

Примљено: 25.05.2015			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
73	612-345/2015		

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Наставно - научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу, бр. 612-220-15/2015 од 30.03.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милана Банића, дипл. инж. маш. под називом:

### „Методолошки приступ развоју гумено металних опруга”

На основу прегледа докторске дисертације, сагласно Закону о високом образовању, Статуту Универзитета у Нишу и Статуту Машинског факултета Универзитета у Нишу, Комисија подноси следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

#### 1.1 Лични подаци

Милан Банић, асистент Машинског факултета Универзитета у Нишу, рођен је 20.09.1978. године у Нишу. Ожењен је, има двоје деце и живи у Нишу, у улици Хајдук Станкова 8/64.

#### 1.2 Подаци о образовању

Кандидат је основну школу „Свети Сава” у Нишу завршио са одличним успехом као носилац дипломе „Вук Караџић”. Гимназију „Бора Станковић”, природно-математичког смера, завршио је са одличним успехом уз просечну оцену 4,88 (четири и 88/100), успешно положивши матурски испит са оценом 5 (пет).

Школске 1997/98. отпочео је студије на Машинском факултету Универзитета у Нишу, а исте је завршио 25. јануара 2006. године. Дипломирао је на профилу Машинске конструкције и механизација са средњом оценом 9,46 (девет и 46/100) у току студија и оценом 10 (десет) на дипломском раду из области индустријског развоја производа, под називом „Конструкционо решење пресе за пелетирање дрвног отпада”. У том тренутку, кандидат је имао највећи просек у историји Катедре за Машинске конструкције, развој и инжењеринг.

По дипломирању, 2006. године, уписао је последипломске магистарске студије на Машинском факултету Универзитета у Нишу, а по расписивању конкурса за академске докторске студије прешао је са магистарских на докторске студије уз признање 340 ЕСПБ. Као студент докторских студија положио је 8 додатних испита са просечном оценом 10. Кандидат је 02.03.2012. године пријавио докторску дисертацију под називом „Методолошки приступ развоју гумено металних опруга”. Одлуком научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета од 29.05.2012. године предложена пријава докторске дисертације је прихваћена.

Кандидат Банић активно влада енглеским језиком.

#### 1.3 Професионална каријера

Још као апсолвент дипломских студија на служењу цивилног војног рока (током 2005. године), и касније, као стипендиста Министарства за науку Републике Србије (од 2006.

године), ангажован је од стране Машинског факултета Универзитета у Нишу на реализацији научно-истраживачких и наставних пројеката и извођењу наставно-образовног процеса на групи предмета „Машински елементи” и „Развој производа”.

На седници Изборног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу, одржаној 26.05.2008. године, кандидат је изабран у звање асистента за ужу научну област Машинске конструкције. Реизабран је у исто звање 2012. године. Као асистент, кандидат је учествовао или учествује у извођењу наставно-образовног процеса на више од 20 предмета на катедри за Машинске конструкције, развој и инжењеринг.

У току 2005. и 2006. године учествовао је у имплементацији новог модела наставе у области индустријског развоја производа „KaLeP” (Karlsruhe Lernmoduls für Produktentwicklung), који је финансиран од стране DAAD – немачке фондације за академску размену у оквиру програма „Akademischer Neuaufbau Südosteuropa”. На овом пројекту кандидат је био постављен на место модератора пројекта при Машинском факултету Универзитета у Нишу. Од избора у звање асистента, кандидат је више пута био модератор студентских развојних пројеката реализованих на нивоу Универзитета у Нишу. Кандидат је у току основних и последипломских студија био носилац следећих стипендија:

- стипендија Општине Ниш,
- стипендија Министарства науке Републике Србије,

Активно је учествовао у организацији више од 10 научних и стручних скупова организованих од стране Машинског факултета Универзитета у Нишу и Асоцијације за дизајн, елементе и конструкције - АДЕКО.

Кандидат је учествовао у реализацији седам научно-истраживачких пројеката министарстава Владе Републике Србије, у области Програма технолошког развоја и Националног програма енергетске ефикасности, као и шест међународних наставних/билатералних пројеката. Кандидат је и руководио једног од подпројеката у оквиру пројекта „Истраживање и развој нове генерације ветрогенератора високе енергетске ефикасности”, финансираног по текућем Програму технолошког развоја Републике Србије. Поред научно-истраживачких пројеката, кандидат је био ангажован и на више пројеката реализованих преко Института за машинско инжењерство, при чему је на два пројекта био и руководио.

Током своје професионалне каријере, кандидат је више пута био на студијском боравку и стручном усавршавању у оквиру DAAD, CEEPUS и TEMPUS програма.

Од 2008. године кандидат је секретар Катедре за машинске конструкције, развој и инжењеринг, а од 2009. до 2012. био је шеф лабораторије за Машинске конструкције.

Кандидат је члан Асоцијације за дизајн, елементе и конструкције - АДЕКО.

#### **1.4 Научно-стручни рад**

Кандидат Милан Банић је до сада публикувао 81 рада, од чега 3 рада у тематским зборницима међународног значаја (M14), 11 радова у часописима међународног значаја (M20), 1 поглавље у монографији националног значаја, 15 радова у часописима и зборницима са рецензијом националног значаја (M40 и M50), 40 радова на међународним конференцијама и 12 радова на скуповима од националног значаја. Током своје професионалне каријере учествовао је у реализацији 22 пројеката (7 научно-истраживачких, 6 наставно-билатералних и 9 пројеката реализованих преко Института за



машинско инжењерство). Аутор је или коаутор 8 техничких решења. До овог тренутка, кандидат је цитиран 24 пута, искључујући аутоцитате у међународним часописима. Радови које је кандидат публиковао у вези са докторском дисертацијом су већ 8 пута цитирани у међународним часописима са SCI листе.

Научни резултати кандидата који су непосредно повезани са темом докторске дисертације су:

а) радови објављени у часописима међународног значаја

1. *Manić M., Miltenović V., Stojković M., Banić M.*: **Feature Models in Virtual Product Development**; STROJNIŠKI VESTNIK - JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING (ISSN 0039-2480), 56/3 (2010), pp. 169 - 178.
2. *Banić M., Stamenković D., Miltenović V., Milošević M., Miltenović A., Đekić P., Rackov M.*: **Prediction of Heat Generation in Rubber or Rubber-Metal Springs**; THERMAL SCIENCE (ISSN 0354-9836), 16/Suppl. 2 (2012), pp. 593 - 606.
3. *Banić M., Stamenković D., Milošević M., Miltenović A.*: **Tribology Aspect of Rubber Shock Absorbers Development**; TRIBOLOGY IN INDUSTRY (ISSN 0354-8996), 35/3 (2013), pp. 225 - 231.
4. *Stamenković D., Nikolić M., Milošević M., Banić M., Miltenović A., Mijajlović M.*: **Tribological Aspect of Rubber Based Parts used in Engineering**; TRIBOLOGY IN INDUSTRY (ISSN 0354-8996), 36/1 (2014), pp. 9-16.

б) радови објављени у часописима ван SCI листе и зборницима са рецензијом

5. *Мирчески И., Милтеновић В., Кандиџан Т., Банић М.*: **Системски приступ интегралном развоју производа применом KaLeP модела**; КОНСТРУИСАЊЕ МАШИНА - JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING DESIGN (ISSN 1450-5401), 12/1 (2009), pp. 21 - 32.
6. *Miltenović V., Milisavljević J., Miltenović A., Banić M.*: **Definition of Product Profile Based on Innovation Management**; MACHINE DESIGN (ISSN 1821-1259), 3/1 (2011), pp. 7 - 12.
7. *Banić M., Miltenović V., Milošević M., Miltenović A., Jovanović N.*: **Heat Generation Prediction In The Railway Draw Gear Rubber-Metal Spring**; FACTA UNIVERSITATIS SERIES MECHANICAL ENGINEERING (ISSN 0354-2025), 10/2 (2012), pp. 171 - 180.
8. *Banić M., Miltenović A.*: **Competence of the Development Engineers from Aspect of Future Technologies**; MACHINE DESIGN (ISSN 1821-1259), 4/4 (2012), pp. 225 - 230.

в) радови саопштени на међународним скуповима

9. *Miltenović V., Vereš M., Banić M.*: **Concept of Virtual Product Development**; THE 6<sup>TH</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ABOUT DESIGN IN MECHANICAL ENGINEERING – KOD 2010, Proceedings (ISBN 978-86-7892-278-7), Palić, Serbia, 29-30.09.2010, pp. 7 - 12.
10. *Ianici S., Banić M., Miltenović A.*: **Virtual Product Development on Venturi Pump**; THE INTERNATIONAL CONFERENCE MECHANICAL ENGINEERING IN XXI CENTURY, Proceedings (ISBN 978-86-6055-008-0), Niš, Serbia, 25-26.11.2010, pp. 117 - 120.
11. *Stamenković D., Milošević M., Jovanović S., Banić M., Jovanović D.*: **Experimental Investigation of Railway Vehicles Dynamic Characteristics**; THE INTERNATIONAL CONFERENCE MECHANICAL ENGINEERING IN XXI CENTURY, Proceedings (ISBN 978-86-6055-008-0), Niš, Serbia, 25-26.11.2010, pp. 157 - 160.
12. *Banić M., Miltenović V., Milošević M., Miltenović A., Jovanović N.*: **Prediction of Heat Generation in Railway Draw Gear Rubber-Metal Spring**; 15<sup>TH</sup> SCIENTIFIC - EXPERT

CONFERENCE ON RAILWAYS - RAILCON '12, Proceedings (ISBN 978-86-6055-028-8), Niš, Serbia, 04-05.10.2012, pp. 29 - 32.

13. *Banić M., Stamenković D., Milošević M., Miltenović A.*: **Tribology Aspect of Rubber Shock Absorbers Development**; 13<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRIBOLOGY – SERBIATRIB 2013, Proceedings (ISBN 978-86-86663-98-6), Kragujevac, Serbia, 15-17.05.2013, pp. 286 - 291.
14. *Stamenković D., Nikolić M., Milošević M., Banić M., Miltenović A., Mijajlović M.*: **Tribological aspect of rubber based parts used in engineering**; 13<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRIBOLOGY – SERBIATRIB 2013, Proceedings (ISBN 978-86-86663-98-6), Kragujevac, Serbia, 15-17.05.2013, pp. 302 - 307.
15. *Banić M., Stamenković D., Miltenović V., Milošević M., Miltenović A.*: **Implementatation of Virtual Product Development Process on Rubber-Metal Springs**; THE 2<sup>ND</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE MECHANICAL ENGINEERING IN XXI CENTURY – MASING 2013, Proceedings (ISBN 978-86-6055-039-4), Niš, Serbia, 20-21.06.2013, pp. 227 - 232.

г) радови саопштени на националним скуповима

16. *Милтеновић В., Банић М.*: **PLM приступ код развоја производа у железници**; XII НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ – ЖЕЛКОН/RAILCON '06 са међународним учешћем, Зборник радова (ISBN 86-80587-59-1), Ниш, Србија, 19.-20.10.2006, стране 95 - 98.
17. *Милтеновић В., Банић М.*: **Интегрални методолошки приступ развоју производа**; ТЕРМУС пројекат **MULTIDISCIPLINARY STUDIES OF DESIGN IN MECHANICAL ENGINEERING, II Workshop**, Машински факултет Београд, Београд, Србија, 07.05.2007.
18. *Стаменковић Д., Милошевић М., Петров И., Банић М.*: **Развој и верификација гумено-металних елемената примарног огибљења електричних локомотива**; XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ – ЖЕЛКОН/RAILCON '10 са међународним учешћем, Зборник радова (ISBN 86-80587-59-1), Ниш, Србија, 07-08.10.2010, стране 79-82.
19. *Банић М., Раденковић Г., Раденковић С., Мијајловић М., Ђекић П.*: **Испитни сто за мерење крутости гумено-металних елемената примарног огибљења у три правца**; XIV НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА О ЖЕЛЕЗНИЦИ – ЖЕЛКОН/RAILCON '10 са међународним учешћем, Зборник радова (ISBN 86-80587-59-1), Ниш, Србија, 07-08.10.2010, стране 181 - 184.

д) техничка решења

20. *Стаменковић Д., Милошевић М., Јовановић С., Банић М., Мијајловић М.*: **Гумено-метални елементи примарног огибљења електричних локомотива**. Категорија техничког решења: **М84**. Реализатори: **Машински факултет Универзитета у Нишу**. Корисници: **Тигар Техничка гума д.о.о., Пирот**. Почетак примене: 31.03.2010.

Кандидат је учествовао и у реализацији научних и других пројеката који су у непосредној вези са истраживањем у оквиру његове докторске дисертације:

1. **Развој гумено-металних елемената за железничка возила**. Научно-истраживачки пројекат у оквиру програма технолошког развоја у индустрији, који финансира Министарство за науку Републике Србије. Евиденциони број пројекта: TR 6336 Реализација пројекта: 2005/2007. Руководилац пројекта: *Проф. др Душан Стаменковић*.

- Партиципанти: **MIN – Svrlijig**, Сврљиг, **TIGAR TEHNIČKA GUMA**, Пирот. Позиција на пројекту: истраживач приправник.
2. **Истраживање и унапређење примарног огибљења електричних локомотива за отежане услове експлоатације.** Научно-истраживачки пројекат у оквиру Програма технолошког развоја, који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије. Евиденциони број пројекта: TP 14007. Реализација пројекта: 2008/2010. Руководилац пројекта: *Проф. др Душан Стаменковић*. Партиципант: **TIGAR TEHNIČKA GUMA, Пирот**. Позиција на пројекту: истраживач.
  3. *Стаменковић, Д., Милошевић, М., Јовановић, С., Банић, М. и др.: Испитивање мирноће хода дрзине ДХД -200.* Инвеститор: МИН локомотива д.о.о., Ниш, 2010; Позиција на пројекту: члан тима.
  4. *Стаменковић, Д., Милошевић, М., Банић, М. и др.: Експлоатационо испитивање гумено-металних елемента примарног огибљења електричних локомотива.* Инвеститор: Тигар Техничка гума д.о.о., Пирот, 2012; Позиција на пројекту: члан тима.

## 2. АНАЛИЗА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Милана Банића, дипл. маш. инж. састоји се увода, четири поглавља, закључка, списка коришћене литературе и прилога.

Садржај текста докторске дисертације изложен је кроз следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед стања и идентификација подручја истраживања
3. Конститутивни модели механичког понашања еластомера
4. Методологија развоја гумено-металних опруга
5. Валидација предложеног модела развоја гумено-металних опруга
6. Закључак

Предмет докторске дисертације је истраживање процеса развоја гумено-металних опруга као пасивних изолатора вибрација. Као циљ истраживања дисертације постављено је утврђивање систематичне процедуре развоја гумено-металних опруга базиране на савременим алатима виртуелног развоја производа.

У уводном поглављу дате су опште напомене о предмету истраживања и дат је кратак приказ истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације.

У оквиру другог поглавља докторске дисертације, након дефиниције основних појмова индустријског и виртуелног развоја производа, представљене су гумено-металне опруге као машински елементи и дати су општи принципи обликовања и прорачуна гумено-металних опруга. Обрађене су специфичне карактеристике које проузрокују непредвидивост понашања гуме као инжењерског материјала у експлоатацији, као и основне теоријске поставке процеса контроле вибрација. Приказан је и класични приступ развоју гумено-металних опруга, при чему је установљено да се развој гумено-металних опруга у оквиру класичног приступа заснива на претходном искуству пројектанта и методи покушаја и грешке. Основни недостатак класичног приступа огледа се у неефикасности процеса развоја услед итеративне процедуре са бројним експерименталним проверама да би се достигле захтеване механичке карактеристике производа. На крају другог поглавља, након прегледа стања истраживања, идентификовано је подручје истраживања докторске дисертације.

У оквиру трећег поглавља, докторска дисертација даје кратак приказ хипереластичних и вискоеластичних/вископластичних модела материјала са нагласком на могућности и прецизност предвиђања модела који се најчешће користе у инжењерској пракси. Кандидат у наведеном поглављу даје преглед истраживања у области процене прецизности предвиђања механичког понашања еластомера, као и приказ теоријских основа Бергстром-Бојс модела као нелинеарног вискоеластичног модела материјала. У оквиру наведеног поглавља дефинисана је експериментална процедура на основу које се одређују параметри Бергстром-Бојс модела која је знатно једноставнија у односу на сложена испитивања која су потребна да би се одредили параметри хипереластичних модела материјала. Приказано је и експериментално испитивање девет гумених смеша применом напред наведене експерименталне процедуре. У оквиру трећег поглавља кандидат је извршио и упоредну анализу прецизности предвиђања и могућности/ограничења најпопуларнијих хипереластичних модела (Муни-Ривлин и Јеох) и основног и проширених варијанти Бергстром-Бојс модела. Упоредна анализа прецизности предвиђања извршена је поређењем коефицијента детерминације ( $R^2$ ) који показује колико одређени механички модел добро предвиђа механички одзив одређен експерименталним путем. Наведена упоредна анализа извршена је за случај литературно доступних експерименталних података, као и применом резултата добијених експерименталним испитивањем девет изабраних гумених смеша. Кандидат је установио да ће основни Бергстром-Бојс модел у великој већини случајева имати или бољу или еквивалентну прецизност предвиђања у односу на класичне хипереластичне конститутивне моделе, чак и када су они проширени Мулинсовим моделом оштећења. Кандидат је такође установио и да напредни вископластични модели материјала настали проширењем Бергстром-Бојс модела могу у највећем броју случајева остварити готово потпуно предвиђање механичког понашања еластомера. На основу резултата истраживања може се закључити да је велика предност Бергстром-Бојс модела могућност да са релативном прецизношћу предвиђа зависност од брзине деформације и релаксационе појаве што није могуће учинити класичним хипереластичним конститутивним моделима. Кандидат у оквиру наведеног поглавља предлаже и процедуру којом се из величине хистерезиса при једноосном сабијању може приближно одредити вредност фактора хистерезисног пригушења, а самим тим и реални, имагинарни и комплексни динамички модул еластичности и клизања чиме се избегавају компликована испитивања динамичких својстава гумених смеша. Након истраживања прецизности предвиђања механичког понашања, параметри материјала добијени обрадом експерименталних података су верификовани нумеричким симулацијама експерименталних истраживања. За потребе симулације експерименталних истраживања развијена је и нова процедура предвиђања приближне вредности коефицијента трења код слободног контакта гуме и метала.

У четвртом поглављу докторске дисертације утврђена је нова интегрисана методологија развоја гумено-металних опруга заснована на примени алата виртуелног развоја производа. У оквиру интегрисане методологије разрађене су аналитичке, нумеричке, експерименталне и оптимизационе процедуре потребне за процес виртуелног развоја гумено-металних опруга, почев од профила производа па до процеса производње гумено-металне опруге. Основне предности нове методологије су:

- укидање бројних претпоставки које карактеришу досадашњи приступ у пројектовању гумено-металних опруга,



- увођење „стандардизоване” форме листе захтева на основу које се врши процес развоја,
- увођење систематичне процедуре избора гумене смеше за израду гумено-металне опруге,
- пројектовање опруге на основу реалних експлоатационих оптерећења,
- пројектовање на основу преносивости и пригушења као најважнијих параметара процеса контроле вибрација,
- нова процедура за предвиђање генерисања топлоте услед апсорпције енергије при динамичком напрезању гумено-металних опруга,
- дефинисање листе стандарда који прописују испитивања гумених смеша и гумено-металних опруга.

Поред теоријских аспеката процеса виртуелног развоја гумено-металних опруга цео процес се описује кроз пример развоја гумено-металне опруге за изолацију ниско-фреквентних вибрација. Нова методологија дефинише све задатке које треба извршити да би се спровео процес, ток процеса, ток одлучивања и ток информација у оквиру процеса развоја производа. У свакој фази процеса развоја дефинисана је и примена одговарајућих алата виртуелног развоја производа. Током истраживања установљена је зависност квазистатичког угиба од релаксационих појава и ревидирана је дефиниција квазистатичког угиба опруге. Такође, у оквиру четвртог поглавља дате су и препоруке за избор реда коначног елемента и разматран је утицај броја коначних елемената на конвергенцију резултата симулације.

У оквиру петог поглавља докторске дисертације кандидата нова методологија развоја гумено-металних опруга верификована је процесом развоја гумено-металне опруге примарног огибљења локомотиве 441 (444) ЈП „Железнице Србије”. На основу анализе карактеристика примарног огибљења локомотиве и експерименталног истраживања динамичких експлоатационих карактеристика електричних локомотива дефинисан је профил производа преко листе захтева. Након дефинисања идејног решења и концепта опруге примарног огибљења, извршено је пројектовање опруге. Гумено-метална опруга развијена применом нове методологије је израђена и спроведено је типско испитивање њених карактеристика, на основу чега је добијена привремена дозвола за употребу на пругама ЈП „Железнице Србије”. Израђене опруге су монтиране на електричну локомотиву 444-003 ЈП „Железнице Србије” након чега су спроведена једногодишња експлоатациона испитивања. Током лабораторијских и експлоатационих испитивања гумено-метална опруга се понашала у складу са резултатима добијеним применом нове методологије развоја, чиме је верификована методологија развоја дефинисана у оквиру докторске дисертације и доказана њена практична примењивост. Такође, резултати експлоатационог испитивања су доказали висок квалитет гумено-металних опруга примарног огибљења електричних локомотива јер је на основу експлоатационих испитивања добијена употребна дозвола од стране Дирекције за железнице Републике Србије.

У закључку докторске дисертације кандидат сумира резултате истраживања и истиче научни допринос докторске дисертације, као и могуће правце даљег истраживања у наведеној области.

### 3. НАУЧНИ ДОПРИНОС ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Научни допринос докторске дисертације првенствено се огледа у дефинисању нове интегрисане методологије развоја гумено-металних опруга, засноване на примени савремених алата виртуелног развоја производа.

Основна предност нове методологије развоја гумено-металних опруга је увођење пројектовања опруге на основу преносивости и пригушења као најважнијих параметара процеса контроле вибрација. За разлику од класичног процеса развоја гумено-металне опруге у коме је избор гумене смеше вршен искључиво на основу претходног искуства пројектанта, у дисертацији је дефинисана систематична процедура за избор гумене смеше с аспекта извршења основне функције – пригушења вибрација.

Остале предности нове методологије развоја гумено-металних опруга огледају се у:

- смањењу броја експерименталних истраживања;
- употреби реалних експлоатационих оптерећења уместо претпоставки;
- увођењу новог поступка за приближну процену фактора хистерезисног пригушења на основу експерименталног испитивања гумених смеша једноосним сабијањем;
- увођењу нове процедуре за процену генерисања топлоте, као основног узрока старења опруге, која се у потпуности ослања на алате виртуелног развоја производа.

Поред наведеног, у остале научне доприносе докторске дисертације убрајају се и:

- истраживање прецизности предвиђања механичког понашања више конститутивних модела гумених смеша које се уобичајено користе за израду гумено-металних опруга;
- развој нове процедуре којом се одређује приближна вредност коефицијента трења код слободног контакта гуме и метала;
- истраживање утицаја облика и реда коначног елемента на тачност нумеричких симулација гумено-металних опруга применом методе коначних елемената.

### 4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације кандидата и приказаних резултата чланови Комисије за преглед, оцену и одбрану закључују да:

- садржај докторске дисертације у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, као и Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Нишу,
- кандидат је овладао потребним знањима из различитих области, а нарочито из области индустријског развоја производа, пасивне контроле вибрација и нумеричких симулација применом методе коначних елемената,
- кандидат је испољио потребну самосталност, систематичност и инвентивност у научноистраживачком раду,
- кандидат је током истраживања на изради докторске дисертације дошао до оригиналних резултата који су делом објављени у међународним часописима и саопштени на конференцијама из уже научне области којој припада тема докторске дисертације,
- приказани резултати истраживања омогућавају даља истраживања у области пасивне контроле вибрација применом гумено-металних опруга,



- докторска дисертација је задовољавајуће конципирана и технички квалитетно урађена.

На основу изложеног, чланови Комисије сматрају да поднета докторска дисертација представља вредан научни и стручни допринос проблематици развоја гумено-металних опруга као пасивних изолатора вибрација. Комисија предлаже Научно-наставном већу Машинског факултета Универзитета у Нишу да поднесу рад кандидата Милана Банића, дипл. маш. инж. под називом:

**„Методолошки приступ развоју гумено металних опруга”**

прихвати као докторску дисертацију и кандидата позове на усмену јавну одбрану.

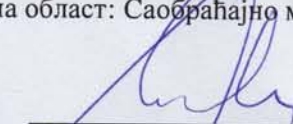
У Нишу, Београду и Новом Саду,

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Маја 2015. године



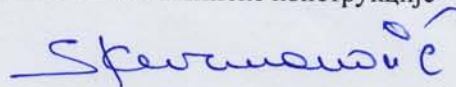
**др Душан Стаменковић,**  
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Саобраћајно машинство



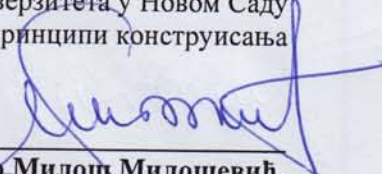
**др Драган Милчић,**  
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Машинске конструкције



**др Радивоје Митровић,**  
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду  
Ужа научна област: Опште машинске конструкције



**др Сениша Кузмановић,**  
редовни професор Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду  
Ужа научна област: Машински елементи и принципи конструисања



**др Милош Милошевић,**  
ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу  
Ужа научна област: Мехатроника