

Универзитет у Крагујевцу

Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Бр. 0111412

11.04. 2019 год.
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Матејића, мастер инжењера машинства

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-275/9 од 10.04.2019. год., на предлог Наставно-научног Већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, одлука бр. 01-1/1019-11 од 21.03.2019. год., именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Милоша Матејића**, маг. инж. машинства под насловом:

“Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге”

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја Комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације, и одлуке Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, бр. IV-04-484/18 од 09.09.2015. год., о давању сагласности на Извештај Комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације и одлуке којом Наставно-научно већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, бр. 01-1/3260-22 од 17.09.2015. год., одобрава израду докторске дисертације и на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

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

Докторска дисертација кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства под називом “Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге” представља резултат оригиналног научноистраживачког и практичног рада у области савремених преносника снаге.

Анализом доступних литературних извора може се закључити да се највећи број аутора (*Li Lixing, F. L. Litvin, J. G. Blanche, ...*) до сада бавио истраживањима везаним за сам профил зупца циклоидног озубљења код наведених преносника снаге. У овој дисертацији као профил зупца коришћен је профил који даје најбоље радне карактеристике са аспекта динамичке стабилности преносника. Одређени број истраживања је везан за анализу напонско – деформационог стања виталних елемената преносника снаге са циклоидним озубљењем у статичким и динамичким условима рада (*M. Chmurawa, A. John, S. V. Thube, ...*). Ова област је од посебног значаја зато што се у зависности од режима рада преносника, као и од одговарајуће концепције, добијају веома различити резултати. С тим у вези извршена је имплементација поступка добијања динамичких параметара, неопходна за димензионисање виталних елемената циклоидних преносника, кроз креирање нових динамичких модела циклоидних преносника. Одређени део истраживања се бави анализом степена

искоришћења циклоредуктора (C. Gorla, S. K. Malhotra, Kahraman, ...). Досадашња истраживања, када се говори о пројектовању циклоидних преносника снаге, углавном су базирана на разматрању једног или два аспекта пројектовања што се може уочити из приложене литературе на крају докторске дисертације. Обрађена тема докторске дисертације пружа могућност укључивања више аспеката у процес пројектовања циклоидних преносника снаге.

У овој докторској дисертацији је као предмет истраживања представљен нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге. То подразумева изналажење најбољег могућег конструкцијског решења циклоидног преносника, узимајући у обзир следеће критеријуме: избор концепције преносника у зависности од његове примене, степен искоришћења, динамичку стабилност, димензије, масу, запремину и др. Кандидат је све ове аспекте користио као критеријуме у процесу изградње експертског система за пројектовање циклоидних преносника снаге. За реализацију процеса вишекритеријумске оптимизације кандидат је направио математички модел који узима у обзир главне елементе циклоидних преносника снаге. Резултати вишекритеријумске оптимизације, као и резултати истраживања осталих аспеката циклоредуктора, интегрисани су у CAD пројектовање циклоидних преносника снаге. На крају је приказан експертски систем који на основу улазних параметара даје CAD модел комплетне конкретне конструкције циклоидног преносника снаге. Главне предности оваквог приступа се огледају у општем побољшању конструкције циклоидних преносника снаге, у доста краћем времену пројектовања и у смањењу укупног времена потребног за производњу ових преносника.

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

Оригиналност ове докторске дисертације се може посматрати са два аспекта. Први аспект посматрања оригиналности је провера плагијаризма, док је други аспект посматрања оригиналности научни допринос докторске дисертације. Након читања докторске дисертације и провере плагијаризма може се констатовати да је приложена докторска дисертације и легална и легитимна, како по питању плагијаризма, тако и по питању потребног научног доприноса.

На основу Извештаја о провери плагијаризма докторске дисертације кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства под називом "Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге" (допис бр. IV-04-210 од 19.03.2019. год.) према софтверу за детекцију плагијаризма *iThenticate*, пронађено је укупно 12% идентичног текста (горња граница је 30% идентичног текста). Детаљним прегледом докторске дисертације утврђено је да су пронађена преклапања текста у највећој мери са пријавом докторске дисертације кандидата. Ова преклапања се могу посматрати као позитиван одговор Кандидата на пријављену тему докторске дисертације кроз рад на истој. Остала преклапања текста су настала услед коришћења широко распрострањених ознака у области којој припада докторска дисертација, укључујући и преклапања настала навођењем литературних извора.

Комисија сматра да је обрађена тема докторске дисертације изузетно актуелна у области циклоидних преносника снаге, како са научног тако и са практичног аспекта.

Оригиналност ове докторске дисертације се огледа у томе што је већина критеријума битних за пројектовање циклоидних преносника снаге директно укључена у процес пројектовања. Извршена је анализа утицаја различитих критеријума на исход пројектовања циклоидних преносника снаге према задатим условима рада. На овај начин се, уз помоћ развијене апликације применом досадашњих истраживања и знања, врло лако може доћи до функционалног модела циклоидног преносника снаге за задате услове рада.

Кандидат је на почетку истраживања, на тему ове докторске дисертације, поставио оригиналне хипотезе, дефинисане већим делом у пријави докторске дисертације:

- могуће је направити селекцију при избору извођења циклоидног преносника снаге у зависности од захтеваних карактеристика преносника,
- за одабрана концепцијска решења могуће је одредити вредности степена искоришћења,
- могуће је дефинисати адаптивне динамичке моделе за сва набројана извођења циклоидног преносника снаге,
- могуће је извршити оптимизацију динамичке стабилности циклоидног преносника снаге,
- могуће је извршити вишекритеријумску оптимизацију циклоидног преносника снаге,
- резултате вишекритеријумске оптимизације је могуће интегрисати у CAD пројектовање циклоидних преносника снаге и
- могуће је изградити експертски систем унутар CAD софтвера који омогућава добијање готове конструкције циклоидног преносника снаге.

Кандидат је доказивањем представљених хипотеза извео једно мултидисциплинарно истраживање. Укључивањем свих постигнутих резултата, преко доказивања хипотеза, у експертски систем кандидат је дошао до веома атрактивног и оригиналног научног резултата.

3. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној области

Кандидат Милош Матејић, маг. инж. машинства је рођен 4. јуна 1988. године у Јагодини. Основну школу "Бранко Радичевић" у Бунару завршио је као носилац Вукове дипломе и ђак генерације. Средњу школу, Прву техничку школу у Јагодини, завршио је 2007. године са просечном оценом 5,0 у сва четири разреда. Због изузетних резултата које је остварио у току четворогодишњег школовања, проглашен је за ђака генерације. Исте године је уписао основне академске студије на Машинском факултету у Крагујевцу. Током студирања, остварио је просечну оцену 9,1 и одбранио завршни рад 2010. године под називом „Конструисање машине за класирање и паковање кромпира у CAD софтверу“ са оценом 10. Мастер академске студије је такође уписао на матичном Факултету и током студирања остварио је просечну оцену 9,06. Мастер рад из предмета Конструисање помоћу рачунара под називом „Конструисање и прорачун бродског витла у CAD софтверу“ одбранио је са оценом 10. Током мастер академских студија Милош Матејић је био стипендиста компаније Рап Марин Груп (*Rapp Marine Group*) из Норвешке. У оквиру реализације овог програма боравио је 3 недеље у седишту компаније у граду Бодо у Норвешкој и радио на пословима пројектовања и одржавања бродске опреме за рибарење.

Докторске академске студије уписао је у новембру 2012. године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10. Докторску дисертацију под називом "**Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге**", пријавио је 05.06.2015. год. а њена тема је одобрена 17.09.2015. год.

Након завршених основних и мастер студија на матичном Факултету Милош Матејић, маг. инж. машинства ангажован је на Катедри за машинске конструкције и механизацију као асистент у извођењу наставних активности на следећим предметима: Техничко цртање са компјутерском графиком, Машински елементи, Компјутерско моделирање и симулације машинских елемената и конструкција, Индустијски дизајн, Примена рачунара у развоју производа и Методе прорачуна у развоју производа.

Објављени радови:

Кандидат је из уже научне области публиковао 2 рада категорије М23, 3 рада категорије М24, 3 рада категорије М52, 13 радова категорије М33 и 1 саопштење категорије М34.

Радови у часописима међународног значаја:

1. N. Kostić, M. Blagojević, N. Petrović, **M. Matejić**, N. Marjanović, B. Stojanović, DETERMINATION OF REAL CLEARANCES BETWEEN CYCLOIDAL SPEED REDUCER ELEMENTS BY THE APPLICATION OF HEURISTIC OPTIMIZATION, *Transactions of FAMENA* 2018, 42(1): 15-26, ISSN 1333-1124, DOI <https://doi.org/10.21278/TOF.42102> (M23)
2. M. Blagojević, **M. Matejić**, N. Kostić, DYNAMIC BEHAVIOUR OF A TWO-STAGE CYCLOIDAL SPEED REDUCER OF A NEW DESIGN CONCEPT, *Technical Gazette – Tehnički Vjesnik*, 2018, 25(5): 291-298, ISSN 1330-3651, DOI <https://doi.org/10.17559/TV-20160530144431> (M23)

Радови у националним часописима међународног значаја

1. **M. Matejić**, M. Blagojević, V. Marjanović, R. Vujanac, B. Simić, TRIBOLOGICAL ASPECTS OF THE PROCESS OF WINDING THE STEEL ROPE AROUND THE WINCH DRUM, *Tribology in industry*, 2014, 36(1):90-96, ISSN 0354-8996 (M24)
2. M. Jeremić, **M. Matejić**, B. Bogdanović, B. Tadić, D. Miloradović, D. Miljanić, ANALYZING THE INFLUENCE OF THE CONSTRUCTION ELEMENT POSITION ON TORQUE TRANSMISSION BY FRICTION, *Tribology in industry*, 2014, 36(3):300-307, ISSN 0354-8996 (M24)
3. N. Petrović, N. Marjanović, N. Kostić, M. Blagojević, **M. Matejić**, S. Troha, EFFECTS OF INTRODUCING DYNAMIC CONSTRAINTS FOR BUCKLING TO TRUSS SIZING OPTIMIZATION PROBLEMS, *FME TRANSACTIONS*, 2018, 46(1): 117-123, ISSN 1451-2092 (M24)

Радови у домаћим часописима

1. **M. Matejić**, D. Ćatić, UNAPREĐENJE KONSTRUKCIJE MAŠINE K2S POMOĆU DINAMIČKE ANALIZE STABLA OTKAZA, *Poljoprivredna tehnika – Agricultural Engineering*, 2014, 39(4):63-71, ISSN 0554-5587 (M52)
2. M. Blagojević, Z. Djordjević, **M. Matejić**, N. Kostić, N. Petrović, DYNAMIC MODEL OF CYCLOIDAL SPEED REDUCER, *International Journal of Vehicle Mechanics, Engines and Transportation systems*, 2015, 41(3): 65-71 ISSN 1450-5304 (M52)
3. L. Petrović, M. Blagojević, **M. Matejić**, COMPARATIVE ANALYSIS OF POWER TRANSMISSION GEARBOXES WITH HIGH GEAR RATIOS, *Machine design*, 2018, 10(2):57-62, ISSN 1821-1259, DOI <https://10.24867/MD.10.2018.2.57-62> (M52)

Радови саопштени на међународним научним скуповима

1. N. Petrović, M. Blagojević, N. Marjanović, **M. Matejić**, PARAMETRIC DRAWING OF A CYCLO DRIVE SHORTENED EQUIDISTANT EPITROCHOID GEAR, 7th International Quality Conference, IQC 7, 24th May 2013., University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Center for Quality, pp. 303-308, ISBN 978-86-86663-94-8 (M33)

2. **M. Matejić**, Lj. Veljović, V. Marjanović, M. Blagojević, N. Marjanović, DYNAMIC BEHAVIOR OF PLANETARY GEARBOX NEW CONCEPT, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2013, 30th May – 1st June 2013., University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, pp. 121-126, ISBN 978-99938-39-46-0 (M33)
3. **M. Matejić**, Lj. Veljović, M. Blagojević, N. Marjanović, DYNAMIC BEHAVIOUR OF C CONCEPT PLANETARY REDUCER, 35th International Conference of Production Engineering, ICPE35, 25th – 28th September 2013., University of Kragujevac, Faculty of mechanical and civil engineering, pp. 75-81, ISBN 978-86-82631-69-9 (M33)
4. M. Blagojević, Z. Djordjević, **M. Matejić**, N. Kostić, N. Petrović, DYNAMIC MODEL OF CYCLOIDAL SPEED REDUCER, 5th International Congress Motor Vehicles and Motors, MVM 2014, 09th – 10th October 2014., University of Kragujevac, Faculty of Engineering, pp. 421-426, ISBN 978-86-6335-010-6 (M33)
5. **M. Matejić**, L. Ivanović, N. Petrović, ADOPTION OF OPTIMAL TEETH PARAMETERS OF GEROTOR PUMP, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, COMETA, 2nd – 5th December 2014., University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo, pp. 505-512, ISBN 978-99976-623-2-3 (M33)
6. N. Kostić, N. Petrović, N. Marjanović, M. Blagojević, **M. Matejić**, PARAMETRIC MODELING OF GEAR TRANSMISSIONS IN CAD SOFTWARE WITH DEFINABLE SHAFT AXIS POSITIONS, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, COMETA, 2nd – 5th December 2014., University of East Sarajevo Faculty of Mechanical Engineering East Sarajevo, pp. 513-520, ISBN 978-99976-623-2-3 (M33)
7. M. Blagojević, Ivan Pantić, **M. Matejić**, MODAL ANALYSIS OF CYCLOIDAL SPEED REDUCER, 9th International Quality Conference, IQC 9, 5th June 2015., University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Center for Quality, pp. 73-76, ISBN 978-86-6335-015-1 (M33)
8. N. Petrović, **M. Matejić**, N. Kostić, M. Blagojević, N. Marjanović, PARAMETRIC MODELING OF A CYCLOID DRIVE RELATIVE TO INPUT SHAT ANGLE, 3rd International conference Mechanical Engineering in XXI century, MASING, 17th – 18th September 2015., University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, pp. 157-160, ISBN 978-86-6055-072-1 (M33)
9. M. Cvetković, **M. Matejić**, M. Blagojević, ROPYD PROTOTYPING OF CYCLOID DISC, 6th International Congress Motor Vehicles and Motors, MVM 2016, 6th – 8th October 2016., University of Kragujevac, Faculty of Engineering,, pp. 187-192, ISBN 978-86-6335-037-3 (M33)
10. M. Rackov, M. Blagojević, S. Kuzmanović, **M. Matejić**, I. Knezević, M. Čavić, M. Penčić, ANALYSIS OF THE TEETH NUMBER INFLUENCE ON THE GEAR MODULE SIZE AND LOAD CARRYING CAPACITY OF GEAR PAIR OF UNIVERSAL HELICAL GEAR DRIVES, 8th International Scientific Conference IRMES 2017, 7th -9th September 2017., University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering, University of East Sarajevo Production and Management Faculty and Faculty of Mechanical Engineering, Association for Design, Elements and Constructions, pp. 225-230, ISBN 978-9940-527-53-2 (M33)
11. N. Marjanović, N. Kostić, N. Petrović, M. Blagojević, **M. Matejić**, VOLUME OPTIMIZATION OF GEAR TRAINS WITH SPUR GEARS USING GENETIC ALGORITHM, 8th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE 2017 "Trends in New Industrial Revolution", 7th – 9th June 2017, Lucian Blaga University of Sibiu Faculty of Engineering, Sibiu, Romania, pp. 1-9, ISBN DOI: 10.1051/mateconf/201712101007 (M33)

12. L. Ivanović, **M. Matejić**, FEM ANALYSIS OF GEROTOR MACHINES IMPELLER WITH PLANETARY MOTION, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, COMETA, East Sarajevo – Jahorina, B&H, RS, 27th – 30th November 2018, Faculty of Mechanical Engineering in East Sarajevo, pp. 335-342, ISBN 978-99976-719-4-3 (M33)
13. I. Pantić, **M. Matejić**, M. Blagojević, SINGLE-STAGE CYCLOID REDUCER DYNAMIC ANALYSES USING PLM SOFTWARE, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, COMETA, East Sarajevo – Jahorina, B&H, RS, 27th – 30th November 2018, Faculty of Mechanical Engineering in East Sarajevo, pp. 406-413, ISBN 978-99976-719-4-3 (M33)

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу

1. L. Petrović, M. Blagojević, **M. Matejić**, COMPARATIVE ANALYSIS OF POWER TRANSMISSION GEARBOXES WITH HIGH GEAR RATIOS, International conference on Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering, KOD 2018, Novi Sad, Serbia, 6th – 8th June 2018, ISBN 978-86-6022-059-4, pp. 132-133. 2018.

Учешће на пројектима ресорног министарства

1. Истраживање и развој српске куће нето-нулте енергетске потрошње, Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије, TR33015, 2013 – 2019. године, руководилац пројекта проф. др Небојша Лукић

Учешће на међународним пројектима

1. ТЕМПУС пројекат „Improvement of Product Development Studies in Serbia and Bosnia and Herzegovina – IPROD“, 530577-TEMPUS-1-2012-1-RS-TEMPUS-JPCR, 2012 – 2015. године, координатор пројекта проф. др Мирко Благојевић,
2. ЦЕПУС мрежа „Technical Characteristics Researching of Modern Products in Machine Industry (Machine Design, Fluid Technics and Calculations) with the Purpose of Improvement Their Market Characteristics and Better Placement on the Market“, CEEPUS, CIII-RS-0304-07-1415, 2014 - , координатор мреже проф. др Мирко Благојевић.

4. Оцена испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства под називом „Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу. Ова докторска дисертација у потпуности задовољава по квалитету и обиму истраживања све научне, стручне и законске услове прописане за докторску дисертацију.

Докторска дисертација је написана на 185 страна, садржи 118 слика и 17 табела, а цитирано је 106 литературних извора.

Докторска дисертација је подељена на 11 поглавља, која су дата следећим редоследом:

1. Увод
2. Преглед досадашњих истраживања
3. Предмет и циљ рада
4. Профил зупца циклозупчаника и анализа концепција циклоидних преносника снаге
5. Анализа степена искоришћења циклоредуктора

6. Динамичка анализа циклоидних преносника снаге
7. Прорачун виталних елемената циклоидних преносника снаге
8. Оптимизација циклоидних преносника снаге
9. Интеграција постигнутих резултата у CAD пројектовање циклоидних преносника снаге
10. Закључна разматрања
11. Литература

У првом поглављу докторске дисертације дата су уводна разматрања. Наведене су дефиниције преносника снаге, описане основне радне карактеристике и област њихове примене. На крају првог поглавља је истакнута оригиналност докторске дисертације јер се пројектовању циклоредуктора приступа са више аспеката.

Друго поглавље представља детаљан преглед литературних извора везаних за проблематику циклоидних преносника снаге. Преглед је извршен и хронолошки и по областима истраживања. Посебно је анализиран и преглед литературних извора везаних за анализу оптерећења која се јављају на елементима циклоредуктора. Такође, дат је преглед литературе из области динамичког понашања циклоредуктора, а у наставку и преглед радова у којима се проучава степен искоришћења ових преносника снаге. Кроз преглед литературе отворена су и многа питања на која савремена научна јавност покушава адекватно да одговори.

У трећем поглављу су представљени предмет и циљ рада. Предмет рада је свакако дефинисање новог приступа пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге узимајући у обзир следеће критеријуме: избор концепције преносника у зависности од његове примене, степен искоришћења, динамичка стабилност, димензије, маса и др. При постављању научних циљева вођено је рачуна о томе да се што већи број аспеката циклоидних преносника снаге укључи у њихово пројектовање. На основу побројаних научних циљева истраживања дефинисане су полазне хипотезе.

На почетку четвртог поглавља је дата и математичко-геометријска формулација профила зупца циклозупчаника. Затим су описане различите концепције једноступених циклоредуктора (од класичних концепција са једним или два циклозупчаника по степену преноса до *non-pin wheel* концепција циклоредуктора). Описане су и различите концепције двоступених циклоредуктора (класична и новоразвијена концепција са једним циклозупчаником по степену преноса). За све набројане концепције циклоредуктора детаљно је описан начин њиховог функционисања.

У петом поглављу је анализиран степен искоришћења циклоредуктора. Детаљно су описани познати математички модели за одређивања степена искоришћења ове врсте преносника. За потребе истраживања пројектован је и израђен једноступени циклоредуктор класичне концепције код кога је већина виталних елемената израђена од пластичних материјала. За новопројектовани редуктор извршен је прорачун номиналног и тренутног степена искоришћења. Затим је експерименталним путем извршена верификација аналитички добијених резултата.

Тема шестог поглавља је динамичка анализа циклоидних преносника снаге. Прво су анализирани постојећи динамички модели циклоредуктора (различити равански и тродимензионални модели једноступеног и двоступеног циклоредуктора). На основу познатих и представљених решења, њихових предности и недостатака, развијено је пет потпуно нових тродимензионалних динамичких модела за следеће концепције циклоредуктора: једноступени циклоредуктор класичне концепције са једним циклозупчаником, једноступени циклоредуктор *non-pin wheel* концепције са једним циклозупчаником, једноступени циклоредуктор класичне концепције са два циклозупчаника, једноступени циклоредуктор *non-pin wheel* концепције са два циклозупчаника и двоступени циклоредуктор нове концепције. За све развијене динамичке моделе изведени су системи спрегнутих диференцијалних једначина кретања друге врсте које детаљно описују систем.

Седмо поглавље се односи на прорачун виталних елемената циклоидних преносника снаге. Ово поглавље представља припрему математичког модела вишекритеријумске оптимизације као и основу за интеграцију резултата прорачуна у *CAD* пројектовање циклоредуктора. Као улазни параметри прорачуна узети су снага и број обртаја на улазном вратилу и жељени преносни однос циклоредуктора. Саставни делови прорачуна су: прорачун обртних момената, прорачун пречника улазног и излазног вратила, прорачун параметара циклозупчаника, прорачун ширине циклозупчаника, прорачун ексцентар чауре и провера усвојеног лежаја, прорачун пречника ваљка и осовинице централног зупчаника, прорачун пречника излазног ваљка и излазне осовинице, прорачун деформација ваљка централног зупчаника, прорачун деформација излазне осовинице и прорачун номиналног степена искоришћења.

У осмом поглављу је представљено извођење вишекритеријумске оптимизације циклоидних преносника снаге. Оптимизациони задатак је представљен и решен у следећим корацима: формулација проблема, израда математичког модела који описује реални систем, избор и примена оптимизационе методе, тестирање модела и добијених решења и интеграција постигнутих резултата. Оптимизација је поред примера представљених у поглављу 8.4, спроведена и за све стандардне комбинације улазне снаге од 0,12 kW до 15 kW при константном броју обртаја. Резултати оптимизације су у виду препорука интегрисани у *CAD* пројектовање циклоредуктора.

Девето поглавље је последњи корак у реализацији истраживања на тему ове докторске дисертације. Интеграција резултата истраживања обухвата систематизацију и интеграцију целокупних резултата и приступа представљених у претходним поглављима. За интеграцију постигнутих резултата у експертски систем одабран је *CAD* софтверски пакет *Autodesk INVENTOR 2019*. Интеграција резултата је изведена помоћу корисничких форми у виду апликације која репрезентује изграђени експертски систем. Направљена апликација се састоји из три целине. Прва целина се односи на генерисање *CAD* модела циклозупчаника и циклоидних зупчастих парова. У овој целини се поред *CAD* модела могу добити и прорачунати параметри циклоидног озубљења. У другој целини се налазе окружења за прорачун и генерисање *CAD* модела једностепених циклоредуктора. Трећа целина се односи на окружење за двостепене циклоредукторе нове концепције. У сваком од ових окружења су у корисничке форме уведена разна ограничења како би за сваки унос улазних параметара резултат био изводљив. Направљена апликација може да генерише комплетне конструкције циклоредуктора у дијапазону снага 0,12 kW до 15 kW, при броју обртаја од 600 min^{-1} до 2700 min^{-1} . Преносни односи се крећу од 11 до 35, и за сва окружења су могући само као непарни бројеви. Да би се постигли преносни односи са парним бројевима потребне су одређене измене геометрије генерисања циклозупчаника.

У десетом поглављу су представљена закључна разматрања. У оквиру закључних разматрања је дата дискусија полазних хипотеза на основу добијених резултата. У десетом поглављу је такође истакнут научни и практични допринос ове докторске дисертације. На крају овог поглавља су дефинисани и правци будућих истраживања.

Као једанаесто поглавље је дат списак литературних извора коришћених у току истраживања на тему ове докторске дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Милош Матејић, маг. инж. машинства је оквиру своје докторске дисертације извршио систематизацију и детаљну анализу досадашњих постојећих како теоријских, тако и емпиријских знања из области циклоидних преносника снаге. Сва поглавља ове докторске дисертације чине целину која означава нови приступ у пројектовању циклоидних преносника снаге у односу на постојећа решења која се данас примењују. Коришћењем овог приступа добија се, поред научно значајних резултата, и велики допринос самој инжењерској пракси у процесу пројектовања циклоидних преносника снаге. На основу представљене дискусије резултата у десетом поглављу могу се извести

конкретни закључци о научним резултатима који су постигнути истраживањем у оквиру ове докторске дисертације:

- Извршена је детаљна систематизација и анализа доступних литературних извора према областима истраживања од самих почетака циклоредуктора па до данашњих дана;
- Израђен је, теоријски и експериментално испитан у условима рада без подмазивања једностепени циклоредуктор код кога је већина елемената направљена од пластичних материјала;
- Формирано је пет нових тродимензионалних динамичких модела циклоредуктора различитих концепција;
- За новоформиране тродимензионалне динамичке моделе направљени су алгоритми за њихово решавање у софтверском пакету *Matlab* у окружењу *Simulink* који подразумевају симулацију представљених концепција за било које улазне параметре (добијена су решења за општи случај одабраних концепција);
- Експериментално је одређена природа функције улазног обртног момента;
- На основу динамичке анализе предложена је измена прорачуна ширине циклозупчаника увођењем фактора појачавања силе K_i ;
- Извршена је систематизација комплетног прорачуна циклоредуктора различитих концепција;
- Изведен је израз за израчунавање угиба излазних осовиница;
- Спроведена је вишекритеријумска оптимизација за пет различитих концепција циклоредуктора за све стандардне улазне снаге од 0,12 kW до 15 kW. На основу спроведене оптимизације направљене су препоруке за пројектовање сваке од оптимизованих концепција;
- На основу добијене базе знања направљен је експертски систем у виду апликације која је интегрисана у програмски пакет *AUTODESK Inventor 2019*, и као излаз даје комплетну конструкцију циклоредуктора.

6. Применљивост резултата у теорији и пракси

Докторска дисертација кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства под називом "Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге" даје као резултат један нови приступ пројектовању циклоидних преносника снаге који има за циљ убрзање и побољшање досадашњег приступа пројектовању циклоидних преносника. Добијени резултати докторске дисертације су применљиви, како у теорији изучавања циклоидних преносника, тако и у инжењерској пракси.

Са теоријског аспекта у овој докторској дисертацији кандидат је успео да дође до бројних резултата који су применљиви у истраживањима циклоидних преносника снаге. Кандидат је извршио хронолошку систематизацију постојећих литературних извора, као и систематизацију постојећих концепција једностепених циклоредуктора, са освртом на њихов начин функционисања. Кључни теоријски резултат ове докторске дисертације је израда адаптивних динамичких модела који за одабране концепције могу да се користе за израчунавање динамичких параметара циклоредуктора без обзира на његову величину и улазну снагу. Поред тога, кандидат је коришћењем савременог софтверског пакета *Matlab* у окружењу *Simulink* решио динамичке моделе за величину редуктора која је коришћена у експерименталним испитивањима степена искоришћења датим у поглављу 5 ове докторске дисертације. Решења модела су упоређена са теоријски израчунатим параметрима и дају резултате који одступају у границама од 5% до 20%. Резултати симулација поменутих динамичких

модела уграђени су и у прорачун ширине циклозупчаника, који је примарни елемент циклоидног преносника снаге.

Са практичног аспекта истраживања на тему ове докторске дисертације кључни резултат је експертски систем представљен у виду апликације која се инсталира у CAD софтверски пакет Autodesk INVENTOR 2019. Изграђени експертски систем даје као резултат готове конструкције следећих концепција циклоидних редуктора: концепције класичног једноступеног циклоредуктора са једним циклозупчаником, концепције класичног једноступеног циклоредуктора са два циклозупчаника, концепције једноступеног *non-pin wheel* редуктора са једним циклозупчаником, концепције једноступеног *non-pin wheel* редуктора са два циклозупчаника и нове концепције двоступеног циклоредуктора са два циклозупчаника. За све ове концепције добија се и спрегнути кинематички CAD модел, тако да је помоћу апликације могуће тестирати и кинематске особине свих поменутих концепција без обзира на њихову величину. Ваљаност апликације потврђена је израдом два конкретна циклоредуктора. Један је представљен у поглављу 5 и коришћен за експеримент одређивања степена искоришћења и он припада концепцији класичног једноступеног циклоредуктора. Други израђени циклоредуктор припада концепцији *non-pin wheel* циклоредуктора, и у плану су његова даља испитивања, пошто постоји врло мали број радова доступних на ту тему, као и студија увођења овог типа редуктора у практичну масовну примену.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Истраживања у оквиру докторске дисертације представљају резултат рада кандидата који се у великој мери поклапа са пријавом исте. Кандидат је до сада из области докторске дисертације публиковао 2 рада у научним часописима међународног значаја категорије M23, 1 рад у истакнутом домаћем часопису категорије M52, као и 6 радова на међународним научним скуповима, штампаним у зборницима радова категорије M33. Објављени радови представљају мањи део резултата остварених у оквиру рада на докторској дисертацији. Остали резултати кандидата планирано је да буду публиковани кроз часописе међународног значаја, као и на домаћим и међународним научним скуповима.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства под називом "Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге" одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, односно Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

У оквиру докторске дисертације кандидат је детаљним теоријским и делом експерименталним радом дошао до вредних научних резултата који се односе на процес пројектовања циклоидних преносника снаге. Докторска дисертација је резултат самосталног рада кандидата и по квалитету, обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

Спроведена истраживања и резултати докторске дисертације садрже материјал за даљу презентацију на међународним и националним научним скуповима као и за публикавање у рефернтним научним часописима из области машинских конструкција и механизације. Кандидат је ради добијања конкретних и применљивих резултата у потпуности овладао методологијом научноистраживачког рада и стекао способност систематског приступа решавању научних проблема уз адекватно коришћење савремене светске литературе из области машинских конструкција и механизације.

С обзиром на актуелност и атрактивност проблематике која је обрађена у оквиру ове докторске дисертације и остварене резултате чланови Комисије сматрају да кандидат Милош Матејић, маг. инж. машинства и поднета докторска дисертација, испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног

дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.



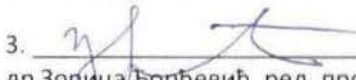
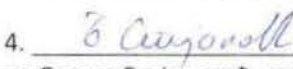
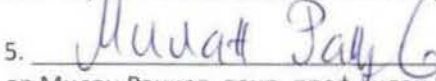
На основу претходно наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Матејића, маг. инж. машинства предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију под називом:

“Нови приступ пројектовању и оптимизацији циклоидних преносника снаге”

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

У Крагујевцу и Новом Саду, априла 2019. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. 
др Ненад Марјановић, ред. проф., председник Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација
2. 
др Лозица Ивановић, ред. проф., члан Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација
3. 
др Зорица Ђорђевић, ред. проф., члан Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација
4. 
др Блажа Стојановић, ванр. проф. члан Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација
5. 
др Милан Рацков, ванр. проф., члан Комисије
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Ужа научна област: Машински елементи, механизми и
инжењерске графичке комуникације