. др Бошко Рашуо, проф. др Васко Фотев, проф. др Александар Бенгин, доц. др Мирко Динуловић и доц. др Драган Трифковић, Војна академија Универзитета одбране у Београду. На седници Наставно-научног већа 06. фебруара 2014. године је једногласно усвојено обавештење о завршетку дисертације кандидата Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш. и предлог састава Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (бр. 248/2 од 06.02.2014. године).

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада области Техничких наука, научна област Машинство и ужа научна област Ваздухопловство. За ментора је одређен редовни професор др Бошко Рашуо.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Бранимир Б. Крстић, дипл. инж. маш. је рођен 02. јула 1981. године у Земуну. Основну школу завршио је 1996. године у Земуну, а Војну гимназију у Београду 2000. године. Војнотехничку академију у Београду (смер Ваздухопловнотехничка служба, машинско усмерење, специјалност Ваздухоплови и ваздухопловни мотори) уписао је школске 2000/2001. године. Дипломирао је 2005. године као студент генерације са просечном оценом током школовања 9,24. Петогодишње школовање на Машинском факултету Универзитета у Београду на катедри Ваздухопловства завршио је 2006. године са просечном

оценом током школовања 9,44. Од септембра 2005. године запослен је на Војној академији у Београду као асистент на предметима Термодинамика, Механика флуида, Погонске групе ваздухоплова, Конструкција и опрема ваздухоплова и Механика лета. Прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2008/2009. године. Након положених свих испита и испуњених свих осталих обавеза предвиђених Планом и програмом докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, као и Програмом усавршавања договореним са потенцијалним ментором, 08. јула 2013. године Комисији за докторске студије Машинског факултета Универзитета у Београду поднео је захтев за пријаву докторске дисертације под радним називом „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“, кандидата Крстић Б. Бранимира дипл. инж. маш. изложена је на 155 страна.

Дисертација садржи следећих седам поглавља:

1. Увод,
2. Механика лома,
3. Крти и дуктилни лом,
4. Замор материјала,
5. Методологија за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству,
6. Верификација методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству,
7. Закључак.

Дисертација садржи списак од 106 коришћених референци и цитиране литературе на 10 страна. Дисертација има укупно 125 слика и 8 табела.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дисертације је представљен историјски развој анализе отказа. Истакнут је предмет, циљ, значај, сложеност и мултидисциплинарност форензичког инжењеринга у анализи механичких отказа. Посебна пажња посвећена је анализи механичких отказа виталних система ваздухоплова и представљени су досадашњи резултати у домену ових отказа, објављени у светској научној литератури. Дате су основне поставке концепције безбедна структура (концепт safe-life) и концепције поуздана конструкција (концепт fail-safe). Изнете су све специфичности цилиндричних структура, разлози њихове широке примене у ваздухопловству, као и примери цилиндричних елемената који се налазе у оквиру виталних система реалних ваздухоплова. Представљена је проблематика анализе ломова цилиндричних елемената који су изазвани истовременим деловањем више различитих фактора, као и недостаци постојеће методологије за анализу узрока отказа. Овим су оправдани захтеви за дефинисање и формирање побољшане, поуздане и стандардизоване, методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству. Хронолошки су приказане најзначајније студије случаја у анализи ваздухопловних удеса који су се десили у XX веку.

У другом поглављу дисертације се говори о основним елементима механике лома. Дат је кратак осврт на историјски развој ове научне дисциплине и наведени су научни радови и експериментална истраживања која су условила њен почетак. Наглашена је практична примена резултата механике лома кроз развој нове научне дисциплине - интегритета конструкција. Детаљно је објашњен начин настанка (иницијације) и ширења прслина. У оквиру домена линеарно еластичне механике лома представљено је Грифитово решење проблема кртог лома и објашњена разлика између теоријске и стварне чврстоће поликристалних тела. Наведени су основни облици отварања прслине, детаљно је објашњено напонско стање око врха прслине и дефинисан је појам фактора интензитета напона. Такође су представљени основни појмови и примена еласто-пластичне механике лома. Дефинисано је отварање врха прслине (Crack Tip Opening Displacement- CTOD) као мерило жилавости лома материјала искуственог карактера. Објашњен је појам J интеграла и његова теоријска утемељеност, као и веза између J интеграла и CTOD.

У трећем поглављу дисертације представљена је врста ломова са којом се сусрећу поликристални (метални) материјали. Описани су крти и дуктилни ломови, као и трансформација кртог у дуктилни лом. Детаљно је објашњен појам кртог трансгрануларног лома, као и његове макрофрактографске и микрофрактографске карактеристике. Анализирано је дуктилно-крто понашање челика и утицај температуре и садржаја угљеника на количину апсорбоване енергије у Шарпијевом тесту. Дефинисана је температура транзиције из дуктилног у крти лом. Опширно је представљен дуктилни лом, нарочито дуктилни лом услед затезања, и све његове карактеристике којим се он суштински разликује од кртог лома. На примерима танке траке и тела кружног попречног пресека објашњена је појава формирања „врата“ (Necking) и услови под којима она настаје.

У четвртном поглављу дисертације анализиран је замор материјала као најчешћи узрок који доводи до механичког отказа тј. лома. Објашњени су основни појмови у вези са испитивањем замора. Детаљно је описан процес иницијације заморних прслина, места у материјалу на којима настају заморне прслине, брзина њиховог ширења и фактори који утичу на брзину ширења заморних прслина. Изнета је опширна фрактографска анализа заморног лома, експлицитно су објашњене морфолошке карактеристике зоне ширења прслине услед замора и зоне коначног разарања. Установљена је веза између фрактографских карактеристика лома и механизма ширења лома услед замора, као и веза између резултата квантитативне фрактографије и фактора интензитета напона. Анализиран је утицај заосталих напона на заморни век материјала.

У петом поглављу дисертације детаљно је описана методологија за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству. Дефинисана су основна питања на која развијена методологија мора да да јасне, недвосмислене и научно засноване одговоре. На темељу тих одговора идентификује се и утврђује тачан узрок и место настанка отказа, и предлажу превентивне и корективне мере. Наведене су и детаљно описане све фазе анализе отказа које развијена методологија подразумева. За сваку од наведених фаза дефинисан је њен примарни циљ, описане су њене методе и представљени софистицирани уређаји који се у њој користе. Посебно је наглашен значај и обим лабораторијских фрактографских испитивања и нумеричких симулација отказа.

У шестом поглављу дисертације приказана је верификација развијене методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству на примеру експертске форензичке анализе реалних механичких отказа насталих током редовне експлоатације ваздухоплова у авијацијским јединицама Војске Србије. У питању су били механички откази виталних система ваздухоплова настали у току лета: два отказа главе цилиндра клипног авионског мотора и један отказ вратила крмила правца школско-борбеног турбомлазног авиона. Анализа узрока наведених отказа у потпуности је извршена према претходно дефинисаној методологији. На основу испитивања отказа на лицу места, анализе доступне документације, лабораторијских испитивања и спроведених нумеричких симулација за сва три наведена отказа, одређен је тачан узрок, место настанка и механизам ширења лома. За

сва три отказа предложене су превентивне и корективне мере, како би се избегло њихово понављање.

У седмом поглављу дисертације изнет је детаљан закључак са критичким освртом на остварене резултате спроведених истраживања. Такође су дате перспективе и смернице за даља истраживања. Истакнут је научни допринос дисертације и применљивост резултата истраживања у пракси.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Развој методологије за анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству“ даје савремен и оригиналан приступ методологији анализе узрока механичких отказа у ваздухопловству, већег нивоа поузданости, прилагођену свим специфичностима цилиндричних структура на ваздухопловима.

Допринос истраживања се огледа у формирању побољшане методологије за анализу узрока механичких отказа цилиндричних структура у ваздухопловству, при чему се даје свеобухватан и систематичан приказ новог приступа у дефинисању проблема анализе узрока отказа, круцијалних питања на која побољшана анализа треба да да одговоре, фаза које је неопходно спровести током форензичке експертизе отказа, начину одређивања узрока, места настанка и механизма ширења лома, као и дефинисању превентивних и корективних мера у циљу избегавања понављања исте врсте отказа.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је коришћена обимна литература из области форензичког инжењеринга и анализе отказа у домену истраживања отказа ваздухопловних елемената и система, примењене механике лома и науке о материјалима који се користе у ваздухопловству. Литература је кандидату послужила као полазна основа за формирање прегледа досадашњих истраживања отказа ваздухопловних структура. На тај начин, дат је релевантан приказ постојећег стања у домену коме припадају проблеми разматрани у докторској дисертацији. Коришћена литература има карактер научног, савременог и актуелног извора информација, а осим прегледа постигнутих резултата, указује на могуће правце даљег научно-истраживачког рада у тој области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији је коришћен основни научни метод у коме се на основу потпуног познавања чињеница методом индукције поставља хипотеза. Након постављања хипотезе логичком анализом се предвиђа како се разматрани научни проблем уклапа у општи закон. На крају процеса анализе се кроз експериментална испитивања у лабораторији за конструкционе и техничке материјале Војнотехничког института у Жаркову врши верификација теоријске поставке и утврђује исправност и оправданост предикције.

За истраживања у овој докторској дисертацији користиле су се теоријске и експерименталне научно-истраживачке методе.

Основне теоријске научне методе које су примењене у изради дисертације су:

- Метода дескрипције у описивању метода, коришћене опреме, елемената, појава, стања и добијених резултата експерименталних испитивања у лабораторији за конструкционе и техничке материјале;

- Метода дефиниције и класификације механичких отказа цилиндричних структура у ваздухопловству;
- Метода моделирања, као и методе апстракције и конкретизације у разматрању и дефинисању нове методологије за анализу узрока механичких отказа цилиндричних ваздухопловних структура;
- Метод анализе и синтезе, као и индуктивно-дедуктивни метод приликом изучавања узајамних односа између радних оптерећења, деформација, геометрије разматраног дела или склопа, материјала израде, места иницијације прслине, механизма и начина ширења прслине, а све у циљу потпуне и прецизне реконструкције разматраних отказа;
- Метода суперпозиције у дефинисању врсте и интензитета радних оптерећења, односно свих спољашњих утицаја који делују на разматрану цилиндричну структуру;
- Статистичка метода у делу обраде и приказивања резултата лабораторијских мерења механичких својстава и хемијског састава узоркованог материјала са цилиндричних ваздухопловних структура оштећених током експлоатације;
- Метода коначних елемената у домену напонско-деформационе анализе оштећених цилиндричних елемената ваздухопловних конструкција.

Експерименталне методе су везане за лабораторију за конструкционе и техничке материјале Војнотехничког института у Жаркову и начин испитивања преломних површина, односно испитивања механичких и хемијских својстава материјала. Експериментални део истраживања је имплементирао следеће експерименталне методе:

- Фрактографско испитивање преломних површина узорака оштећених у експлоатацији;
- Испитивање хемијских и механичких својстава материјала од којег су израђени оштећени делови и склопови;
- Металографско испитивање материјала;
- Израда веродостојног 3D модела који одговара реалном делу и напонско-деформациона анализа.

3.4. Применљивост остварених резултата

Радам у области теме докторске дисертације кандидат Бранимир Б. Крстић дипл. инж. маш. је постигао изванредне научноистраживачке резултате са трајном научном вредношћу и практичној применљивошћу у домену форензичког инжењеринга у анализи узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству. Резултати истраживања верификовани су на анализи три реална механичка отказа виталних система ваздухоплова која су се догодила у току лета. Два отказа се односе на пуцање главе цилиндра клипног авиона Lycoming IO-360-B1F уграђеног на школски авион Утва-75 (В-53), док се један отказ односи на пуцање вратила крмила правца млазног школско-борбеног авиона Галеб Г-4. Такође, наведени откази, а нарочито отказ главе цилиндра, су представљали проблем и у ваздухопловствима већег броја земаља широм света, о чему сведоче извештаји релевантних ваздухопловних власти тих земаља. Обзиром на значај који наведени типови ваздухоплова имају у домаћем

војном ваздухопловству, резултати спроведених истраживања имају посебан значај за систем одбране Републике Србије у целини, значајно доприносе изградњи оперативне и функционалне способности јединица авијације, повећању безбедности летења, развоју науке у домену форензичког инжењеринга у области ваздухопловства и ваздухопловног машинства, као и изградњи и унапређењу система одржавања ваздухоплова у Војсци Србије.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације показао да је самосталан у извођењу научно-истраживачких пројеката и решавању техничких проблема, и да успешно влада научно-истраживачким методама. Велико радно искуство у области анализе и истраживања ваздухопловних отказа и одлична теоријска знања пружају основу за квалитетан самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Допринос истраживања се огледа у формирању побољшане методологије за анализу узрока механичких отказа цилиндричних структура у ваздухопловству, при чему се даје свеобухватан и систематичан приказ новог приступа у дефинисању проблема анализе узрока отказа, круцијалних питања на која побољшана анализа треба да да одговоре, фаза које је неопходно спровести током форензичке експертизе отказа, начину одређивања узрока, места настанка и механизма ширења лома, као и дефинисању превентивних и корективних мера у циљу избегавања понављања исте врсте отказа.

Израдом докторске дисертације постигнути су следећи доприноси науци и инжењерској пракси:

- Развијена је нова и поуздана методологија за анализу узрока отказа танкозидних цилиндричних структура у ваздухопловству;
- Развијена методологија омогућава форензичким инжењерима да утврде тачан узрок отказа и предложи адекватне корективне и превентивне мере за спречавање понављања отказа;
- Извршена је селекција и дефинисање оптималних метода, техника и поступака за анализу отказа, као и метода за нумеричку анализу напона и деформација на критичним местима анализираних елемената;
- Одређен је утицај различитих фактора на настанак почетних оштећења, правац и брзину њиховог ширења, као и на механизам лома;
- Имплементација развијене нове методологије у домену превентивног одржавања ваздухоплова у Војсци Србије.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, констатујемо да су резултати истраживања у тези значајни и да су применљиви у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, можемо закључити да су пружени

одговори на сва релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

Установљене чињенице истраживања су корак напред и воде ка унапређењу постојећих метода за анализу узрока отказа, чинећи квалитативан научни помак који ће омогућити потпуну анализу узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству. На тај начин ће се у знатној мери повећати поузданост постојећих метода за анализу узрока отказа и добијени резултати ће, на основу предлога превентивних и корективних мера, у великој мери побољшати и унапредити систем одржавања ваздухоплова.

4.3. Верификација научних доприноса

Кључни резултати и научни допринос докторске дисертације су верификовани у научним часописима са SCI листе:

Категорија M21:

- 1) **B. Krstic**, B. Rasuo, D. Trifkovic, I. Radisavljevic, Z. Rajic, M. Dinulovic, *An investigation of the repetitive Failure in an aircraft engine cylinder head*, **Engineering Failure Analysis** 34 (2013) pp. 335-349, **IF=0.855**, ISSN: 1350-6307.
- 2) **B. Krstic**, B. Rasuo, D. Trifkovic, I. Radisavljevic, Z. Rajic, M. Dinulovic, *Failure analysis of an aircraft engine cylinder head*, **Engineering Failure Analysis** 32 (2013) pp. 1-15, **IF=0.855**, ISSN: 1350-6307.
- 3) D. Trifkovic, S. Stupar, S. Bosnjak, M. Milovancevic, **B. Krstic**, Z. Rajic, M. Dunjic, *Failure analysis of the combat jet aircraft rudder shaft*, **Engineering Failure Analysis** 18 (2011) pp. 1998-2007, **IF=1.086**, ISSN: 1350-6307.

Такође, резултати истраживања и научни допринос докторске дисертације, су верификовани и у радовима објављеним и саопштеним на конференцијама и у научним и стручним часописима током вишегодишњег трајања овог значајног истраживања. Најзначајнији су:

Категорија M24:

- 1) M. Dinulovic, B. Rasuo, **B. Krstic**, A. Bojanic, *3D Random fiber composites as a repair material for damaged honeycomb cores*, **FME Transactions** 41 (2013) pp. 325-332, ISSN: 1451-2092.

Категорија M33:

- 1) M. Dinulovic, **B. Krstic**, P. Andric, *Application of 3d-random fiber composites for damaged honeycomb panels repair*, **The Fifth International Scientific Conference OTEH 2012**, pp. 655-661, Belgrade, Serbia.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација под називом „РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ“, кандидата Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш., представља савремен и оригиналан научни допринос, који омогућава потпуну анализу разматраних проблема у вези са одређивањем узрока отказа цилиндричних структура у ваздухопловству. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика изузетно актуелна, са задовољством се констатује да је кандидат Бранимир Б. Крстић, дипл. инж. маш., студент докторских студија успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата, који су и верификовани, што им обезбеђује широку примену у области форензичке анализе механичких отказа ваздухопловних структура и области одржавања ваздухоплова.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске тезе под називом „РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ“, кандидата Крстић Б. Бранимира, дипл. инж. маш., са задовољством се 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 и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду 14. 03. 2014. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Бошко Рашуо, ментор
Машински факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др Васко Фотев,
Машински факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др Александар Бенгин,
Машински факултет Универзитета у Београду

.....
Доц. др Мирко Динуловић,
Машински факултет Универзитета у Београду

.....
Доц. др Драган Трифковић,
Војна академија Универзитета одбране у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:248/5
Датум: 20.03.2014. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 63. Статута Машинског факултета Универзитета у Београду број 1876/1 од 04.10.2013. године и члана 37. Правилника о докторским студијама, Наставно-научно веће на седници одржаној 20.03.2014. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео БРАНИМИР КРСТИЋ, дипл.инж.маш. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УЗРОКА ОТКАЗА ЦИЛИНДРИЧНИХ СТРУКТУРА У ВАЗДУХОПЛОВСТВУ**“

II Универзитет је дана 14.10.2013. године, својим актом број 61206-4432/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. **B. Krstic**, B. Rasuo, D. Trifkovic, I. Radisavljevic, Z. Rajic, M. Dinulovic, *An investigation of the repetitive Failure in an aircraft engine cylinder head*, **Engineering Failure Analysis** 34 (2013) pp. 335-349, **IF=0.855**, ISSN: 1350-6307.
2. **B. Krstic**, B. Rasuo, D. Trifkovic, I. Radisavljevic, Z. Rajic, M. Dinulovic, *Failure analysis of an aircraft engine cylinder head*, **Engineering Failure Analysis** 32 (2013) pp. 1-15, **IF=0.855**, ISSN: 1350-6307.

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за ваздухопловство и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић