

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

Доситејева 19

Краљево, 36000

Факултет за машинство и грађевинарство  
у Краљеву

Универзитета у Крагујевцу,

Број: 698

Датум: 22.05. 2017. год.

Краљево, Доситејева 19.

## НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације мр Горана Михајловића, дипл. маш. инж.

На предлог Наставно – научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Одлука бр. 328/8 од 21.03.2017., као и Одлуке бр. IV-04-379/21 од 12.04.2017. Већа за техничко - технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Горана Михајловића, дипл. маш. инж. под насловом:

### **“ УТИЦАЈНИ ПАРАМЕТРИ НА РАДНУ СПОСОБНОСТ ОСЦИЛАТОРНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПЛАТФОРМИ ЗА ПРОСЕЈАВАЊЕ ВЛАЖНИХ МАТЕРИЈАЛА ”**

Увидом у приложену докторску дисертацију, Извештаја о подобности кандидата и теме докторске дисертације која је одобрена за израду Одлуком Факултета за машинство и грађевинарство, бр. 540/8 16.05.2013. и Одлуком Стручног већа за техничко - технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, бр. 332/10 од 12.06.2013. и Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно - научног већу следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области**

Докторска дисертација кандидата мр Горана Михајловића под називом “Утицајни параметри на радну способност осцилаторних транспортних платформи за просејавање влажних материјала” представља систематизован научно-истраживачки рад кандидата у области механизације и носећих конструкција: транспортна техника-транспортни уређаји осцилаторног дејства у циљу дефинисања утицајних параметара на повећање радне способности транспортних платформи. Истражени су динамички утицаји на понашање платформи при раду са материјалима повећане влажности.

Анализирајући резултате научних истраживања који се односе на осцилаторне транспортне платформе за просејавање различитих материјала, кандидат је проширио теоријску анализу утицајних параметара на повећање радне способности и при раду са влажним материјалима. Са таквим прилазом, кандидат је истражио и формулисао утицајне параметре који омогућавају функционалну стабилност платформи и при екстремним радним условима. Валидација истражених теоријских резултата је



потврђена на лабораторijsком постројењу једне вибрационе транспортне платформе. Такође запажен број радова на домаћим и међународним конференцијама као и радова у домаћим и међународним часописима које је кандидат објавио из ове области су најбоља потврда квалитета спроведених истраживања.

Усвојен је модификовани синусни закон профила брзине кретања честица на осцилаторној транспортној платформи. За тако дефинисани профил брзине презентовани су кинематички дијаграми брзина, убрзања и пута кретања честице материјала, као јединствен комбиновани приступ формирања динамичких модела осцилаторних платформи.

Овакав приступ се појављује као нови, који пружа могућност реалног разматрања сложених конструкција, испољавајући при томе предности у односу на класични приступ свођења конструкција на једноставне моделе. Развијени нови приступ комбинује аналитички и коначно-елементни приступ. У првом кораку, принципи аналитичке механике су коришћени за моделирање кретања осцилаторних транспортних платформи, док је у другом кораку коначно-елементни приступ коришћен за моделирање носеће конструкције осцилаторних транспортних платформи.

Поред теоријског доприноса предметне докторске дисертације треба истаћи и практични који се огледа у:

- модификацији постојећих осцилаторних транспортних платформи са циљем повећања радне способности;
- израда потпуно нових осцилаторних транспортних платформи које се могу примењивати у различитим условима транспорта и влажних материјала.

## **2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области**

Комисија оцењује да је докторска дисертација кандидата мр Горана Михајловића, дипл.маш. инж., резултат оригиналног научног рада кандидата. Обрађена тема актуелна је и значајна за област науке развоја нових прорачунских метода у научној области механизација и носеће конструкције: транспортна техника-транспортни уређаји осцилаторног дејства

У оквиру дисертације проверавана су систематизована научна достигнућа и општеприхваћене чињенице публиковане у релевантној литератури, везане за проблематику која је разматрана у дисертацији.

Резултат оригиналног научног рада кандидата посебно се огледа у томе што су у току израде дисертације формирана два оригинална математичка модела и то:

- математички модел у функцији времена  $t$  процеса сепарације влажне земљишне масе помоћу осцилаторне транспортне платформе (дат диференцијалном једначином првог реда као резултат прве фазе, тј. фазе теоријског истраживања);

- математички модел добијен вишекритеријумском оптимизацијом процеса транспорта влажне земљишне масе помоћу осцилаторне транспортне платформе (као резултат друге фазе, тј. фазе експерименталног истраживања).



Кандидат је, према томе, показао да поседује теоријска знања која спрегнута са експерименталним јасно указују на његову способност бављења научно-истраживачким радом.

### **3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области**

Мр Горан Михајловић, дипл.маш. инж., рођен је 24.09.1963. год. у Трстенику. Основну и средњу школу завршио је у Трстенику. Завршио је најпре Вишу техничку машинску школу у Трстенику 1986. год. са просечном оценом 8,50 (смер: конструкцијско-производни за хидраулику и пнеуматику), а потом је дипломирао на Техничком факултету у Чачку 1991. год. са просечном оценом 8,25. Последипломске студије уписао је 1992. год. на Техничком факултету у Чачку, а 1995. год. одбранио магистарски рад под називом: “Утврђивање оптималних радних параметара вибрационо-њихајућих осцилаторних платформи са аспекта разбијања и сепарације чврсте масе”.

Први радни однос засновао је 18.12.1986. као самостални контролор квалитета у Индустрији хидраулике и пнеуматике “Прва петолетка” у Трстенику, где је радио до 1995. год. Потом је 18.12.1995. год. засновао радни однос у звању предавача на Вишој техничкој машинској школи у Трстенику, где је потом 2000. год. изабран у звање вишег предавача, а 2005. год. у звање професора за наставне предмете: Машински елементи, Машинске конструкције, Трибологија, Одржавање техничких система. Војни рок је одслужио 1982/1983. Чита и пише енглеским и руским језиком.

Као аутор и коаутор објавио је већи број радова у домаћим часописима као и на домаћим и међународним конференцијама, од којих су већина из области машинских конструкција и трибологије. Учествовао је у реализацији 2 научно - истраживачка пројекта финансираних од стране Министарства за науку.

У протеклом периоду обављао је следеће јавне функције: председник Организације синдиката Високе техничке машинске школе струковних студија у Трстенику (2001÷2007.); председник Управног одбора Дома ученика и студената у Трстенику (2006÷2010.); народни посланик у Народној скупштини Републике Србије (2008÷2012.); одборник у СО Трстеник (2008÷2012.); председник Надзорног одбора Аеро-клуба у Трстенику (од 2015. год.).

У наставку су приказани само најважнији радови везани за област докторске дисертације.

#### ***I. Рад објављен у међународном научном часопису са SCI листе (M20)***

1. **Goran Mihajlović**, Milomir Gašić, Mile Savković – *Research on parameters influencing performance of vibrating platforms during transporting the dry earth mass*, TEHNIČKI VJESNIK – TECHNICAL GAZETTE, 2017, Vol. 24/Suppl. 1, pp.127-135, DOI: 10.17559/TV-20150402111852, Print: ISSN 1330-3651; Online: ISSN 1848-6339 (M23)
2. M. Babić, V. Kocović, Đ. Vukelić, **G. Mihajlović**, M. Erić, B. Tadić – *Investigation of ball burnishing processing on mechanical characteristics of wooden elements*, JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING SCIENCE, Part C, 2017, Vol. 231(I), pp.120-127, DOI: 10.1177/0954406216641711, ISSN 0954-4062 (M23)

#### ***II. Саопштење са међународног научног скупа штампано у целини (M30)***



1. Živković M., **Mihajlović G.**, Golubović D. – *Simulation model for the analysis of behavior of hydrostatic force transducer (HFT)*, The fifth International conference "Heavy machinery HM 2005", pp. IB. 45÷IB 48, ISBN 86-82631-28-8, Mašinski fakultet, Kraljevo, 2005. (M33)
2. Petrović R., **Mihajlović G.**, Đuričić LJ. – *Experimental research and analysis of working and constructive parameters of hydro pumps with constant pressure and variable flow*, III International Workshop on Aircraft System Technologies, pp.105-112, March 31-April 1, ISBN 978-3-8322-8071-0, Hamburg, Germany, 2011. (M33)

### III. Rad u časopisima nacionalnog značaja (M50)

1. **Goran Mihajlović** – *Modelling and dynamical analysis of the process of dry land mass transport by means of vibrating oscillatory platform*, IMK-14 Research and development, Vol. 19, No 1, pp. EN 1÷6, 2013., ISSN 0354-6829. (M52)
2. **Goran Mihajlović**, Milomir Gašić, Mile Savković – *Dynamical modelling of the process of separation and sieving of wet land mass by oscillatory transporting platform*, IMK-14 Research and development in Heavy Machinery, Vol. 20, No 1, pp. EN 9÷18, 2014., UDC 621 ISSN 0354-6829. (M52)
3. **Goran Mihajlović** – *The experimental analysis of the oscillatory transporting platforms for sieving moist materials*, IMK-14 Research and development in Heavy Machinery, Vol. 23, No 1, pp. EN 1÷8, 2017., ISSN 0354-6829. (M52)

### 4. Оцена о испуњености обима и квалитета докторске дисертације у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата мр Горана Михајловића, дипл.маш. инж., под називом “Утицајни параметри на радну способност осцилаторних транспортних платформи за просејавање влажних материјала” по обиму и садржају одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву и Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу. По квалитету и по добијеним резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторске дисертације. Написана је на 112 страна, при чему је цитирана литература наведена у оквиру 50 библиографских јединица.

Дисертација садржи девет поглавља и списак литературе, при чему свако од њих представља заокружену садржајну и логичку целину, која обрађује неки специфичан аспект транспорта влажних материјала:

- уводно поглавље;
- теоретске поставке битне за транспорт влажних материјала;
- план и ток истраживања (проблем, циљ и хипотезе истраживања);
- динамичко моделирање транспорта и сепарације влажне земљишне масе;
- експериментално истраживање транспорта и сепарације влажне земљишне масе;
- анализу резултата истраживања;
- закључке истраживања;
- предлоге и сугестије за будућа истраживања;
- прилоге;



– литература;

У уводном делу дисертације (глава 1) указано је на специфичности транспорта влажне земљишне масе помоћу машина са осцилаторним платформама, описан је принцип њиховог рада и функционисања и наведени су примери њихове примене у разним областима технике (пољопривреда, рударство, грађевинарство, ...).

Радни параметри (геометријски, кинематски, динамички) који утичу на производност платформи детаљно су образложени у оквиру главе 2 дисертације. Константована је чињеница да је од могућих пет режима рада платформе оптималан режим рада при коме наступа одбацивање материјала од платформе по принципу косог хица. За овакав режим рада неопходно је да вектор убрзања платформе испуњава одређене услове у погледу свог правца, смера и интензитета.

Методолошки приступ, план и ток истраживања, изложени су у оквиру главе 3, што је подразумевало дефинисање: проблема истраживања, оправданости самог истраживања, циљева и хипотеза истраживања, експерименталних променљивих и поступака и техника за елаборацију података и измерених резултата. Комплетно истраживање реализовано је у две фазе и то: фаза теоријског истраживања (глава 4) и фаза експерименталног истраживања (глава 5).

Фаза теоријског истраживања обухваћена је главом 4 дисертације, у оквиру које је извршено динамичко моделирање сепарације и просејавања влажне земљишне масе помоћу осцилаторне транспортне платформе. Кандидат је дошао до оригиналног математичког модела датог диференцијалном једначином првог реда, која је својеврсна генерализација модела који се односи на просејавање суве земље.

Фаза експерименталног истраживања обухваћена је главом 5 дисертације и изведена је на експерименталној транспортној платформи, према унапред утврђеној методологији. Кандидат је и овом приликом дошао до оригиналног експерименталног модела датог одговарајућом једначином. Очигледно је да величина отвора на решетки платформе ( $d$ ) испољава директан утицај (директну пропорционалност) на коефицијент финоће сепарације  $\eta$ , док влажност земље ( $w$ ) и специфично напајање платформе земљом ( $Q_{sp}$ ) испољавају индиректан утицај (индиректну пропорционалност) на величину  $\eta$ . Допринос овог модела широј научној јавности огледа се у томе што су њиме верификоване константације које су презентоване у оквиру главе 4.

У оквиру главе 6 најпре је извршена, а потом је и детаљно образложена, анализа резултата теоријских и експерименталних истраживања, како би исти били апликативни и доступни за што шири круг потенцијалних корисника.

У оквиру главе 7 изведени су одговарајући конкретни закључци. Из свега изложеног може се закључити да је оптимизација утицајних параметара веома битна за постизање максималне производности осцилаторних платформи, приликом транспорта влажне земљишне масе. Како се у данашње време од транспортних машина и уређаја захтевају све већа сигурност, поузданост и стабилност у раду и при најтежим радним условима, то је потребно још у фази конструисања испунити све наведене захтеве.

У дисертацији кандидата мр Горана Михајловића, дипл. маш. инж. детаљно је обухваћена методологија истраживања утицајних фактора на рад осцилаторне платформе, у циљу оптимизације њене производности. Даљим усавршавањем добијених математичких модела, компјутерском симулацијом рада платформе при граничним режимима, нехармонијским кретањем радних органа, другачијим вешањем, итд., могуће је доћи до нових решења и закључака у вези разматране проблематике. Стога су у оквиру главе 8 наведени конкретни предлози и препоруке за даља истраживања са новим функцијама циља, у овој специфичној области транспортне технике.



У глави 9 дати су одговарајући прилози, који треба да допринесу бољем и лакшем разумевању третиране проблематике. Они могу бити од практичне користи свима који се баве овом проблематиком.

На крају дисертације дат је преглед коришћене литературе, релевантне за област изучавање радне способности осцилаторних транспортних платформи.

На основу свега изложеног, Комисија закључује да су у потпуности испуњени очекивани резултати наведени у Извештају комисије за оцену подобности теме и кандидата докторске дисертације, бр. 332/10 од 12.06.2013. године и да је испоштован предвиђени садржај рада наведен у споменутом Извештају.

## 5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат је кроз докторску дисертацију извршио систематизацију и генерализацију добијених резултата истраживања који су од значаја за предметна истраживања и на тај начин извео критичку анализу постојећих знања и релевантних научних резултата, који се односе на транспорт влажних материјала помоћу вибрационе осцилаторне платформе.

Велики број резултата истраживања до којих је кандидат дошао су од значаја и у научном и у практичном смислу. Наводе се само они који су од посебног значаја, јер су универзалног карактера (важе за све гране транспорта осцилаторним путем):

- Са порастом амплитуда осциловања платформе у опсегу  $(5 \div 15) \text{ mm}$  долази до "оштрог" снижавања фреквенција осциловања неопходних за наступање режима рада са одбацивањем материјала. Порастом амплитуда осциловања у опсегу  $(15 \div 30) \text{ mm}$  захтеване фреквенције се и даље смањују, али сасвим "благо". Даљи пораст амплитуда осциловања (изнад  $30 \text{ mm}$ ) практично више не доводи до никаквог позитивног ефекта, па је зато рад осцилаторних платформи са амплитудама већим од  $30 \text{ mm}$  сасвим нерационалан и непрепоручљив.

- Потребно убрзање платформе за рад са одбацивањем материјала остваривати увећањем фреквенција, уместо увећањем амплитуда осциловања.

- Транспорт суве земљишне масе може се третирати као специјалан случај транспорта влажне земљишне масе, јер све једначине и обрасци за транспорт влажне земљишне масе важе и при транспорту суве земљишне масе када се у њима стави да је:  $K_\tau=0$  и  $\tau=0$  ( $K_\tau$ - коефицијент кашњења просејане земље у односу на дотурену земљу;  $\tau$  - време кашњења просејане земље у односу на дотурену земљу).

- Влажност земље  $w$  је најутицајнији фактор на финоћу сепарације  $\eta$ , па ако је  $w > 27\%$  рад осцилаторне платформе постаје потпуно неефикасан и непрепоручљив због драстичног пада њене производности. Никакве додатне конструкционе мере не могу много допринети ефикаснијем раду платформе у овако отежаним радним условима.

- Величина отвора на решетки  $d$  је приближно 14 пута мање утицајан фактор од влажности земље  $w$  на финоћу сепарације  $\eta$  и његово повећање има ефекта само до влажности  $w \approx 25\%$ . Изнад ове влажности  $\eta$  се не повећава чак ни при осетнијем повећању величине отвора на решетки.

- Специфично напајање  $Q_{sp}$  тј. дотур земље на платформу је најмање утицајан фактор на финоћу сепарације  $\eta$  и његово повећање изнад горње границе може проузроковати самоистоваривање земљишне масе и знатно смањење величине  $\eta$ . У пракси је потребно за сваку платформску машину понаособ најпре експериментално установити, а потом и прописати оптималну товарну вредност фактора  $Q_{sp}$ .



## **6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси**

У научно-теоријском смислу докторска дисертација мр Горана Михајловића, дипл.маш. инж., под називом “Утицајни параметри на радну способност осцилаторних транспортних платформи за просејавање влажних материјала” садржи значајан број резултата и закључака који употпуњују и проширују теоријска знања која се односе на наведену област истраживања.

Предложени математички модели за просејавање влажне земљишне масе представљају оригиналне моделе техничких система који у свом раду користе вибрационе осцилаторне платформе из којих произилазе и практични аспекти истраживања:

- повећање радне способности осцилаторних транспортних платформи и до 30%;
- резултати истраживања су применљиви и при транспорту сувих материјала;
- коефицијент влажности транспортованих материјала не сме да прелази 27%;
- величина отвора на решетки има знатно мањи утицај (око 14 пута) од утицаја влажности на ефективност у току рада;

Теоријски математички модел дат диференцијалном једначином првог реда и експериментално добијен математички модел могу бити од велике користи свима онима који се баве конструкцијом транспортних платформи, машина и уређаја из области транспортне логистике.

## **7. Начин презентирања резултата научној јавности**

Део научно-истраживачких резултата до којих се дошло у овој дисертацији већ је презентован путем публиковања радова у међународним и домаћим научним часописима, као и на међународним научним конференцијама.

Комисија сматра да спроведена истраживања и резултати истраживања, презентирани у овој докторској дисертацији, представљају добру полазну основу за публиковање у међународним и националним научним часописима, као и на међународним и националним конференцијама које се баве транспортном логистиком, а нарочито транспортом влажних чврстих материјала у екстремно тешким радним условима.

## **8. Закључак и предлог комисије**

На основу увида у резултате истраживања презентираних у докторској дисертацији, као и на основу свега претходно наведеног, Комисија доноси следећи

### **ЗАКЉУЧАК**

Докторска дисертација кандидата мр Горана Михајловића, дипл.маш. инж., под називом “УТИЦАЈНИ ПАРАМЕТРИ НА РАДНУ СПОСОБНОСТ ОСЦИЛАТОРНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПЛАТФОРМИ ЗА ПРОСЕЈАВАЊЕ ВЛАЖНИХ МАТЕРИЈАЛА” у потпуности је реализована сагласно плану истраживања и постављеним хипотезама. Дисертација представља оригиналан резултат вишегодишњег континуалног научно-истраживачког рада кандидата. Коришћењем савремених метода и релевантне научне и стручне литературе, кандидат је показао висок степен научно – стручног знања, као и способност за самостални научно – истраживачки рад. Докторска дисертација кандидата мр Горана Михајловића, дипл.маш. инж., по квалитету, обиму и резултатима истраживања задовољава све формалне и суштинске услове одређене Законом о високом образовању и



прописима Универзитета у Крагујевцу и Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву.

На основу свега наведеног, предлажемо Наставно – научном већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву и Већу за техничко–технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, да прихвате докторску дисертацију кандидата мр Горана Михајловића, дипл. маш. инж., под насловом:

**“ УТИЦАЈНИ ПАРАМЕТРИ НА РАДНУ СПОСОБНОСТ  
ОСЦИЛАТОРНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПЛАТФОРМИ  
ЗА ПРОСЕЈАВАЊЕ ВЛАЖНИХ МАТЕРИЈАЛА ”**

као успешно урађену и да позову кандидата на усмену јавну одбрану дисертације.

Краљево,  
16.05.2017.

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

1. **др Драгослав Јаношевић**, ред. проф., Машински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу, Ужа научна област: Транспортна техника и логистика, председник



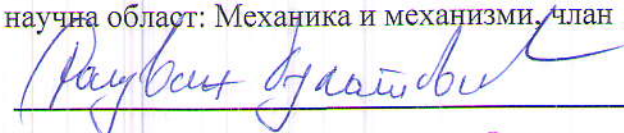
2. **др Миле Савковић**, ред. проф., Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Ужа научна област: Механизација и носеће конструкције, члан



3. **др Бранко Тадић**, ред. проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, Ужа научна област: Производно машинство, индустријски инжењеринг, члан



4. **др Радован Булатовић**, ред. проф., Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Ужа научна област: Механика и механизми, члан



5. **др Горан Марковић**, доцент, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу, Ужа научна област: Механизација и носеће конструкције, члан

