

Примљено: 10.09.2012			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
73	612-536	20/2	

Наставно - научном већу  
Машинског факултета у Нишу

Предмет: Извештај комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације

Одлуком Наставно - научног већа Машинског факултета у Нишу број 612-456-6/2012 од 04.07.2012., именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације мр Бранислава Поповића, дипл. инж. маш., под називом:

"Анализа поузданости и развој нове генерације колекторских електромотора за потребе аутомобилске индустрије"

Након прегледа докторске дисертације, сагласно Закону о високом образовању и Статуту Машинског факултета Универзитета у Нишу, комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

Кандидат Бранислав (Борислав) Поповић рођен је 21.03.1965. године у Сурдулици. Основну и средњу (техничку) школу завршио је у Сурдулици. Одмах по завршетку средње школе уписао се на Машински факултет у Нишу на коме је дипломирао 1990. године на Енергетском смеру. Последипломске студије такође је уписао на Машинском факултету у Нишу и магистрирао 1996. године са радом под називом: „Анализа температурског, напонског и деформационог поља ротора парних турбина након дејства система заштите“

Кандидат је од 1990 године радио у „ЗАСТАВИ ПЕС“ Сурдулица. Најпре је радио у Сектору Развоја на развоју нових производа све до 1994 године. Затим је радио као Руководилац Сектора контроле на увођењу ISO 9001, до 1995 године, а до 1998 године радио је као Руководилац Сектора Развоја, а 2000 године је постављен на месту техничког директора. Именован је за Заменика Генералног директора и на том месту је био до 2003 године када је изабран за Генералног директора где је радио све до априла 2008 године.

За време рада у привреди реализовао је многе пројекте у области развоја нових производа:

- Освајање Магнетног упаљача за бензинске пумпе и мотокултиваторе и увођење истих у производњу,
- Освајање гаме нових производа, DC електромотора намењених за аутобусе и камионе,
- Развој електромотора са центрифугалним радним колом за грејање возачке кабине возила Застава Флорида,
- Супституисање свих електромотора разних габарита са електромоторима истог спољашњег пречника, 60 мм са Машинским факултетом из Ниша и Застава Институтом из Крагујевца),

- Развој уређаја за испитивање протока, притиска радних кола (у сарадњи са Машинским факултетом из Ниша),
  - Развој новог подизача стакла наменски за возило Москвич, АЗЛКа – Москва, Русија,
  - Развој пумпе за прање возачког стакла за возила Лада, ВАЗ – Тољати, Русија,
  - Развој подизача стакла за возило Ока, ОКА – Владимир, Русија,
  - Развој подизача стакла за Ладу, ВАЗ – Тољати.
- Такође је у овом периоду радио на увођењу,
- Система контроле квалитета ISO 9000,
  - Акта о безбедности на раду,
  - Измена на постојећим и увођење нових технологија (механичка обрада скидањем струготина, механичка обрада деформисањем, каљења – индуктивна, класична, цементација, карбонитрирање и др., бризгање и дување пластике, заваривања- тачкаста, електроотпорна, електролучна, плазма и др., израда алата и пратећа опрема – петоосне ЦНЦ глодалице, бруснице, бушилице, глодалице, галванизација – разне пасивизације, калаисања, бакарисања и др., обрада дрвета – израда прототипова радних кола и др. У дрвету са ЦНЦ опремом и други типови класичне прераде дрвета,
  - Управљања ресурсима,
  - Менаџмент и друго.

Упоредо са ангажовањем у привреди био је активан у Привредној комори Србије, а од 2003 до 2008 године био је председник Скупштине Регионалне привредне коморе Лесковац у Лесковцу.

Од јуна 2008 године је стално запослен у Регионалној привредној комори Лесковац најпре на месту Координатора за Јабланички и Пчињски округ задуженог за привреду. Шеф канцеларије у Врању постаје 2010 године и поред послова у Врању задужен је за Сектор металне, рударске и електро индустрије региона.

Упоредо са радом у комори ради и за ЈУТОИНСПЕКТ и АQA на имплементацији и успостављању система НАССР, OHSAS 18001:2007, СИСТЕМА МЕНАЏМЕНТА ЗАШТИТОМ ЗДРАВЉА И БЕЗБЕДНОСТИ НА РАДУ, КВАЛИТЕТОМ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ISO 14001:2004, и ISO 9001:2008.

За ове активности добио је и многа друштвена признања.

Радови кандидата објављени који су непосредно повезани са темом докторске дисертације су:

1.	<i>Popović, B., Milčić, D., Mijajlović, M.:</i> <b>FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS OF THE AUTO COOLING FAN MOTOR</b> Machine design 2010, The editor in chief prof. phd. Siniša Kuzmanović, Faculty of Tehnical Sciences, Novi Sad, 2010., pp 277-282, ISSN 1821-1259.	M45=1,5
2.	<i>Popović, B., Milčić, D., Mijajlović, M.:</i> <b>Analysis of the cause and types of the collector electromotor's failures in the car cooling systems.</b> Machine design, The editor of the monograph prof. phd. Siniša Kuzmanović, Faculty of Tehnical Sciences, Novi Sad, 2009., pp 151-156, ISSN 1821-1259.	M45=1,5
3.	<i>Milčić, D., Popović, B., Nikolić, N., Živković, D.:</i> <b>ELEKTROVENTILATOR MH-150 KL NAMENJEN ZA RASHLAĐIVANJE RASHLADNE TEČNOSTI KOD SUS MOTORA</b> , Razvijeno: u okviru zajedničkog projekta Mašinskog fakulteta u Nišu i firme Zastava-PES u Surdulici, Realizacija projekta 2005. - 2008., Rukovodilac: Prof. dr Dragan Milčić <a href="http://www.masfak.ni.ac.rs/sitegenius/article.php?aid=6113">http://www.masfak.ni.ac.rs/sitegenius/article.php?aid=6113</a>	M82=6

### Анализа рада

Докторска дисертација кандидата мр Бранислав Поповић, дипл. инж. маш., обухвата 211 страна формата А4. Дисертација садржи 7 поглавља која су обрађена на 183 страна, садржај је приказан на 3 стране, 6 стране наслова и резимеа докторске дисертације на српском и енглеском језику, 1 стране захвалност аутора, 2 стране предговора, списак појмова и термина на 4 страна, 5 страна литературе са 102 библиографских јединица. Дисертација садржи 41 нумерисаних табела и 105 нумерисаних слика. Докторска дисертација је урађена у MS Word текст процесору.

Дисертација обухвата следећа поглавља:

1. Увод
2. Предмет и циљ истраживања
3. Процеси у развоју новог производа
4. Основни појмови у теорији поузданости
5. Примена метода теорије поузданости у развоју електроventилатора
6. Лабораторијска испитивања за оцену поузданости и неопходна опрема за лабораторијско испитивање електроventилатора
7. Развој новог електроventилатора за потребе аутомобилске индустрије
8. Закључак
9. Литература

Рад је обухватио следеће:

- Развој новог типа колекторског електромотора, са перформансама са којима је конкурентан на светском тржишту.
- Развој новог облика елисе и усмеривача електроventилатора.
- Развој новог типа електроventилатора са захтеваним радним веком од 3000 сати намењеног за хлађење мотора СУС и термички комфор кабине аутомобила.

- Експерименталну верификацију сваке итерационе развојне варијанте електромотора у коморама у којима се симулирају услови рада у експлоатацији до отказа испитног узорка.
- Хомологациона испитивања и потврђивању коначне развијене верзије електровентилатора у установи која је овлашћена за хомологациона испитивања.
- Повећање корисне снаге електровентилатора по јединици масе.
- Систематско идентификовање свих могућих комбинација узрока који воде нежељеном догађају и одређивањем фактора који утичу на поузданост електромотора са вентилатором, а коришћењем потребних мера за повећање поузданости препознати су потенцијални откази колекторских електромотора (електровентилатора) и њихове последице.

Прво поглавље је Увод у дисертацију у коме је дат значај развоја нових производа са аспекта поузданости. Дати су принципи који су коришћени приликом развоја новог производа - електровентилатора

У другом поглављу дисертације је дат предмет и циљ истраживања. Описан је система за хлађење СУС мотора и систем за климатизацију кабине аутомобила и у оквиру тога улога електровентилатора. Посебно је дат осврт на разне типове колекторских електромотора основног подсистема електровентилатора и начин њиховог функционисања, са приказом врста и типова електромотора који се користе у аутомобилској индустрији.

Треће поглавље дисертације посвећено је методолошком приступу у развоју новог производа. Приказани су процеси у развоју новог производа од постављања задатка за развој производа до генерисања свих потребних информација за израду, монтажу, контролу, производњу и пласман производа на тржишту. Разматрани су начини остваривања жељених перформанси и разлика између њих и остварених перформанси. Дат је приказ фаза развоја новог производа: истраживања објекта развоја, дефинисања пројектног задатка, конципирања детаља, развоја облика и димензија делова, развоја прототипова и производње. Овде су дате могуће евалуације и итерације у развоју нових производа са методама одлучивања и начинима вредновања варијантних решења.

У четвртном поглављу се описују основни појамови у теорији поузданости техничких система. Приказане су и варијанте отказа система у вези са функцијама и према критеријумима отказа. Дати су узроци и тежине могућих отказа. Описана је поузданост током животног циклуса производа. У дисертацији су дати и основни појмови статистике и теорије вероватноће. Поступци испитивања поузданости система имају посебно велики значај и веома су битне за анализу мера ради повећања поузданости. У овом поглављу дата је и примена инжињерство поузданости у развоју електровентилатора.

У петом поглављу је дат је приказ примењених метода теорије поузданости у развоју колекторског електромотора односно електровентилатора. Методе које су коришћене у овој дисертацији су метода анализе стабла отказа - FTA, метода анализа начина и последица отказа - FMEA током пројектовања и производње и метода анализа начина, последица и критичности отказа - FMESCA.

Шесто поглавље дисертације посвећено је лабораториском испитивању колекторских електромотора односно електровентилатора за оцену поузданости. У овом поглављу је дата и неопходном опремом за лабораторијско испитивање електромотора, електровентилатора. Овде је приказано статистичко планирање

испитивања, потребни радни услови током испитивања, стратегије испитивања поузданости, узорковање, поступак хомологације и атестирања електроventилатора.

У седмом поглављу се детаљно приказује комплетан поступак развоја новог колекторског електромотора, електроventилатора за потребе аутомобилске индустрије. Приказан је процес развоја електроventилатора од истраживања тржишта, дефинисање циљева, жељених перформанси, преко дефинисања пројектног задатка, конципирања детаља, развоја компоненти и склопова, до испитивања развијених компоненти, склопова, прототипова и производа из серијске производње. Истраживањем тржишта установљен је какав производ, електроventилатор је потребно развијати и које су жељене перформансе за овај производ. Такође су приказане и минималне потребне перформансе након освајања овог производа. Установљени су и циљеви квалитета за нови електроventилатор. Дефинисани су и технички захтеви потребни за нови производ. Овде су анализирани и карактеристике постојећег производа који је послужио као основа у развоју производа и повећању његове поузданости. Урађено је стабло отказа електроventилатора који се користи код система за хлађење и клима уређаја ради анализе потенцијалних отказа и евидентирања свих начина отказа елемената овог система. Развој електроventилатора са новим карактеристикама је започео развојем најбитније компоненте овог система – развојем ДЦ електромотора. Основица за развој нове генерације електроventилатора за систем хлађења СУС мотора и климатизације кабине аутомобила, био је постојећи електроventилатор који је производила фирма Застава ПЕС у Сурдулици. Најбитнији подсистем електроventилатора је колекторски електромотор, тако да је најпре рађено на развоју новог колекторског електромотора. За развој је коришћена нова методологија итеративног развоја, која је увек започињала FMEA анализом на бази које је рађен развој, након развоја вршена производња прототипа да би се циклус завршио испитивањем ДЦ мотора на оптном столу. У процесу развој колекторског електромотора освојене су четкице повећаног квалитета, ново решење са два пара четкица, усвојени нови типови котрљајних лежаја, другојачији тип улежиштења, освојен нови тип елисе електроventилатора, уведено балансирање целог склопа електроventилатора чиме је постигнут основни захтев од кога се пошло при развоју новог електроventилатора: радни век - 3000 сати. Верификација електроventилатора је извршена хомологационим испитивањем у овлашћеној установи Застава институт у Крагујевцу.

У овом делу дисертације урађено је и поређење остварених перформанси новоизграђеног и електроventилатора конкуренције. Добијени резултати су показали да је освојен нови електроventилатор у квалитету производа конкуренције, а да га по неким перформансама чак и превазилази - мања маса по јединици снаге.

## ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације и анализе постигнутих резултата, чланови Комисије констатују следеће:

- Поднети рад у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу.
- Кандидат поседује знања из различитих области потребних за израду овакве докторске дисертације.
- Кандидат Бранислав Поповић је израдом докторске дисертације испољио висок степен научног прилаза проблематици у области поузданости и развоја нових производа на основу захтеваног радног века. То је кандидату омогућило да комплексан проблем повећања поузданости и развоја новог производа успешно реши и да дође до резултата који су значајни за даљи развој у овој области.
- Кандидат је показао потребан ниво самосталности у истраживању и способност да изврши синтезу научних знања како би реализовао постављени задатак, уз оригиналност у осмишљавању и креирању одређених научних и стручних решења.
- Основни научни допринос дисертације огледа у увођењу нове методологије развоја производа на бази поузданости.
- Допринос дисертације је у развијеном новом типу колекторског електромотора, са перформансама са којима је конкурентан на светском тржишту.
- Допринос дисертације је у развијеном новом облику елисе и усмеривача електровентилатора.
- Допринос дисертације је, коначно, у развијеном новом типу електровентилатора са захтеваним радним веком од 3000 сати намењеног за хлађење мотора СУС и термички комфор кабине аутомобила.
- Допринос дисертације је и у хомологационом испитивању и потврђивању коначне развијене верзије електровентилатора у установи која је овлашћена за хомологациона испитивања.
- Рад је технички квалитетно урађен и читко написан, те омогућава добро праћење изложеног садржаја и постигнутих резултата истраживања.
- Резултати рада из дисертације су верификовани тиме што су презентирани на домаћим и међународним конференцијама, а један рад ће бити публикован ускоро у часопису са SCI листе.

На основу свега изложеног, чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације са задовољством предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу, да рад мр Бранислава Поповића, дипл. инж. маш., под називом:

**“ Анализа поузданости и развој нове генерације колекторских електромотора за потребе аутомобилске индустрије ”**

прихвати као докторску дисертацију и кандидата позове на усмену одбрану.

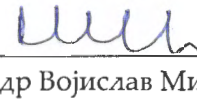
У Нишу, Београду, Источном Сарајеву,  
августа 2012. год.

Чланови комисије:



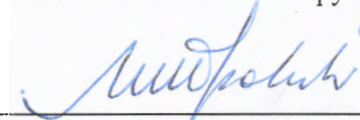
---

др Драган Милчић  
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област – Машинске конструкције)



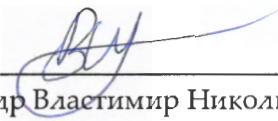
---

др Војислав Милтеновић  
редовни професор. Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Машинске конструкције)



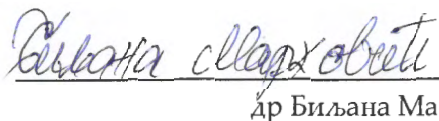
---

др Радивоје Митровић  
редовни професор. Машинског факултета Универзитета у Београду  
(ужа научна област: Опште машинске конструкције)



---

др Властимир Николић  
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
(ужа научна област: Аутоматско управљање и роботика)



---

др Биљана Марковић  
доцент Машинског факултета Универзитета у Источном Сарајеву  
(ужа научна област: Машинске конструкције)