

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ОБРАЗАЦ 6.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације  
кандидата Владимира БЛАНУШЕ, дипл. инж. маш. - мастер

Број: 012-199/19-2016/3

Датум: 04.09.2017. год.

ИЗВЕШТАЈ  
О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију На основу предлога Катедре за машине алатке, технолошке процесе, флексибилне технолошке системе и процесе пројектовања, Одлуке Наставно-научног већа Департмана за производно машинство и одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука, Декана Факултета техничких наука, решењем број 012-199/19-2016 од 13.07.2017. године, именовao је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. <b>НАВАЛУШИЋ</b> др <b>Слободан</b>, редовни професор, 15.06.2006. год. изабран у звање редовни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, уо: Машински елементи, механизми, графичке комуникације и дизајн, <b>председник</b></p> <p>2. <b>ТАБАКОВИЋ</b> др <b>Слободан</b>, ванредни професор 24.10.2013. год. изабран у звање ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања</p> <p>3. <b>ЖИВАНОВИЋ</b> др <b>Саша</b>, ванредни професор 22.12.2015. год. изабран у звање ванредни професор, Машински факултет Београд, уо: Производно машинство</p> <p>4. <b>ЖИВКОВИЋ</b> др <b>Александар</b>, доцент, 15.07.2013. год. изабран у звање доцент, Факултет техничких наука Нови Сад, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања</p> <p>5. <b>ЗЕЉКОВИЋ</b> др <b>Милан</b>, редовни професор, 22.03.2007. год. изабран у звање редовни професор, Факултет техничких наука Нови Сад, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања, <b>ментор</b></p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Владимир, Милан, БЛАНУША</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>13.07.1982., Сомбор, Сомбор, Република Србија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив <b>Факултет техничких наука, Производно машинство – Технологије у машинству, дипломирани инжењер - мастер</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија <b>2009; стрдијски програм МАШИНСТВО</b></p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -----</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<b>АНАЛИЗА ПОНАШАЊА ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИХ ЛЕЖАЈА ЗА СПЕЦИЈАЛНЕ НАМЕНЕ</b>

Наслов на енглеском језику:

**ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF CYLINDRICAL ROLLER BEARINGS FOR SPECIAL APPLICATIONS**

**IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација кандидата **Владимира Блануше**, дипл. инж. маш. - мастер, под насловом "**Анализа понашања цилиндрично ваљкастих лежаја за специјалне намене**" садржи 157 нумерисаних страница, са 134 графичке илустрације у виду скица и дијаграма, 54 табеле са нумеричким подацима и 135 литературних наслова. Испред основног дела текста, у раду су дати: наслов, кључна документацијска информација, садржај, предговор, списак слика, списак табела и списак коришћених ознака.

Истраживања реализована у оквиру докторске дисертације су приказана кроз једанаест поглавља. У наставку се даје садржај рада са назнаком броја страна сваког поглавља.

- Увод (3 стр.)
- Конструкциони параметри цилиндрично ваљкастих лежаја (7 стр.)
- Приказ досадашњих истраживања понашања котрљајних лежаја (14 стр.)
- Развој математичког модела за анализу понашања ваљкастих лежаја (36 стр.)
- Рачунарско моделовање понашања склопа главног вретена улежиштеног цилиндрично ваљкастим лежајима (28 стр.)
- Рачунарско моделовање понашања цилиндрично ваљкастих лежаја за железницу (21 стр.)
- Експериментално испитивање топлотног понашања склопа главног вретена улежиштеног цилиндрично ваљкастим лежајима (19 стр.)
- Експериментално испитивање топлотног понашања осовинског склопа вучених возила за железницу (4 стр.)
- Анализа резултата истраживања (8 стр.)
- Завршна разматрања (3 стр.)
- Литература (10 стр.)

**V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

**Наслов** докторске дисертације на погодан начин указује на садржај истраживања и истиче шта је предмет истраживања.

У **првом поглављу**, УВОД, је указано на још увек значајну потребу истраживања котрљајних лежаја, посебно када се ради о лежајима специјалне намене. То је утицало на дефинисање предмета истраживања - две групе цилиндрично ваљкастих лежаја: прецизни лежаји велике крутости монтирани са преклопом за главна вретена машина алатки (велика тачност и крутост) и лежаји за вучена и вучна возила за железницу монтирани са зазором (проблем топлотног понашања и захтев зазора у свим условима експлоатације). У другом делу овог поглавља је приказана структура рада и садржај појединих поглавља.

Текст у оквиру овог поглавља је делом резултат сазнања из литературе а делом сопствених погледа на разматрању проблематику.

**Друго поглавље**, КОНСТРУКЦИОНИ ПАРАМЕТРИ ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИХ ЛЕЖАЈА, садржи кратак приказ основних параметара којима се дефинише спољашња и унутрашња геометрија цилиндрично ваљкастих лежаја.

Материја изложена у оквиру овог поглавља представља, највећим делом, приказ сазнања из литературе.

**Треће поглавље**, ПРИКАЗ ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА ПОНАШАЊА КОТРЉАЈНИХ ЛЕЖАЈА, садржи детаљан приказ литературе из области статичког и топлотног понашања склопа главног вретена машина алатки. Приказ је дат како за склопове главног вретена улежиштене кугличним лежајима са косим додиром, који су тренутно у жижи интересовања великог броја истраживача, тако и при улежиштењу цилиндрично ваљкастим лежајима којима се бави много мањи број истраживача. Након тога дат је приказ литературе из области статичког и топлотног понашања осовинског склопа вучених и вучних возила за железницу. Може се констатовати да и у овој области нема много литературних извора, па је приказ проширен и на проблематику генерисања топлоте услед кретања и кочења осовинског склопа. На крају овог поглавља дефинисан је предмет и циљ истраживања као и основне хипотезе.

Материја изложена у оквиру овог поглавља представља, највећим делом, приказ сазнања из

литературе. На основу ових сазнања кандидат је дефинисао предмет и циљ и поставио хипотезе истраживања.

**Четврто поглавље, РАЗВОЈ МАТЕМАТИЧКОГ МОДЕЛА ЗА АНАЛИЗУ ПОНАШАЊА ВАЉКАСТИХ ЛЕЖАЈА**, је посвећено дефинисању математичких модела за анализу статичког и топлотног понашања цилиндрично ваљкастих лежаја, као и математичког модела за одређивање динамичке носивости и века лежаја. Математички модел за одређивање статичког и топлотног понашања лежаја развијен је на бази Херцове теорије контакта и распореда оптерећења у лежају према Стрибеку и Шевалу. Развијено је програмско решење за одређивање динамичке носивости и века лежаја. Анализиран је утицај неких од технолошких и експлоатационих параметара на статичко и топлотно понашање ових лежаја.

Приказани математички модели представљају, највећим делом, оригинални допринос кандидата.

У оквиру **петог поглавља, РАЧУНАРСКО МОДЕЛОВАЊЕ ПОНАШАЊА СКЛОПА ГЛАВНОГ ВРЕТЕНА УЛЕЖИШТЕНОГ ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИМ ЛЕЖАЈИМА**, приказани су резултати анализе статичког и топлотног понашања склопа главног вретена улежиштеноског цилиндрично ваљкастим дворедим лежајем у предњем ослонцу. Анализа статичког понашања извршена је за случај аксијалног оптерећења креко унутрашње конусне површине, радијалног оптерећења преко чеоне и унутрашње конусне површине, као и комбинованог аксијалног и радијалног оптерећења. У оквиру рачунарског моделовања топлотног понашања прво су дефинисани механизми преношења топлоте, а након тога је извршена предикција понашања склопа главног вретена применом дводимензионалног и тродимензионалног рачунарског модела. На основу дводимензионалног модела је констатовано да је утицај величине коначних елемената на резултате топлотног понашања релативно мали, па овај утицај није разматран код тродимензионалног модела. Такође је анализиран и истовремени утицај и статичког и топлотног оптерећења на склоп главног вретена, тј. симулирани су реални услови експлоатације, при чему су разматрана сва три случаја статичког и топлотног оптерећења за различите бројеве обртаја. На овај начин је извршена предикција понашања неведеног склопа главног вретена у експлоатацији, са становишта тачности, за различите бројеве обртаја.

Приказани резултати представљају оригинални допринос кандидата.

Кроз **шесто поглавље, РАЧУНАРСКО МОДЕЛОВАЊЕ ПОНАШАЊА ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИХ ЛЕЖАЈА ЗА ЖЕЛЕЗНИЦУ**, извршена је анализа статичког и топлотног понашања осовинског склопа за вучена возила на железници. Анализа статичког понашања осовинског склопа извршена је за случај линеарне и нелинеарне крутости улежиштења. Одређена су померања одговарајућих тачака осовинског склопа услед различитог оптерећења - тежине терета. Након тога је израчуната вредност генерисане топлоте услед обртања лежаја и извршено више рачунарских анализа топлотног понашања применом методе коначних елемената. Анализиран је утицај брзине кретања воза на праволинијској путањи и у кривини, као и висине надвишења пруге у кривини на топлотно понашање цилиндрично ваљкастих лежаја. Разматран је утицај генерисања топлоте услед котрљања тачка по шини и кочења на вредност температуре лежаја. Имајући у виду експлоатацију осовинских склопова у широком дијапазону температура околине разматран је и утицај вискозности мазива на топлотно понашање ових лежаја.

Као и у претходном поглављу приказани резултати представљају оригинални допринос кандидата.

**Седмо поглавље, ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСПИТИВАЊЕ ТОПЛОТНОГ ПОНАШАЊА СКЛОПА ГЛАВНОГ ВРЕТЕНА УЛЕЖИШТЕНОГ ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИМ ЛЕЖАЈИМА**, је посвећено дефинисању експерименталног штанда и експерименталном испитивању топлотног понашања склопа главног вретена улежиштеноског цилиндрично ваљкастим дворедим лежајем у предњем ослонцу. Применом савремене мерне опреме подржане рачунарским системом одређене су температуре у предњем улежиштењу и на карактеристичним тачкама врха вретена. Треба истаћи примену, једне од најсавременијих, инфрацрвене термовизијске камере *Thermo ProTP TP8S* и програма *Guide IrAnalyser* за мерење и обраду резултата. Мерења су извршена за више бројева обртаја. Максимални број обртаја је дефинисан на основу препорука произвођача цилиндрично ваљкастог лежаја. На основу резултата приказаних на термограмима верификован је развијени математички модел за анализу топлотног понашања цилиндрично ваљкастих лежаја, поређењем

результата у седам мерних тачака на спољној површини експерименталног модела. Осма мерна тачка је на унутрашњој конусној површини и њена температура је мерена инфрацрвеним термометром. И ови резултати су послужили за верификацију развијеног математичког модела топлотног понашања лежаја.

Презентовани резултати представљају оригинални допринос аутора.

Кроз **осмо поглавље**, ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСПИТИВАЊЕ ТОПЛОТНОГ ПОНАШАЊА ОСОВИНСКОГ СКЛОПА ВУЧЕНИХ ВОЗИЛА ЗА ЖЕЛЕЗНИЦУ, приказани су резултати експерименталног испитивања топлотног понашања осовинског склопа при котрљању точка по шини и при кочењу. Применом термовизијске камере одређене су вредности температуре точка у стационарном температурном стању при котрљању по шини, као и време достизања стационарног температурног стања. Такође је испитиван утицај различитих врста кочионих уметака на вредност температуре точка у зависности од брзине кретања воза при кочењу.

И ови експериментални резултати представљају оригинални допринос аутора.

У оквиру **деветог поглавља**, АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА, је дата упоредна анализа резултата експерименталног испитивања и рачунарског моделовања топлотног понашања склопа главног вретена. Анализиран је утицај статичког и топлотног понашања на кругост врха главног вретена и нетачност унутрашње конусне површине. Разматран је утицај статичког и топлотног оптерећења на понашање осовинског склопа за железницу. Приказани су резултати века лежаја за железницу у зависности од динамичке носивости, оптерећења и стварне дужине контакта ваљчића и стаза котрљања. Анализиран је утицај кинематске вискозности мазива на генерисану топлоту у цилиндрично ваљкастом лежају.

На основу приказаних табеларних резултата, графичких илустрација, може се констатовати да је дискусија резултата јасна и недвосмислена и не доводи у сумњу приказане резултате и закључке.

У **десетом поглављу**, ЗАВРШНА РАЗМАТРАЊА, су дати закључци, на основу резултата појединих сегмената и изведених истраживања у целини. Након тога, дати су неки од праваца будућих истраживања.

У оквиру овог поглавља кандидат је сумирао резултате до којих је дошао током истраживања, на основу парцијалних резултата појединих сегмената и изведених истраживања у целини.

**Једанаесто поглавље**, ЛИТЕРАТУРА, садржи преглед коришћена 135 литературних наслова, груписаних по абecedном реду. У оквиру прегледа коришћене литературе наведен је 81 рад објављен у међународним часописима са рецензијом, 11 докторских дисертација, 3 магистарске тезе, 15 књига, и 13 радова објављених на научно-стручним конференцијама, који су цитирани у самом раду. Највећи број цитата је релативно новијег датума, наиме, преко 47% цитата је из последњих десет година, а око 23% из последњих пет година.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

*Радови објављени у часопису међународног значаја са ISI листе (M23)*

1. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Milisavlevich, M. B., Savić, B.: *Mathematical modelling of thermal behaviour of cylindrical roller bearing for towed railway vehicles*, Tehnički vjesnik 24, (Technical Gazette 24) Suppl. 1 (2017), 211-217, ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) DOI: 10.17559/TV-20150809184241

*Саопштења са међународног скупа штампано у целини (M33)*

2. Zeljković, M., Živković, A., **Blanuša, V.**: *Thermal-elastic behavior of a main spindle assembly with double row cylindrical roller bearings*, 11<sup>th</sup> International Scientific Conference MMA 2012 - Advanced Production Technologies, Automatic flexible technological systems, CAx and CIM Procedures and Systems, 2012, pp. 309-313, ISBN: 978-86-7892-419-4

3. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Živković, A.: *The thermal elastic behavior of the cylindrical roller bearing for railway vehicles*, XVI Scientific-expert Conference on railways RAILCON 14, 2014, pp:169-172, ISBN: 978-86-6055-060-8.
4. **Blanuša, V.**, Zeljković, M.: *Computer modeling of static behavior main spindle assembly with the double row cylindrical roller bearing*, 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference – COMET-a, Manufacturing Technologies and Advanced Materials, 2014, page: 41-48, ISBN: 978-99976-623-2-3
5. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Milisavljević, B., Živković, A.: *Static analys of behaviour of axle assembly of freight wagons*, 17<sup>th</sup> Scientific – Expert Conference on Railways – RAILCON '16, CD Proceedings – CD ROM, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Niš, Serbia, pp. 189 – 192, 13-14<sup>th</sup> Oktobar, 2016, ISBN 978-86-6055-086-8.

*Radovi u časopisu nacionalnog značaja (M51)*

6. Živković, A., Zeljković, M., Tabaković, S., **Blanuša, V.**: *The analysis of the static behavior of special roller bearing with forged outer ring*, Journal for Technology of Plasticity, 2014, Vol. 39, No 1, pp. 39-47, ISBN: 0354-3870.

*Radovi u časopisu nacionalnog značaja (M52)*

7. **Blanuša, V.**, Štrbac, B., Živković, A., Hadžistević, M.: *Modeling diagnosis thermal source on CNC machine tools using infrared thermography*, Journal of Production Engineering, 2013, Vol. 16, No. 2, pp. 57-60, ISSN: 1821-4932

*Radovi u naučnom časopisu (M53)*

8. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Živković, A.: *Prediction thermal elastic behavior of the cylindrical roller bearing for railway vehicles and calculating bearing life*, Acta Technica Corviniensis, Bulletin of Engineering, 2015, page: 21-26, Fascicule 1, ISBN: 2067-3809.

*Saopштења po pozivu sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M61)*

9. Zeljković, M., Navalušić, S., Todić, V., Tabaković, S., Milojević, Z., Antić, A., Živković, A., Gerić, K., Vičević, M., Lukić, D., Beju, L., Mladenović, C., **Blanuša, V.**, Bojanić, M., Jovičić, G., Vukman, J.: *Savremeni prilazi u razvoju specijalnih rešenja uležištenja u mašinstvu i medicinskoj protetici*, rezultati istraživanja prve godine realizacije projekta, CD rom, 2012, 38. JUPITER konferencija, str. ur 16-ur 34, ISBN: 978-86-7083-757-7

*Saopштења sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)*

10. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Živković, A., Štrbac, B., Hadžistević, M.: *Primena savremenih metoda za merenje temperature*, 11. Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-Jahorina, 2012, Istočno Sarajevo, pp. 491-496, ISBN: 978-99938-624-8-2
11. **Blanuša, V.**, Živković, A., Zeljković, M.: *Računarska analiza toplotnog ponašanja sklopa glavnog vretena uležištenog valjkastim dvoredim ležajima*, CD rom, 38. JUPITER konferencija, 25. Simpozijum CAD/CAM, 2012, str. 2.32-2.38, ISBN: 978-86-7083-757-7.
12. **Blanuša, V.**, Štrbac, B., Živković, A., Hadžistević, M.: *Diagnosis thermal source on CNC machines using infrared thermography*, Naučno - stručna konferencija sa međunarodnim učešćem - ETIQU, Novi Sad, 2013, str. 139-142, ISBN: 978-86-7892-512-2.
13. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Živković, A.: *Toplotno-elastično ponašanje sklopa glavnog vretena uležištenog cilindrično valjkastim ležajem primenom MKE*, 39. JUPITER konferencija, 33. Simpozijum NU-ROBOTI-FTS, Mašinski fakultet, Beograd, 2014, str. 3.15-3.20, ISBN:978-86-7083-724-9.
14. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Savić, B.: *Toplotno-statički model sklopa glavnog vretena pri aksijalnom opterećenju*, Zbornik radova - CD ROM, XIV međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh, Proizvodni sistemi, Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo, str. 415-418, Jahorina, 18.-20. mart 2015 ISBN: 978-99955-763-6-3
15. **Blanuša, V.**, Zeljković, M., Savić, B.: *Uticao težine tereta na radijalne deformacije osovinskog sklopa vučenog vozila na železnici*, 15. Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-Jahorina, 2016, Istočno Sarajevo, pp. 446-469, ISBN: 978-99938-624-8-2

## **VII ZAKЉUČICI OДНОSНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу свеобухватне и детаљне анализе досадашњих истраживања котрљајних лежаја, посебно цилиндрично-ваљкастих лежаја за специјалне намене, у раду су постављене следеће

хипотезе:

- да је понашање цилиндрично-ваљкастих лежаја у експлоатацији могуће довољно тачно дефинисати применом методе коначних елемената;
- да у оквиру конструкционих параметара поред унутрашње геометрије (пречник и дужине котрљајних тела) на понашање лежаја значајан утицај имају, зазор односно преклоп;
- да се укупно спољашње оптерећење нелинеарно преноси на котрљајне елементе у радијалном правцу;
- да у оквиру технолошких параметара значајан утицај на век лежаја има храпавост котрљајних тела и стаза котрљања;
- да у оквиру експлоатационих параметара доминантан утицај имају број обртаја, спољашње оптерећење и температура;

Имајући у виду резултате изложене у раду, може се констатовати да је кандидат у потпуности потврдио постављене хипотезе. Дефинисани општи математички модел за одређивање нелинеарне радијалне крутости цилиндрично-ваљкастих лежаја је базиран на Hertz-овој теорији контакта и расподели оптерећења за свако котрљајно тело. Општост модела се може закључити на основу избора специјалних цилиндрично-ваљкастих лежаја који су послужили за верификацију. Наиме, идентификована је група прецизних лежаја са преклопом (лежаји за главна вретена) са врло широким опсегом бројева обртаја и спољашњим комбинованим оптерећењем. Друга разматрана група специјалних цилиндрично-ваљкастих лежаја је са зазором (улежиштење осовинског склопа на железници) са изразитим спољашњим комбинованим оптерећењем, што такође има значајан утицај на век. Применом развијеног програмског решења је закључено да конструкциони и експлоатациони параметри имају значајан утицај и на статичко и топлотно понашање цилиндрично-ваљкастих лежаја, а самим тим и на крутост и век истих. На овај начин пројектанти и конструктори лежаја променом унутрашње геометрије у фази пројектовања могу директно утицати на век лежаја. Другим речима, за дефинисане услове експлоатације може се пројектовати одговарајући лежај. Због немогућности израде елемената котрљајних лежаја идеалног геометријског облика дефинисани математички модел и програмско решење омогућују узимање у обзир храпавости котрљајних тела на основу ефективне дужине контакта између ваљчића и стаза котрљања. На основу добијених резултата констатовано је да храпавост котрљајних тела значајно утиче на век лежаја. Овим су постављене основе за побољшање унутрашње конструкције лежаја и примену у производњи.

Топлотни модел за одређивање генерисане топлоте у разматраним лежајима је проширен моделом нелинеарног генерисања топлоте у зависности од позиције котрљајних тела. На основу анализе резултата је констатовано да се код лежаја са зазором највећа топлота јавља на котрљајним телима испод мердијанске равни лежаја услед неравномерне расподеле радијалног оптерећења.

Експериментална испитивања су посебно усмерена на анализу топлотног понашања. Експериментално испитивање топлотног понашања је обухватило групу прецизних лежаја за главна вретена и групу лежаја за улежиштење осовинског склопа на железници. Резултати потврђују да је развијени рачунарски модел обухватио практично све разматране параметре. Овим испитивањем је индиректно проверен и статички прорачунски модел.

Резултати у дисертацији задовољавају опште и посебне критеријуме вредновања научног рада.

Кандидат је у решавању научног проблема користио познате и признате научне методе анализе и синтезе, математичког моделовања и експерименталног испитивања.

Упоредна анализа постојећег стања у области котрљајних, односно цилиндрично-ваљкастих лежаја у светској и домаћој литератури и пракси, нуди нове перспективе за сагледавање и унапређивање ове још увек врло актуелне области.

О непосредним доприносима ове дисертације шира научна и стручна јавност је обавештена кроз петнаест радова који су уско везани за ову проблематику, а објављени су у иностраним и домаћим часописима, или саопштени на скуповима међународног и националног значаја.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Докторском дисертацијом су на коректан и систематичан начин приказани оригинални резултати истраживања понашања цилиндрично ваљкастих лежаја у експлоатацији. Резултати истраживања изложени су на доследан и конзистентан начин и исправно протумачени применом

признатих научних метода, те не остављају сумњу у научни и стручни допринос наведене дисертације.

Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Комисија констатује да је докторска дисертација у потпуности написана у складу са образложењем које је кандидат дефинисао у оквиру пријаве теме.

Кандидат је у току израде дисертације, као и на основу резултата приказаних у раду, показао да влада методама рачунарског моделовања. Такође Комисија констатује да кандидат влада методама организације и извођења експерименталних испитивања, тумачењем и анализом резултата, као и исправним доношењем закључака.

Подаци из литературе, којима се кандидат служио, су критички одабрани и уверљиви, а тумачење резултата је јасно и коректно презентовано. Резултати сопствених истраживања су прегледно приказани у виду графичких илустрација и нумеричких интерпретација.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све битне елементе.

У оквиру дисертације су дефинисани предмет и циљ истраживања, полазне претпоставке (хипотезе) и методе истраживања. Изнете полазне претпоставке су логичне, а спроведено истраживање и анализе добијених резултата самостални и оригинални. Добијени резултати имају и практичну инжењерску примену у пројектовању и испитивању котрљајних лежаја.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација садржи све битне елементе за сагледавање разматраних проблема који су обрађивани. Добијени резултати представљају научни допринос у области развоја производа и машинском инжењерству уопште.

Кандидат је поставио оригиналне математичке моделе и развио програмска решења за предикцију понашања котрљајних лежаја у експлоатацији. Извршио је верификацију програмских решења са сопственим експерименталним резултатима. Наведено је верификовано на два типа лежаја: цилиндрично ваљкастим лежајима за улежиштење главних вретена машина алатки и цилиндрично ваљкастим лежајима за улежиштење осовинских склопова за вучна и вучена возила на железници.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија сматра да дисертација нема недостатака и у складу са тим нема утицаја истих на резултате истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана
- да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни односно измени) или
- да се докторска дисертација одбија

На основу укупне оцене дисертације, Комисија *позитивно оцењује поднету докторску дисертацију* кандидата **ВЛАДИМИРА БЛАНУШЕ**, дипломираног инжењера машинства - мастера, под насловом "**АНАЛИЗА ПОНАШАЊА ЦИЛИНДРИЧНО ВАЉКАСТИХ ЛЕЖАЈА ЗА СПЕЦИЈАЛНЕ НАМЕНЕ**" и *предлаже* Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Новом Саду и Сенату Универзитета у Новом Саду *да поднету докторску дисертацију прихвати, а кандидату одобре одбрану.*

## ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. **Др Слободан Навалушић, редовни професор**, уо: Машински елементи, механизми, графичке комуникације и дизајн, Факултет техничких наука, Нови Сад, **председник**
2. **Др Слободан Табаковић, ванредни професор**, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања, Факултет техничких наука, Нови Сад
3. **Др Саша Живановић, ванредни професор**, уо: Производно машинство, Машински факултет, Београд
4. **Др Александар Живковић, доцент**, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања, Факултет техничких наука, Нови Сад
5. **Др Милан Зељковић, редовни професор**, уо: Машине алатке, технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања, Факултет техничких наука, Нови Сад, **ментор**

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.