

Образац 2.

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)

976/4

(Број захтева)

30 .05.2013.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:

ЗОРАНА (ЦВИКО) ИЛИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **БОРАН (ЦВИКО) ИЛИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ

Универзитет је дана 02.07.2012. год. својим актом под бр. 06-19484/32-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ЗОРАНА (ЦВИКО) ИЛИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 09.05.2013. године, одлуком факултета под бр. 976/2 , у саставу:

Име и презиме члана Комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Бошко Рашуо</u>	<u>Редовни професор</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Машински факултет Београд</u>
2. <u>Др Слободан Гвозденовић</u>	<u>Редовни професор</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Саобраћајни факултет Београд</u>
3. <u>Др Мирко Динуловић</u>	<u>Доцент</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Машински факултет Београд</u>

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 30.05.2013. 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: 976/4
Датум: 30.05.2013. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Бошко Рашуо, ментор, проф.др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет Београд и доц.др Мирко Динуловић о оцени докторске дисертације „Утицај поремећаја у раду клипноелисног мотора на ниво вибрација на пилотском седишту авиона у лету“ докторанта мр Зорана Илића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 30.05.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“** докторанта **мр ЗОРАНА ИЛИЋА**, 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 МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У
БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата
мр Зорана Илића, дипл. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 976/2 од 09. 05. 2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Зорана Илића**, дипл. инж. машинства, под називом: „**УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ**“, о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Увод

1.1. Наслов и обим докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Зорана Илића, дипл. инж. маш., под насловом „**УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ**“ изложена је на 155 страна. Теза садржи списак коришћене и цитиране литературе (укупно 74) на 6 страна.

1.2. Хронологија одобравања израде дисертације

Кандидат мр Зоран Илића дипломирани инжењер машинства, пријавио је израду докторске дисертације 07. 05. 2012. год., под бројем 839/1 Катедри за ваздухопловство Машинског факултета у Београду. Кандидат је за ментора предложио редовног професора др Бошка Рашуо. На основу пријаве кандидата и предлога Катедре, одлуком ННВ бр. 839/3 од 24.05.2012. год., прихваћен је предлог Комисије за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме у саставу: ментор, проф. др Бошко Рашуо, доц. др Мирко Динуловић и проф. др Слободан Гвозденовић са Саобраћајног факултета у Београду. Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске

дисертације је 31.05.2012. год. поднела извештај бр. 839/4 Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду.

Комисија је поднела извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ наводећи да кандидат испуњава законске услове за израду докторске дисертације, и да предложена тема као актуелна, атрактивна и значајна, може бити тема докторске дисертације. У вези са захтевом докторанта мр Зорана Илића, дипл. инж. маш. бр. 839/5 од 07. 06. 2012. год. да се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета од 07.06.2012. год. о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност којом се одобрава рад на теми докторске дисертације „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“, под менторством редовног професора др Бошка Рашуо, 02.07.2012. (одлука бр. 06-19484/32-12). На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и именовању ментора, а на основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, декан Машинског факултета у Београду је 12.07.2012. год. донео закључак бр. 1351/1 да се одобри рад на теми докторске дисертације „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ кандидату мр Зорану Илићу, дипл. инж. машинства.

О завршетку докторске дисертације „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“, ментор др Бошко Рашуо, ред. проф. обавестио је Катедру за ваздухопловство, као и Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду, дописом број 976/1 од 08. 05. 2013. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: ментор др Бошко Рашуо ред. проф., др Слободан Гвозденовић ред. проф. са Саобраћајног факултета у Београду и др Мирко Динуловић доцент.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 09. 05. 2013. године једногласно усвојило обавештење о завршетку дисертације кандидата мр Зорана Илића, дипл. инж. маш. под називом „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ и усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације (одлука бр. 976/2 од 09.05.2013. године).

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ припада области техничких наука, односно машинству, и ужој научној области Ваздухопловство.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Зоран Илић, рођен је 26.07.1965. године у Тузли, Босна и Херцеговина. Основну школу завршио у местима Јегинов Луг и Тојшићи код Тузле. Године 1983. завршио је Машинску техничку школу у Тузли. Од 1983. до 1986. године похађао је Ваздухопловно-техничку војну академију у Рајловцу поред Сарајева.

Од 1989.-1992. године похађао је Студије на ваздухопловнотехничкој војној академији 2. степен у Жаркову и Машинском факултету у Београду, одсек ваздухопловство. Дипломски рад са темом: „Перформансе надзвучних авиона“ одбранио 31.03.1992. године код проф. др. Томислава Драговића.

У периоду од 1994. до 1995. године похађао је последипломске специјалистичке студије на Војнотехничкој академији војске Југославије. Специјалистички рад са темом: “Продужење техничког ресурса летелице и оцена поузданости“ одбранио 20.07.2001. године код проф. др. Илије Кривошића.

Последипломске магистарске студије на Машинском факултету у Београду похађао је у периоду од 2004. до 2005. године. Магистарски рад са темом: “Прилог истраживању продужења ресурса борбеног авиона применом ремонта према стању“ одбранио 09.03.2009. године код проф. др. Слободана Ступара.

Од 1986.-1989. године као професионални официр радио је на аеродрому Мостар на пословима одржавања ваздухоплова типа Газела, Галеб и Јастреб. Службовао је на аеродромима Тузла, Батајница и Приштина у периоду од 1992. до 1999. године. Све дужности које је обављао односиле су се на одржавање авиона у В и ПВО у 1., 2. и 3. степену одржавања. У периоду од 1999. до 2010. године био је на дужности у ваздухопловном заводу „Мома Станојловић“ Батајница, где је обављао дужности начелника Погона за ремонт надзвучних авиона, начелника Сектора развоја и Помоћника директора за оперативне послове.

Од 2010. године запослен је у Техничком опитном центру Војске Србије, на дужности начелника Сектора за ваздухопловна средства. Основна дужност му је организација испитивања ваздухопловних средстава, контролисање тока испитивања и контрола дефинисаног мерног ланца и доношење коначног закључка и предлога о усвајању или неусвајању испитиваног средства у наоружање и војну опрему Војске Србије.

Поседује активно знање енглеског језика, служи се руским језиком. Ожењен је и отац је двоје деце.

2. Опис дисертације

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Зорана Илића, дипл. инж. машинства, под насловом „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНО ЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ изложена је на 155 страна, а списак коришћене и цитиране литературе садржи 73 одреднице и изложен је на 6 страна.

Дисертација садржи следећих осам поглавља:

1. Увод,
2. Теоријска анализа вибрација на авиону са клипно елисном погонском групом,
3. Анализа сигнала вибрација механичких система,
4. Објект испитивања,
5. Припрема и реализација експеримента,
6. Резултати експеримента
7. Анализа резултата експеримента, и
8. Закључак.

Докторска дисертација има укупно 134 слике и 22 табеле.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ ИСПИТИВАЊЕМ У ЛЕТУ АВИОНА СА КЛИПНО ЕЛИСНОМ ПОГОНСКОМ ГРУПОМ“ састоји се из осам поглавља.

У **првом поглављу**, дати су циљеви истраживања које је реализовано. Мали број истраживача у свету радио је на истраживању вибрација на авионима са клипно елисном погонском групом у току лета, у циљу дефинисања метода за смањење вибрација које утичу на пилота, дефинисања вибродијагностичких метода за праћење стања исправности авиона и утицаја промене параметара рада мотора на спектар вибрација које се појављују на авиону. Стога је дефинисање спектра вибрација које делују на седишту пилота значајно јер омогућава употребу раније дефинисаних или развој нових метода пригушења вибрација. Дефинисање корелације између поремећаја у раду мотора и промена у спектру вибрација може олакшати откривање феномена који је узрок поремећаја у раду. У уводном поглављу приказан је и преглед савремених истраживања у вези са тезом. Описани су трендови развоја система за смањивање утицаја вибрација на чланове посаде авиона.

У овом **другом поглављу** представљена је теоријска анализа вибрација на авиону са клипно елисном погонском групом. Извори вибрација на авиону деле се на унутрашње и спољашње. Спољњи извори вибрација настају пре свега као последица аеродинамичког опструјавања авиона током лета. Унутрашње изворе вибрација чине пре свих погонска група и ротирајући или клипни агрегати на авиону. Доминантни извори вибрација на авиону су елиса која генерише аеродинамичке вибрације и клипни мотор са унутрашњим сагоревањем који генерише механичке вибрације. Представљени су извори вибрација и приказана је теоријска анализа вибрација које на авиону генеришу мотор и елиса. Вибрације које настају у клипном мотору, углавном су већег интензитета од аеродинамичких вибрација. Дефинисане су методе за одређивање динамичких карактеристика структуре авиона. У овом поглављу, такође, објашњен је утицај вибрација на структуру и посаду авиона. Развијен је модел промене вибрација у структури авиона мењањем побуде, односно модел промене вибрација у структури авиона услед промене режима рада мотора.

Треће поглавље садржи комплетну теоријску анализу сигнала вибрација механичких система у временском домену и трансформације у фреквентни домен. На основу извршене анализе вибрација које настају на авиону у току лета, генерисаних услед утицаја спољашњих и унутрашњих извора вибрација на авиону, закључује се да је примарни одзив система кретање са различитим бројем степени слободе, укључујући кретање система као чврстог или деформабилног тела. Иако су побуда и одзив функције времена, они се могу приказати и као функције фреквенције, употребом Фуријеових трансформација. Поступно су обрађени карактеристични типови сигнала, карактеристике фреквентног спектра, алгоритми Фуријеових трансформација сигнала временског домена у фреквентни домен, као и основне карактеристике пропусних опсега сигнала. На основу ових теоријских основа у даљем раду је изабран адекватан алгоритам за обраду и анализу сигнала. Сигнал представљен у фреквентном спектру може открити постојање неких карактеристичних сигнала које одговарају појединим елементима система.

У **четвртном поглављу** представљен је објект испитивања први прототип авиона Ласта. Авион Ласта је метални једномоторни клипни двосед, нискокрилац, са увлачећим стајним трапом типа трицикл. Погонску групу авиона чини један клипни мотор без редуктора, са вучном елисом константног броја обртаја. Са аспекта вибрација структуру авиона можемо посматрати као пријемник вибрација, тј. све вибрације настале од извора вибрација имају тенденцију да се преко веза пренесу на структуру и да егзистирају на њој у току рада авиона. Од квалитета пригушне карактеристике везних елемената зависе величине амплитуда вибрација које ће се унети на структуру авиона и преко седишта проследити до пилота. Од фреквенције и величине амплитуде зависе карактеристике комфорности авиона. Прецизно су приказани битни елементи структуре авиона и карактеристике доминантних извора вибрација мотора и елисе.

У **петом поглављу** представљен је поступак припреме и реализације експеримента. Конкретан сигнал о повећаним вибрацијама може да настане од великог броја компонената у посматраној структури авиона. Стога је неопходно пре почетка експеримента, поред детаљне анализе структуре авиона, дефинисати поступак припреме и испитивања вибрација на конкретним елементима структуре авиона. Приказана је испитно-мерна опрема која је коришћена у експерименту. За квалитетно мерење вибрација најважније је правилно изабрати места уградње акцелерометара и њихово квалитетно и чврсто причвршћивање за

подлогу. Дефинисане су конфигурације авиона, режими рада мотора и профили лета авиона потребни за спровођење експеримента. Свако испитивање вибрација састоји се из три фазе: прва фаза је припрема испитивања (*pre-test*), затим фаза испитивања, и трећа најважнија фаза је обрада и анализа резултата испитивања (*post-test*). Представљени су критеријуми за оцену утицаја вибација на тело човека.

У **шестом поглављу** су детаљно дати резултати експеримента који је реализован у четири опитна лета авиона Ласта. Приказани су резултати измерених вибрација на мотору, поду кабине и седишту пилота за више профила унутар анvelope лета авиона. Измерене вибрације приказане су у временском запису и фреквентном домену. Вибрације су мерене у режимима рада мотора са максималним бројем обртаја, са примењеним пасивним пригушењем вибрација на седишту, као и без пригушења вибрација на седишту, за неколико различитих положаја седишта на његовом носачу. У току експеримента мерене су вибрације у току рада мотора у режимима промене односа горива и ваздуха у смеши у току крстарења авиона. Вибрације су у свим фазама експеримента мерене у фреквентном домену од 0 Hz до 200 Hz. За *Fourier*-ову трансформацију коришћена је 801 тачка са 50% преклапања у *Hanning*-овом прозору и резолуцијом 0,25. За све профиле лета авиона и режими рада мотора поред резултата измерених вибрација, приказани су параметри рада мотора и лета авиона.

У **седмом поглављу** извршена је анализа резултата експеримента. Резултати првог дела експеримента, спроведеног у режимима рада мотора са максималним бројем обртаја, анализирани су независно од резултата експеримента спроведеног у режимима рада мотора са обртајима у току економичног крстарења авиона. У првом делу анализе истакнута је анализа вибрација при раду мотора са максималним бројем обртаја на полетно слетној стази (ПСС), у току пењања и у току хоризонталног лета авиона. Након тога извршена је анализа утицаја профила лета авиона на вибрације на поду; анализа утицаја профила лета авиона на вибрације на седишту и анализа утицаја положаја седишта на вибрације на седишту. Приказана је и анализа утицаја пасивног пригушења вибрација на седишту. Применом пасивног пригушивача остварено је пригушење вибрација на седишту у правцу 3 осе, у сва три анализирана профила лета, на фреквенцијама од 45 Hz (основна фреквенција обртања елисе) и 90 Hz (фреквенција проласка крака елисе). За пригушење вибрација на вишим фреквенцијама потребно је наставити истраживања у пољу развоја уређаја за активно пригушење вибрација. У другом делу је истакнута анализа утицаја промене састава смеше горива и ваздуха на спектар вибрација на мотору и на седишту, у режимима рада мотора са обртајима у току економичног крстарења авиона. Максималној снази мотора по правилу одговарају максималне вредности вибрација на мотору. У режиму линовања то није случај, јер је снага максимална при максималној температури издувних гасова, за коју је састав смеше најквалитетнији и најближи стехиометријској, што за последицу има мирнији рад мотора.

Докторска теза завршава **осмим поглављем**, тј. закључком у коме су дати најважнији остварени научни резултати истраживања који су добијени у овој докторској дисертацији. Дефинисани су спектри вибрација на изабраним елементима структуре за неколико профила лета авиона Ласта. Вибрације измерене на авиону су добар репрезент оптерећења која делују на појединим елементима структуре у току различитих профила лета авиона. Постојећа веза седиште – под (структура авиона) понаша се као пригушивач вибрација у великом делу опсега анализираних фреквенција и профила лета авиона. Установљен је значајан утицај профила лета авиона на спектар вибрација на поду и на седишту. Спектар вибрација на седишту постављеном у крајњи горњи положај разликује се од спектра вибрација на седишту постављеном у крајњем доњем положају. У сва три профила лета остварено је пригушење вибрација на основној фреквенцији обртања радилице мотора и на фреквенцији пролажења кракова елисе, а у хоризонталном лету авиона остварено је пригушење вибрација и на фреквенцији сагоревања (*firing frequency*). У режиму крстарења авиона детектован је поремећај у раду мотора, при линовању смеше гориво/ваздух која се доводи у мотор, са периодичним командованим променама неколико параметара који карактеришу актуелни режим рада мотора. Овај феномен као и сви напред наведени у тези имају адекватно физичко објашњење. Указано је и на могуће правце даљег

истраживања на тему оцене промене спектра вибрација на изабраном елементу структуре авиона, као последица промене, односно поремећаја у раду мотора.

3. Оцена дисертације

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНО-ЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ даје савремен и оригиналан приступ разматрању проблематици вибрација на ваздухопловним структурама и примени вибродиагностичких алата у развоја и експлоатације летелица. Кандидат је у тези примарно користио методу експерименталних истраживања радних параметара на реалној конструкцији.

Жеља да се тезом да пуни допринос развоју савремених неструктивних метода испитивања структуре и утврђивања стања елемената ваздухоплова са клипно-елисном погонском групом довела је до тога да је морао да се упозна и са одређеним наменским софтверским алатима ради реализације експерименталних истраживања и верификације метода испитивања вибрација на ваздухоплову у лету.

У научне доприносе можемо убројати и оригиналне експерименталне резултате из лета који су у нашој земљи први пут рађени на авиону са клипно-елисном погонском групом. Садржај комплетне тезе прате зрели научни и инжењерски закључци, што доприноси томе да се ова докторска дисертација може оценити врло успешном.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература из области истраживања вибрација на различитим ваздухопловним структурама, али и нумеричких метода и инжењерских симулација. Ова обимна литература је кандидату послужила као полазна основа за формирање прегледа досадашњих истраживања вибрација на структурама ваздухоплова. 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. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

У докторској дисертацији је, у циљу истраживања утицаја поремећаја у раду клипно-елисне погонске групе на спектар вибрација на изабраним елементима структуре авиона, коришћен већи број савремених научно-истраживачких метода, које су примењиване сходно типу проблема који је решаван. У њих можемо убројати следеће: метода експерименталних истраживања радних параметара на реалној конструкцији, методе инжењерства одржавања техничких система, метода експертског мишљења и израда практичне методологије.

Адекватност примењених метода оправдана је потврдом поређења експерименталних резултата измерених вибрација са променама радних параметара мотора, при намерно изазваним поремећајима у раду мотора.

3.4. Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Резултати докторске дисертације поред научне вредности имају и практичну примену, пре свега у развоју и одржавању авиона методама одржавања према стању, предиктивног и проактивног одржавања, употребном вибродиагностичких метода и метода истраживања радних параметара на реалној конструкцији. Као крајњи резултат развијена је метода за оцену промене спектра вибрација на изабраном елементу структуре авиона, као

последица промене, односно поремећаја у раду мотора. Остварени резултати омогућавају универзалан приступ мерењима и анализи вибрација са оценом стања исправности елемената на авионима са клипноелисном погонском групом.

3.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације показао да је у стању да самостално изводи научне пројекте и решава техничке проблеме, као и да успешно влада научним и истраживачким методама. Поседује велико и разноврсно радно искуство (одржавање ваздухоплова и испитивање ваздухоплова) и теоријско знање потребно за даљи квалитетан научно-истраживачки рад, што ће надамо се и учинити.

4. Остварен научни допринос

4.1. Приказ оствареног научног доприноса

Основни научни допринос дисертације огледа се у савременом и оригиналном експерименталном приступу разматраној проблематици вибрација на структури авиона са клипно-елисном погонском групом и примени вибродиагностичких алата у развоју и експлоатацији авиона, што омогућава знатно побољшање и унапређење процеса пројектовања и одржавања таквих авиона.

Остварени научни допринос докторске дисертације „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ је вишеструк:

- врло прегледно је приказана проблематика вибрација које се појављују на структури авиона са клипно-елисном погонском групом, чиме је јасно указано на актуелност проблема који су разматрани у тези;
- дефинисани су спектри вибрација на изабраним елементима структуре авиона за неколико профила лета авиона;
- анализа пригушења вибрација на седишту, применом постављања пасивног пригушивача вибрација у правцу вертикалне осе седишта, потврдила је пригушење вибрација на седишту у свим анализираним профилима унутар анvelope лета, на основним фреквенцијама обртања радилице мотора и на фреквенцијама пролажења кракова елисе;
- развијена је нова, оригинална метода за оцену промене спектра вибрација на изабраном елементу структуре авиона, као последица промене, односно поремећаја у раду мотора;
- нова, развијена методологија и добијени резултати спроведених експеримената представљају значајан допринос повећању поузданости и ефикасности експлоатације и одржавања авиона Ласта, и као такви, могу бити предмет истраживања нових авиона сличне категорије;
- усвојена методологија истраживања омогућава имплементацију метода савременог концепта одржавања према стању, предиктивног и проактивног одржавања у фази развоја и експлоатације авиона са клипно-елисном погонском групом;
- остварени резултати омогућавају универзалан приступ мерењима и анализи вибрација са оценом стања исправности елемената на авионима са клипно-елисном погонском групом.

4.2. Верификовани научни доприноси

Кључни резултати и научни допринос докторске дисертације су верификовани у научном часопису са SCI листе:

Z. Ilić, B. Rasuo, A. Bengin, M. Dinulovic, Potential Connections of Cocpit Floor-Seat on Passive Vibration Reduction at a Pistone Propelled Airplane, **Tehnički vjesnik/Technical Gazette**, 2014, Vol. 21, No. 3, (Прихваћен за штампу). **SCI - IF: 0.347**.

Такође, научни допринос докторске дисертације, делом, је верификован и у радовима објављеним и саопштеним на конференцијама и у научним часописима током вишегодишњег истраживања, а од којих су најзначајнији:

Списак објављених радова мр Зорана Илића

=====

Часописи:

1. **Z. Ilić**, B. Rašuo, M. Jovanović, Istraživanje uticaja nivoa vibracija na pilotskom sedištu u funkciji ispravnosti motora ispitivanjem u letu aviona Lasta, **Tehnika**, broj 6, strane 951-963, 2012.
2. **Z. Ilić**, B. Rašuo, M. Jovanović and D. Janković, Impact of changing quality of air/fuel mixture during flight of a piston engine aircraft with respect to vibration low frequency spectrum, **FME Transactions**, Vol. 41, No.1, pp. 25-32, 2013.

Конференције, конгреси, симпозијуми:

1. M. Jovanović, **Z. Ilić**, Zoran Filipović, "Metodologija i postupak ispitivanja instalacije goriva u letu vazduhoplovnih klipnih motora", Zbornik radova 54. Konferencije ETRAN, Donji Milanovac, 07.-10. jun 2010.
2. M. Jovanović, S. Pekmezović, **Z. Ilić**, „Implementation of Quality Function Deployment (QFD) in Flight Test Process of Basic Trainer Aircraft“, 5 International Quality Conference, ISBN 978-86-86663-68-9, pp. 259-266, Kragujevac, Serbia, May 20, 2011.
3. S. Pekmezović, M. Jovanović, **Z. Ilić**, „Određivanje brzine flatера visokopodzvучnih aviona merenjem relevantnih parametara leta“, Zbornik radova 55. Konferencije ETRAN, Teslić, Republika Srpska, 06. – 09. jun 2011.
4. **Z. Ilić**, M. Jovanović, S. Pekmezović, „Important aspects for extension of fighter plane service life by performing overhaul based on actual condition“, 4th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2011, ISBN 978-86-81123-50-8, pp. 183-188, Beograd, Serbia, October 06-07, 2011.
5. S. Pekmezović, M. Jovanović, **Z. Ilić**, „Flight testing methodology and procedure of spin characteristic on basic training aircraft“, 4th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2011, ISBN 978-86-81123-50-8, pp. 128-132, Beograd, Serbia, October 06-07, 2011.

4.3. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, констатујемо да су решења добијена у тези значајна, те да су применљива у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и

результате представљене у дисертацији, можемо закључити да су пружени одговори на сва релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

С обзиром на значај истраживања у областима испитивања вибрација у лету ваздухоплова, дефинисању спектра вибрација на изабраним елементима структуре и оцени њиховог стања, дисертација представља важан допринос у тим областима истраживања.

Имајући у виду експлицитност добијених резултата, очекује се имплементација добијених резултата у будућим процесима развоја, експлоатације и одржавања ваздухоплова са аспекта примене неструктивних метода оцене стања елемената ваздухоплова и улазак у поље одржавања према стању, предиктивног и проактивног одржавања авиона са клипно-елисном погонском групом.

4.4. Очекивана примена резултата у пракси

Остварени резултати омогућавају универзалан приступ мерењима и анализи вибрација са оценом стања исправности елемената на авионима са клипно-елисном погонском групом.

У Ваздухопловству Војске Србије се осим класичних метода превентивног и корективног одржавања, не користе савремене методе одржавања према стању ваздухоплова, па се очекује значајна примена резултата датих у докторској тези.

Применом приказане методологије могуће је структуре ваздухоплова опремити са адекватном испитно мерном опремом за праћење радних параметара на реалној конструкцији и на тој основи почети увођење одржавања према стању, предиктивног и проактивног одржавања авиона.

Како је у тези развијена и образложена методологија мерења и анализе вибрација и оцена исправности елемената ваздухоплова, очекује се интересовање надлежних институција у МО РС за ове типове одржавања. Примена савремених метода одржавања ваздухоплова омогућила би усавршавање кадра и даљи континуалан рад и трансфер искуства на одржавање и експлоатацију других типова ваздухоплова у Војсци Србије.

Непосредан и конкретан бенефит резултата ове дисертације очекује се у примени пасивног пригушивања вибрација на седишту пилота авиона Ласта.

5. Закључак и предлог

Докторска дисертација под називом „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ кандидата мр Зорана Илића, дипл. инж. машинства, представља савремен и оригиналан научни допринос, који омогућује потпуну анализу разматраних проблема утицаја поремећаја у раду клипно-елисне погонске групе на спектар вибрација на изабраним елементима структуре авиона. На основу онога што је приказано у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика веома актуелна, са задовољством се констатује да је кандидат мр Зораан Илић, дипл. инж. маш. успешно завршио докторску дисертацију, у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата, који су и верификовани, што им обезбеђује велику применљивост у овој области.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске тезе под називом „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“ кандидата мр Зоран Илић, дипл. инж. маш., Комисија за оцену и одбрану са задовољством 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 овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду **15. 05. 2013. год.**

Чланови Комисије за оцену и одбрану:

Др Бошко Рашуо, ментор,
ред. проф. Машинског факултета у Београду

Др Слободан Гвозденовић,
ред. проф. Саобраћајног факултета у
Београду

Др Мирко Динуловић,
доц. Машинског факултета у Београду

To:

Your ref.:

Our ref.: AA-2105-13-270413

Slavonski Brod, 27-04-2013

Subject: **Acceptance of Article**
Article No. **2105-13**
Title: **POTENTIAL CONNECTIONS OF COCKPIT FLOOR - SEAT ON PASSIVE VIBRATION
REDUCTION AT A PISTON PROPELLED AIRPLANE**
Author/s: **Zoran Ilic, Bosko Rasuo, Miroslav Jovanovic, Sladjan Pekmezovic, Aleksandar
Bengin, Mirko Dinulovic**

Dear authors!

Your article (mentioned above) has been accepted for publication in the journal Tehnički vjesnik/Technical Gazette (ISSN 1330-3651), **Vol. 21 No. 3** to be published towards the end of **June 2014**. The article is classified as **original scientific paper**.

Attached is the Copyright Transfer Agreement with Payment Data. Please read carefully the enclosed Copyright Transfer Agreement with Payment Data and if you agree with the given terms fill in the necessary data, sign the form, keep a copy for yourself and send the original to our address by regular mail (also e-mail a copy to tehnvj@sfsb.hr or send a fax to +385 35 446 446).

When we have received the Copyright Transfer Agreement your article will be published in the Journal.

Yours sincerely,

Editor-in-Chief:
Prof.dr. Pero Raos



Enclosed documents:

- Copyright Transfer Agreement and Payment Data

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 976/5
Датум: 30.05.2013. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 12.2 Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 30.05.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр ЗОРАН ИЛИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „УТИЦАЈ ПОРЕМЕЋАЈА У РАДУ КЛИПНОЕЛИСНОГ МОТОРА НА НИВО ВИБРАЦИЈА НА ПИЛОТСКОМ СЕДИШТУ АВИОНА У ЛЕТУ“

II Универзитет је дана 02.07.2012. године, својим актом број 06-19484/32-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. **Z. Ilic**, B. Rasuo, A. Bengin, M. Dinulovic, Potential Connections of Cocpit Floor-Seat on Passive Vibration Reduction at a Pistone Propelled Airplane, **Tehnički vjesnik/Technical Gazette**, 2014, Vol. 21, No. 3, (Прихваћен за штампу). **SCI - IF: 0.347.**

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић