

Бр. 01-11/1893

24.06 2020 год.  
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА  
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У  
КРАГУЈЕВЦУ

На седници Научно-наставног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, одржаној 21.05.2020. год. (број одлуке: 01-1/1311-11) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 10.06.2020. год. (број одлуке: IV-04-317/14), којом смо одређени као чланови Комисије за подношење извештаја, за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације: „Анализа радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника“ у научној области Машинске конструкције и механизација, кандидата **Тихомира Мачкића, дипл. инж. маш.**

На основу података, којима располажемо и компетенција чланова комисије у области из које је предложена тема докторске дисертације, достављамо следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

У предложеном нацрту докторске дисертације, кандидат је образложио предмет истраживања, наводећи актуелност и значај истраживања у области сложених преносника снаге, који користе зупчанике са циклоидним профилем (циклозупчанике).

У многим областима индустрије, постоји потреба за коришћењем компактнијих и јефтинијих механичких преносника снаге. Ове циљеве је веома тешко остварити са класичним преносницима снаге, са фиксним осама, па се намеће потреба замене ових преносника одговарајућим планетарним преносницима. Једно од могућих решења је употреба зупчаника са циклоидним профилем или *циклозупчаника*. Преносници снаге који користе циклозупчанике су углавном планетарни преносници снаге и могу се краће назвати *циклопреносници*. Циклопреносници имају низ предности у односу на класичне планетарне преноснике са еволвентним зупчаницима, као што су велики преносни однос, компактност, одличан степен искоришћења, али је њихова употреба доста ограничена и то највише у области роботике.

Постоји много радова и публикација, који се баве анализом тока снаге и степена искоришћења сложених планетарних преносника класичне концепције. Они се углавном базирају на два основна приступа, односно две групе метода. Прва група обухвата методе

директног приступа, где је неопходно извршити кинематичку и статичку анализу, како би се одредио ток снаге и коначно израчунао степен искоришћења. Друга група обухвата методе индиректног приступа, које се базирају на Крејенсовим радовима и, за разлику од директне методе, ток снаге се може одредити само на основу познавања основних преносних односа и улазних угаоних брзина.

У данашње време не постоје значајнији радови који систематски изучавају токове снаге и степене искоришћења сложених циклопреносника. Међутим, како циклопреносници спадају у планетарне преноснике снаге, могуће је користи познате методе, уз одговарајућу аналогију и прилагођавање, као полазну основу за развој методологије која би била применљива за анализу сложених циклопреносника.

Кандидат је предложио програм истраживања у области радних карактеристика сложених преносника снаге који је у складу са савременим научним методама истраживања. Истраживање се заснива, пре свега, на аналитичким и графо-аналитичким методама, као и нумеричким методама и поређењу добијених резултата са експерименталним.

#### Веза са досадашњим истраживањима

Предстојећа истраживања кандидата ослањала би се на публиковане радове следећих аутора:

Методе директног приступа одређивања степена искоришћења и унутрашњих токова снаге сложених планетарних преносника, које се базирају на нумеричкој анализи кинематичких и статичких величина, презентоване су у радовима (Hock, 1965<sup>1</sup>; Gackstetter, 1966<sup>2</sup>; Müller, Schafer, 1970<sup>3</sup>; Schnetz, 1971<sup>4</sup>). Правила и основне једначине су систематизоване у зборнику (VDI 2157, 1975)<sup>5</sup>. Примена ове методе, за генерални случај сложеног планетарног преносника, приказана је у (Loomann, 1988)<sup>6</sup>, као и за редуковане планетарне преноснике (Loomann, 1999)<sup>7</sup>.

Методе индиректног приступа базирају се на радовима Крејенса, који су сумирани у књизи (Крејнес, 1972)<sup>8</sup>. За разлику од директне методе, ток снаге се може одредити на основу познавања основних преносних односа и улазних угаоних брзина. Метода је унапређена и

---

<sup>1</sup> Hock, J.: Beitrag zur Ermittlung des Wirkungsgrades einfacher und gekoppelter Umlauf-getriebe; VDI-Z. (Reihe 1, Nr. 3) (1965)

<sup>2</sup> Gackstetter, G.: Leistungsverzweigung bei der stufenlosen Drehzahlregelung mit vierwelligen Planetengetrieben. VDI-Z. 108 (1966), Nr. 6, S. 210-214.

<sup>3</sup> Müller, H. W., Schafer, W. F.: Geometrische Voraussetzungen bei innenverzahnten Getrieb-estufen kleinster Zahnzahldifferenzen. Forschung im Ingenieurwesen 36 (1970), H. 5, VDI-Verlag.

<sup>4</sup> Schnetz, K.: Optimierung zusammengesetzter Planetengetriebe. Fortschrittsberichte der VDI Zeitschriften, Reihe 1, Nr. 30, VDI-Verlag, GmbH Dusseldorf 1971.

<sup>5</sup> VDI 2157: Planetengetriebe. VDI- Verlag, Dusseldorf 1975.

<sup>6</sup> Prof. Dr. Ing. J. Loomann, Tagung Bad Soden, 16./17. März: Planetengetriebe. Eine Leistungsfähige Komponente der Antriebstechnik. Verein Deutscher Ingenieure, VDI 672, 1988.

<sup>7</sup> Prof. Dr. Ing. J. Loomann, VDI-Berichte: Berechnung reduzierter Planetengetriebe, Verein Deutscher Ingenieure, VDI 1460, 1999.

<sup>8</sup> Крејнес М.А., Розовский М.С.: Зубчатые механизмы. Математические основы выбора оптимальных схем, Москва: Наука, 1972.



приказана у раду (Polder, 1978)<sup>9</sup>, где је представљен универзални математички модел за решавање сложених преносника, који укључује планетарне преноснике и варијаторе.

У докторској дисертацији (Li, 1993)<sup>10</sup> је приказана метода индиректног приступа за сложене планетарне преноснике са једним улазом и излазом. Извршио је парцијалну деривацију односа улазне и излазне снаге, у односу на основни преносни однос сваког простог слога, како би добио одговарајући експонент који дефинише ток снаге.

У радовима (Diaconescu, Duditza, 1994)<sup>11</sup>, а касније и (del Castillo, 2002)<sup>12</sup> (Salgado, del Castillo, 2005)<sup>13</sup>, су поједноставили и унапредили Крејенсову методу, дајући јасне доказе и примењујући много генералнији приступ за изналажење губитака и токова снаге сложених планетарних преносника са једним степеном слободе кретања. Базирајући се на овим унапређењима индиректног приступа, у раду (Sensinger, 2013)<sup>14</sup> су извршена експериментална мерења и установљена разлика у степену искоришћења између једноступеног и редукованог двоступеног циклопреносника, са истом преносним односом (10:1 и 100:1). Осим тога, анализирана је промена вредности степена искоришћења, када се у венцу циклозупчаника фиксни ваљчићи замене слободним (котрљајућим).

Систематизација и анализа токова снаге, низа једнобрзинских двоступених планетарних преносника, приказана је у (Arnaudow, Karaivanov, 2003)<sup>15</sup>. При анализи су користили полужну аналогију и методу торзијских момената, уз коришћење модификованог Wolf-овог симбола. Ова систематизација је проширена на двобрзинске планетарне преноснике, са два планетарна слога и четири спољашња вратила (Troha, 2011)<sup>16</sup>, уз развој програма за избор оптималне варијанте сложеног планетарног преносника снаге.

Претходно наведени радови, једни су од најзначајнијих и најбитнијих из области која је и тема саме дисертације, као и добра основа за наставак научног рада кандидата Тихомира Мачкића.

Увидом у објављене радове, у научним и стручним часописима, као и радове објављене на међународним конференцијама, може се закључити да је кандидат Тихомир Мачкић проучавао губитке снаге, степен искоришћења и токове унутрашње снаге који се јављају код циклопреносника. Континуитет који би кандидат остварио, у оквиру израде докторске

<sup>9</sup> Polder J.W., Lumped parameter model of planetary gear systems, in: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 192, 1978, pp. 251–258.

<sup>10</sup> Li, X.: Systematische Synthese mehrgängiger Planetengetriebe; Dissertation; RWTH Aachen (1993).

<sup>11</sup> Diaconescu, D.; Duditza, F.: Wirkungsgradberechnung von zwangsläufigen Planetengetrieben; Teil 1: Entwicklung einer neuen Methode; Antriebstechnik 33 (10); pp. 70–74 (1994).

<sup>12</sup> del Castillo, J. M.: *The Analytical Expression of the Efficiency of Planetary Gear Trains*; Mechanism and Machine Theory (37); pp. 197–214 (2002).

<sup>13</sup> D.R. Salgado, J.M. Del Castillo, Selection and design of planetary gear trains based on power flow maps, J. Mech. Des. 127 (2005).

<sup>14</sup> Sensinger J.: Efficiency of high-sensitivity gear trains, such as cycloid drives. ASME J Mech Des 2013; 135: 071006.

<sup>15</sup> Arnaudow K., Karaivanov D.: *Die zusammengesetzten Mehrsteg Planetengetriebe, ihre Systematik, Eigenschaften und Möglichkeiten*, Internationale Tagung "Antriebstechnik'03", Varna, Bulgarien, 2003, pp. 52-59.

<sup>16</sup> Troha S., Analiza varijanti mjenjačkog zupčaničkog planetnog pretvarača, doktorska disertacija, Rijeka, Tehnički fakultet, 2011.

дисертације, односи се на развој и дефинисање свеобухватне методологије за одређивање радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника.

Имајући у виду приказ проблема истраживања, полазне хипотезе и предложене научне методе, приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни, да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос, значајан за даљи развој научних истраживања у области изучавања радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника.

## **2. Образложење предмета, метода и циља, који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке**

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Због компликоване и скупе израде, у прошлости се избегавала употреба циклопреносника. Често су вршене апроксимације циклоидног профила, тако што су се користили ваљчићи, али је степен искоришћења таквих преносника био веома низак. Развојем модерних обрадних центара, појављује се могућност јефтиније израде циклозупчаника и њихове значајније примене у комерцијалним преносницима снаге.

Циклопреносници се најчешће производе као редуктори са једним степеном преноса или једностепени *циклоредуктори*. Веома ретко се, у каталозима произвођача, наводе могућност рада и радне карактеристике једностепених циклопреносника у мултипликаторском режиму рада. Са практичног становишта, употреба циклопреносника у мултипликаторском режиму рада (са једним или више степени преноса) била би веома интересантна при конструисању нпр. ветротурбина или водених турбина, чиме би се омогућила уградња преносника у кућиште турбине, значајно смањила укупна маса и олакшала монтажа.

Достизање великих преносног односа једностепених циклопреносника захтева израду веома малих и прецизно израђених осовиница и лежајева, што знатно поскупљује израду. Због тога, постоји потреба да се једностепени циклопреносници замене двостепеним или вишестепеним (сложеним) циклопреносницима, како би се смањили габарити, повећали лежајеви и осовинице, појефтинила израда, смањиле центрифугалне силе и побољшао степен искоришћења, при истом преносном односу као код једностепених.

Значајан је потенцијал и мењачких могућности сложених циклопреносника, који је за сада недовољно истражен. Такође, због малих димензија и колинеарности вратила, могуће је директно постављање циклопреносника на вратило електромотора, што би омогућило израду веома компактних уређаја. Осим тога, кандидат је предложио једну потпуно нову варијанту циклопреносника, која се базира на тзв. *степенастим* циклозупчаницима, чиме би се значајно смањиле димензије преносника.

У литератури се циклопреносници углавном посматрају као планетарни преносници снаге,



са једним степеном слободe кретања. Због тога се намеће потреба за анализом циклопреносника који поседују више од једног степена слободe кретања и који се краће могу назвати *диференцијални циклопреносници*.

Предмет овог рада је дефинисање методологије за одређивање радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника. Под радним карактеристикама не мисли се само на укупни преносни однос и степен искоришћења, већ и на угаоне брзине и обртне моменте на свим вратилима преносника. Прикази структурних шема базирали би се на структурном (*Wolfvorn*) симболу, чиме се знатно олакшава анализа и формирање прилагођеног начина означавања и систематизација сложених циклопреносника.

Методологија ће олакшати анализу сваку од могућих варијанти вишестепеног циклопреносника, без обзира на број степени слободe и режим рада (редукторски или мултипликаторски). Међутим, због великих преносних односа (у једном степену преноса) и могуће широке практичне примене, акценат истраживања ће бити на једностепеним и двостепеним циклопреносницима (са једним степеном слободe кретања). Осим тога, анализираће се појава самокочивости и циркулација снаге код одређених структурних шема.

Основу структуре сложених циклопреносника чине две варијанте једностепеног циклопреносника, од којих је једна класична варијанта, која се користи код савремених циклоредуктора. Друга варијанта је са тзв. *степенастим* циклозупчаницима и представља једну потпуно нову варијанту, која би се први пут анализирао у овом раду. За обе варијанте, потребно је одредити утицај геометријских и кинематичких параметара на основни степен искоришћења, као најважније величине за даљу анализу губитака снаге. Осим тога, неопходно је и пронаћи изразе, помоћу којих се могу одредити вредности појединих оптерећења, која делују на елементе циклопреносника.

Основни циљеви дисертације су:

- Формирање теоријског модела једностепеног циклопреносника (за обе варијанте), који ће омогућити процену вредности основног степена искоришћења, као најважније величине за анализу губитака снаге;
- Одређивање и приказивање утицаја различитих геометријских и кинематичких параметара на вредност основног степена искоришћења;
- Постављање теоријских основа, како би се омогућила анализа, одредиле радне карактеристике и приказали унутрашњи токови снаге код једностепених и двостепених диференцијалних циклопреносника;
- Систематизација, означавање и примена прилагођеног начина приказивања структурних шема, различитих варијанти двостепених циклопреносника;
- Формирање математичког модела за било коју структурну шему сложеног циклопреносника (без обзира на број степени слободe) и дефинисање методологије која се може генерално применити за изналагање непознатих преносних односа, укупног степена искоришћења, као и за добијање вредности угаоних брзина и обртних момената на појединим вратилима, узимајући у обзир губитке снаге;
- Развој алгоритма и израда рачунарског програма, који ће омогућити реализацију

добијеног математичког модела и дефинисане методологије;

- Теоријска анализа радних карактеристика и унутрашњих токова снаге двостепених циклопреносника са једним степеном слободе кретања, уз помоћ развијеног математичког модела, алгоритма и имплементираних рачунарских програма. Проналажење варијанти у којима се јавља циркулација снаге;
- Експериментална анализа радних карактеристика и одређивање утицаја геометријских и кинематичких параметара на губитке, код обе варијанте једноступеног циклопреносника.
- Експериментална анализа степена искоришћења код двоступеног циклопреносника, са једним степеном слободе. Извршити упоредну анализу теоријских и експерименталних модела.

На основу предлога теме и дефинисаних циљева докторске дисертације, могуће је оквирно поставити следеће хипотезе:

- Осим трења, геометријски и кинематички параметри циклопреносника имају утицај на вредност основног степена искоришћења.
  - Могуће је формирати математички модел, који ће омогућити прецизно одређивање основног степена искоришћења, за обе варијанте једноступеног циклопреносника.
  - Систематска анализа омогућава да се, на прегледан и једноставан начин, дође до оних конструкционих решења једноступених и двоступених циклопреносника, који имају боље радне карактеристике, мање димензије, као и већи степен искоришћења, него класични планетарни преносници.
  - Циклопреносници могу постићи исте радне карактеристике као и класични планетарни преносници, уз много мање димензије и укупну масу.
  - Могуће је формирати математички модел и дефинисати методологију за прецизно одређивање радних карактеристика и унутрашњих токова снаге било које структурне шеме сложеног циклопреносника, са једним или више степени слободе кретања.
  - Помоћу дефинисане методологија може се извршити детаљна анализа радних карактеристика сваке од могућих варијанти двоступеног циклопреносника, са једним степеном слободе кретања. Ово ће омогућити да се, у раној фази пројектовања, формира скуп сличних варијанти и изабере одговарајућа.
  - Приказану методологију могуће је имплементирани помоћу рачунарских програма.
- Ове хипотезе дефинишу правац истраживања, а основни задатак докторске дисертације је да потврди и подробно објасни постављене хипотезе.

#### Методике истраживања

Методике које ће кандидат користити за реализацију докторске дисертације су графо-аналитичке, статистичке, нумеричке и експерименталне методике.

На почетку истраживања је неопходно извршити статичку и кинематичку анализу, као и анализу токова снаге и дефинисати изразе за степене искоришћења једноступеног циклопреносника.

Због великог броја параметара који утичу на основни степен искоришћења, неопходно је



дефинисати математички модел, који ће повезати утицаје свих разматраних параметара и омогућити добијање што тачније теоријске вредности основног степена искоришћења. Статистичким методама ће се проценити утицај свих разматраних параметара на основни степен искоришћења.

Због лакше анализе сложених циклопреносника, потребно је дефинисати јединствени начин означавања, који ће олакшати примену графо-аналитичке методе, уз употребу модификованог структурног Wolf-овог симбола. Овакав приступ ће омогућити да се, на једноставан и прегледан начин, прикаже унутрашњи и спољашњи ток снаге и добију аналитички изрази, који дефинишу унутрашње и спољашње односе између структурних слогова.

Због своје универзалности, структурне Wolf-ове симболе је могуће применити и за приказивање структурне шеме било којег сложеног циклопреносника. На основу графичког приказа, могуће је дефинисати систем линеарних једначина, који садржи кинематичке и статичке једначине за сваки слог, једначине везе између слогова, као и познате вредности угаоних брзина и обртних момената. Решавање овог система може бити веома захтеван посао и веома лако се могу десити рачунске грешке. Због тога је неопходно применити директне нумеричке методе, а сам систем једначина записати у матричном облику.

Одређивање унутрашњег тока снаге и степена искоришћења било којег вишестепеног планетарног преносника, па и циклопреносника, је веома сложен процес. У ту сврху, могу се користити две репрезентативне методе, и то:

- Директна метода или VDI (Verein Deutscher Ingenieure – Немачко удружење инжењера) метода, која синтетизује радове немачких научника;
- Индиректна или Крејнесова метода, која се базира на теоријама контроле система.

Обе методе користе нумеричко решавање сложеног система линеарних једначина. Директна метода је погодна за анализу сложених преносника који имају више од једног степена слободне кретања, али је рачунарски доста захтевна. За преноснике са једним степеном слободне кретања је погодније користити индиректни метод, који на једноставан начин указује и на појаву циркулирајуће снаге, даје њену вредности и слокове у којима се она појављује.

Теоријски добијени резултати се морају проверити експерименталним путем, на пробном столу у отвореном колу снаге. Потребно је омогућити промену улазних параметара и спољашњих токова снаге, како би се пронашао утицај кинематичких параметара на степен искоришћења. Неопходно је израдити обе варијанте једноступеног циклопреносника, уз могућност измене делова, чиме ће се испитати утицај геометријских параметара на основни степен искоришћења. Такође, потребно је испитати и две варијанте двоступеног циклопреносника, од којих ће једна бити са, а друга без могућности појаве циркулирајуће снаге.

#### Оквирни садржај докторске дисертације

Предлог је да ова дисертација буде реализована кроз следећа поглавља:

1. Увод
2. Једноступени циклопреносник

3. Геометријске, кинематичке и статичке карактеристике једноступеног циклопреносника
4. Основни степен искоришћења
5. Диференцијални једноступени циклопреносник
6. Двоступени циклопреносници
7. Одређивање радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника
8. Систематска анализа ограничених двоступених циклопреносника
9. Експериментална верификација добијених резултата
10. Закључак
11. Литература
12. Прилози

### **3. Образложење теме за израду докторске дисертације, које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригинални начин анализирања проблема**

На основу представљеног концепта, може се закључити да постоји интересовање за развојем методологије, која ће омогућити разумевање и олакшати анализу сваке од могућих варијанте вишеступеног циклопреносника, без обзира на број степени слободе кретања и режим рада. Имајући у виду да не постоји студија, која се бави изучавањем радних карактеристика, губитака и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника, предложена докторска дисертација даће значајан допринос у даљем развоју ове области.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу, оригинална идеја.

### **4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације**

Кандидат Тихомир Мачкић ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког рада, поштујући основне критеријуме науке, научних циљева и методе анализе, имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања.

Кандидат ће детаљно проверити полазне хипотезе, теоријски – анализом обимне литературе и извора наведених у пријави теме докторске дисертације и експериментално - поређењем добијених нумеричких резултата са експерименталним.

У достављеној пријави теме, кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области која је предмет рада. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеним хипотезама и методама истраживања. Кандидат је показао изразиту способност за селекцију и анализу литературних извора.



С обзиром на то да су циљеви истраживања проистекли из уочених недостатака и недовољне истражености овог проблема, добијени резултати представљали би оригиналан допринос кандидата истраживачкој области сложених циклопреносника.

## **5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата**

### **а. Лични подаци**

Тихомир Мачкић рођен је 25.01.1973. године у Бања Луци, Босна и Херцеговина, где је завршио основну школу и средњу Машинску школу. Дипломске академске студије је уписао на Машинском факултету у Бања Луци и завршио их 2002. године, са просечном оценом 8,22. Године 2011. уписао је докторске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, под менторством проф. др Ненада Марјановића. Положио је све предмете, предвиђене планом и програмом, са просечном оценом 10.

Запослен је, од 2011. године, на Машинском факултету у Бања Луци, где ради као виши асистент, на предметима из области Машинских конструкција. Има учешће у националним и међународним научно-истраживачким пројектима.

### **б. Научно-истраживачки рад**

Као аутор или коаутор објавио је **12** радова у научно-стручним часописима, као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима.

## **• Списак објављених радова**

### **M23 Радови у међународном часопису**

1. **T. Mackić**, M. Blagojević, Z. Babić, N. Kostić: Influence of Design Parameters on Cyclo Drive Efficiency. Journal of Balkan Tribological Association, 19 (4), 497 (2013), ISSN 1310-4772.
2. L. Ivanović, **T. Mackić**, B. Stojanović: Analysis of the Instantaneous Friction Coefficient of the Trochoidal Gear Pair, Journal of the Balkan Tribological Association Vol. 22, No 1, 281–293 (2016), ISSN 1310-4772.

### **M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини**

1. **Mačkić T.**, Blagojević M., Babić Ž., ANALYSIS OF PARAMETERS THAT HAVE AN IMPACT ON CYCLO DRIVE EFFICIENCY. Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications” COMETA 2012, East Sarajevo - Jahorina, 2012, 28. - 30. Novembar, pp. 331. -338., ISBN 978-99938-655-5-1.
2. **Mačkić T.**, Babić Ž., Blagojević M., Jotić G., Škundrić J., AN ANALYSIS OF LUBRICATION REGIME BETWEEN THE CONTACT ELEMENTS OF CYCLOID REDUCER, 11 International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI, Banja Luka, 2013, 30 May - 1 June, pp. 77-82, ISBN 978-99938-39-46-0.
3. Pejašinović Ž., Jotić G., **Mačkić T.**, ANALYSIS OF ELASTIC ELEMENTS PROPERTIES OF AXIAL FORCE TRANSDUCERS, 11 International Conference on Accomplishments in

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја, Комисија доноси следећи

### ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

**Тихомир Мачкић, дипл. инж. маш.,** испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Очекивани резултати докторске дисертације требало би да представљају оригиналан научни допринос у области планетарних преносника снаге.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију:

#### „Анализа радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника“

прихвати и одобри њену израду кандидату **Тихомиру Мачкићу, дипл. инж. маш.**

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др **Ненад Марјановић,** редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

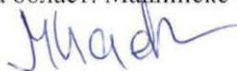
У Крагујевцу и Новом Саду,

22. 06.2020. год.

КОМИСИЈА



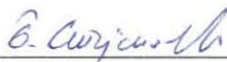
**Др Ненад Марјановић,** редовни професор – председник Комисије  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација



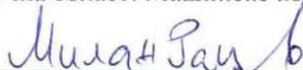
**Др Мирко Благојевић,** редовни професор – члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација



**Др Лозица Ивановић,** редовни професор – члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација



**Др Блажа Стојановић,** ванредни професор – члан  
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Машинске конструкције и механизација



**Др Милан Рацков,** ванредни професор – члан  
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду  
Ужа научна област: Машински елементи, механизми и инжењерске графичке комуникације