

NASTAVNOM VEĆU VISOKE TEHNOLOŠKO UMETNIČKE STRUKOVNE ŠKOLE U LESKOVCU

Na osnovu raspisanog konkursa u listu Poslovi, od 13.09.2017, br. 742 i odluke Nastavnog veća br. 761/4 od 15.09.2017. god. direktor VISOKE TEHNOLOŠKO UMETNIČKE STRUKOVNE ŠKOLE u Leskovcu je doneo rešenje o imenovanju članova Komisije za pripremu referata za izbor u zvanje profesora strukovnih studija na neodređeno vreme za užu oblast Mašinsko inženjerstvo.

Komisija u sastavu:

1. **dr Dragoljub Živković, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu,**
2. **dr Milan Banić, docent Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu,**
3. **dr Novica Stanković, profesor strukovnih studija Visoke tehnološko umetničke strukovne škole u Leskovcu**

na osnovu dobijenog materijala podnosi Nastavnom veću Visoke tehnološko umetničke strukovne škole u Leskovcu sledeći

IZVEŠTAJ

Na konkurs se prijavio jedan kandidat i to **dr Đorđe Miltenović, dipl.inž.maš,** predavač na Visokoj tehnološko umetničkoj strukovnoj školi u Leskovcu.

1. BIOGRAFSKI PODACI

1.1 Lični podaci

Dr Đorđe Miltenović, dipl.inž.maš. rođen je 03.01.1974. godine u Leskovcu, Srbija. Od 1980. godine živi u Nišu.

1.2 Podaci o dosadašnjem obrazovanju

Đorđe Miltenović završio je osnovnu školu "Učitelj Tasa", sa odličnim uspehom. Srednje obrazovanje nastavio je godine 1988/89 u srednjoj mašinskoj školi "15. Maj" u Nišu, i istu završio 1992. godine sa odličnim uspehom.

Mašinski fakultet u Nišu, upisao je 1992. godine, smer mašinske konstrukcije i sve ispite položio u sa prosečnom ocenom 7,40. Diplomirao je sa ocenom 10 u oblasti proračuna kotrljajnih ležaja, na temu "**Proračun, izbor, konstrukciono izvođenje i savremeni trendovi razvoja kotrljajnih ležaja**".

Poslediplomske studije na Katedri za mašinske konstrukcije, Mašinskog fakulteta u Nišu, upisao je 1998. godine i položio sve ispite, propisane statutom fakulteta, u predviđenom roku sa prosečnom ocenom 9,50. Magistrirao je 08.06.2004. godine odbranivši magistarsku tezu pod nazivom: "**Simulacija dinamičkog ponašanja i identifikacija spektara opterećenja vitalnih elemenata pogonskih sistema**".

Doktorirao je 25 maja 2017.godine na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci odbranivši doktorsku disertaciju pod naslovom: "**Istraživanje termičke stabilnosti i habanja pužnih prenosnika**".

1.3 Profesionalna karijera

Od marta 1999. godine, radio je kao stručni saradnik na Višoj tehničkoj tekstilnoj školi u Leskovcu za predmete Mašinski elementi i Termodinamika. Juna meseca 2005. godine izabran je u zvanje predavača na Višoj tehničkoj tekstilnoj školi u Leskovcu za predmete Mašinski elementi i Termodinamika, gde i danas radi. Od 2005. do 2009. godine radio je kao edukator za osnovni kurs MS Office kao i za stručne kurseve Auto CAD i Solid Works u školi računara NL Pro Grup u Nišu. Radio kao predavač za predmet Mašinski elementi na Visokoj školi primenjenih strukovnih studija u Vranju u toku letnjeg semestra 2009. godine. Decembra meseca 2010. godine izabran u zvanje predavača za užu oblast Mašinsko inženjerstvo.

Od stranih jezika govori, čita i piše engleski, a služi se nemačkim jezikom.

2. PREGLED DOSADAŠNJEG NAUČNOG I STRUČNOG RADA KANDIDATA

2.1. Radovi u međunarodnom časopisu (M23)

2.1.1. *Janković, Lj.R., Miltenović V.Đ., Stanić M.P., Miltenović Đ.V.: Analytic and Experimental Determination of Gear Pair Degree of Efficiency.* Journal of the Balkan Tribological Association, Ref. No 874/01.07.2011.

2.1.2. *Miltenović Đ., Tica M., Miltenović A., Banić M., Živković S., Mišković Ž.: Pitting of Teeth Flanks of Crossed Helical Gears Made from Sintered Steel,* Transactions of FAMENA XXXVIII-4. Faculty of mechanical engineering and naval architecture. Zagreb 2014, pp 77-88. UDC: 62- 58:536.421.5:620.178.

2.2. Radovi u časopisu nacionalnog značaja

2.2.1. *Krstić V., Miltenović A., Banić M., Miltenović Đ.: Thermal speed limit of axial roller bearings used in support of screw-nut transmissions.* *Balkan Journal of Mechanical Transmissions - BJMT, Volume 1 (2011), Issue 2, p. 39-44. ISSN 2069–5497. (<http://www.bjmt.pub.ro/1208.pdf>). M53*

2.2.2 *Miltenović A., Tica M., Banić M., Miltenović Đ.: Prediction of Temperature Distribution in Worm Gear Meshing;* FACTA UNIVERSITATIS SERIES: MECHANICAL ENGINEERING (UDC 621.833.38:621.892), 2017. M24

2.3. Poglavlje u monografiji nacionalnog značaja (M45)

2.3.1. *Miltenović, A., Milovančević, M., Miltenović, Đ.: Optimal geometry of worm gear transmitters from load carrying capacity aspect.* Proc. Of Monograph "Machine Design", on the occasion of the 48th anniversary of the Faculty of Technical Sciences 1960 – 2008. Editor: Faculty of Technical Sciences Novi Sad 2008. S.275-280.

2.3.2. *Milovančević, M., Miltenović Đ., Banić M.: Spectral analysis of the working order conditions for the engines on pumping power units.* Proc. of Monograph "Machine Design", on the occasion of the 48th anniversary of the Faculty of Technical Sciences 1960 – 2008. Editor: Faculty of Technical Sciences Novi Sad 2008. s.319-322.

2.4. Radovi na skupovima međunarodnog značaja štampani u celini (M33)

- 2.4.1. *Marinković, Z., Miltenović, Đ.: Modeliranje i simulacija dinamičkog ponašanja pogonskih sistema transportnih sredstava.* VII međunarodni naučno stručni skup „Izvor i prenos snage – IPS '2002“, 26-28. Septembar. Podgorica – Bečići 2002.
- 2.4.2. *Marinković, Z., Marković, S., Miltenović, Đ., Marinković, D.: Simulation of loading and working stress of shafts mechanisms on electro-motors drive.* Int. Symposium „Research and Development of Mechanical Elements and Systems“ JAHORINA – IRMES'2002, 19. – 20. September 2002., Srpsko Sarajevo – Jahorina. Proc, s.153-158.
- 2.4.3. *Đokić, V., Petrović, G., Marinković, Z., Miltenović, Đ.: Identification of Load Spectrum for vital Elements of Drive Systems.* International Conference POWER TRANSMISSIONS'03. 11.-12.September 2003. Bulgaria, Varna. Proc. Vol.3. s.9-14.
- 2.4.4. *Miltenović, Đ., Miltenović, A.: Determination of Load Spectrum at Gear Carrying Capacity Calculacion.* 2nd International Conference “POWER TRANSMISSIONS 2006” BAPT 2006. 25.-26 April 2006., Novi Sad, Serbia & Monten., Proc. s. 85-90.
- 2.4.5. *Miltenović, A., Milovančević, M., Miltenović, Đ.: EHD Lubrication of worm gear pairs.* Proceedings the 5th International Symposium about Design in Mechanical Engineering. KOD-08. S.129-134. Novi Sad 15-16 April 2008.
- 2.4.6. *Milovančević, M., Miltenović, Đ., Banić M.: Applicable Importance of Vibro-Diagnostics in Predictable Maintenance of “NAISUS” Aqueduct System.* Proceedings the 5th International Symposium about Design in Mechanical Engineering. KOD-08. s.327-330. Novi Sad 15-16 April 2008.
- 2.4.7. *Miltenović, Đ., Banić, M. Miltenović, A.: Effect of Lubricants at Efficiency Coefficient of Worm Gear Transmitters.* 6th International Sym. about Forming and Design in mechanical Engineering – KOD 2010. (ISBN 978-86-7892-278-7) Novi Sad, pp. 163-166. 29-30 September 2010.
- 2.4.8. *Krstić, V., Miltenović, A. Banić, M. Miltenović, Đ.: Grenzdrehzahlmittlung an Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe,* Proceedings of The 7th International Conference „Research and Development of Mechanical Elements and Systems.“ IRMES 2011. 27-28 April, 2011, Zlatibor, Serbia. s. 563-568.
- 2.4.9. *Miladinović, S., Miltenović, Đ. : Identifikation of Load Spectrum for Driving System of Bucket Excavator Working Wheel.* Proceedings of The 7th International Conference „Research and Development of Mechanical Elements and Systems.“ IRMES 2011. 27-28 April, 2011, Zlatibor, Serbia. s. 413-417.
- 2.4.10. *Miltenović A., Banić M., Mijajlović M., Miltenović, Đ.: Tribological Aspects of Sintered Steel Gear in Application Worm - and - Gear Set; 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRIBOLOGY – SERBIATRIB 2013, Proceedings (ISBN 978-86-86663-98-6), Kragujevac, Serbia, 15-17.05.2013, pp. 320 - 327.*
- 2.4.11 *Miltenović, A. Stefanović-Marinović, J., Milovančević, M., Miltenović, Đ.: Use of sintered steel gear in application worm-and-gear set.* Proceedings of the 2th International Conference “Mechanical Engineering in XXI Century”. Niš, Serbia, 20 – 21 Jun 2013.

- 2.4.12 Miltenović Đ., Tica M., Miltenović A., Banić M.: **Load Capacity of Worm Gears with Compact Design**; 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACCOMPLISHMENTS IN ELECTRICAL AND MECHANICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY – DEMI 2015, Proceedings (ISBN 978-99938-39-53-8), Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. 29-30.05.2015, pp. 469 – 474.
- 2.4.13 Miltenović A., Banić M., Miltenović Đ.: **Load capacity of cylindrical worm gears according to DIN 3996-2012**. 9TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM CONSTRUCTION MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN IN MECHANICAL ENGINEERING - KOD 2016, Proceedings, Balatonfüred, Hungary, 9-12.06.2016, pp. 67 - 72.
- 2.4.14 Miltenović Đ., Banić M., Miltenović A., Tica M.: **Power Losses and Efficiency of Worm Gears in Extreme Operating Conditions**. 3rd INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE COMETA-2016 „Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications“ Proceedings (ISBN 978-99976-623-7-8), East Sarajevo-Jahorina, RS, Bosnia and Herzegovina. 7-9.12.2016, pp. 169 – 176.
- 2.4.15 Miltenović A., Banić M., Miltenović Đ.: **Load capacity of worm gear transmission from aspect of maximal use of available resources**. The 8th International Conference on Manufacturing Science and Education. Sibiu, Romania, June 7-9, 2017.
- 2.4.16 Miltenović Đ., Tica M., Miltenović A., Banić M.: **Analysis of Load Carrying Capacity of Worm Gears from the Aspect of Engineering Practice**. 13th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, DEMI 2017, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina 26 - 27 May 2017.
- 2.4.17 Tica M., Rackov M., Miltenović Đ., Miltenović A., Banić M.: **Concept Solution of the Safety System for Avoiding Wrong Fuel Using in Cars and Prevention of Damage**. 8th International Scientific Conference IRMES 2017. Trebinje, Bosnia and Herzegovina. September 7-9, 2017. pp. 175 – 180.

2.5. Radovi na skupovima nacionalnog značaja štampani u celini (M63)

- 2.5.1. Stojanović, M., Miltenović, Đ.: **Prilog istraživanju kretanja i opterećenja višestrukog alata zatvorenog sistema**. Naučno-stručni skup „Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema“ – IRMES'98, 10. – 11. Septembar 1998., Beograd, Zbornik radova s.545-550.
- 2.5.2. Stojanović, M., Miltenović, Đ.: **Savremeni trendovi razvoja kotrljajnih ležaja**. Naučno-stručni skup „Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema“ – IRMES'98, 10. – 11. Septembar 1998., Beograd, Zbornik radova s.271-276.
- 2.5.3. Djokić, V., Marinković, Z., Miltenović, Đ.: **Identifikacija spektara radnih napona kod proračuna vratila**. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema" IRMES'2004, Zbornik radova, str.55-62. 16.-17. septembar 2004. Kragujevac, s.209-214.

2.6. Magistarski rad (M72)

Miltenović, Đ.: **Simulacija dinamičkog ponašanja i identifikacija spektara opterećenja vitalnih elemenata pogonskih sistema**. *Magistarski rad*, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 2004.

2.7. Doktorska disertacija (M71)

Miltenović, Đ.: Istraživanje termičke stabilnosti i habanja pužnih prenosnika. Doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Banjoj Luci, Banja Luka, 2017

3. ANALIZA NAUČNOG I STRUČNOG RADA KANDIDATA

Na osnovu navedenih podataka u tački 2 može se konstatovati da kandidat ima objavljena 2 rada u časopisima sa SCI liste kategorije M23, 2 rada u časopisima kategorije M53 i M24, 2 rada u monografiji nacionalnog značaja kategorije M45, 3 rada na skupovima nacionalnog značaja štampani u celini kategorije M63 i 17 objavljenih radova na skupovima međunarodnog značaja štampani u celini kategorije M33.

Rad 2.1.1. objavljen je u časopisu „Journal of the Balkan Tribological Association“ koji je na SCI listi i svrstan je u kategoriju M23. U radu je razmatrano analitičko i eksperimentalno određivanje stepena iskorišćenja zupčastog para. Autori najpre konstatuju da se od svih prenosnika zupčasti prenosnici snage najčešće koriste u praksi, odnosno da se od ukupne energije koja se prenosi pomoću mehaničkih prenosnika preko 80% odnosi na zupčaste prenosnike. Jedan od vrlo važnih parametara kvaliteta zupčastih prenosnika je stepen iskorišćenja, odnosno njihova energetska efikasnost. Za razmatranje gubitaka snage i termičke stabilnosti prenosnika važnu ulogu imaju saznanja o uslovima podmazivanja u zoni kontakta bokova zubaca. Na to utiču brojni parametri kao što su sredstvo za podmazivanje, hrapavost, brzina klizanja u zoni kontakta, tačnost izrade ozubljenja, Hercovi površinski pritisci spregnutih bokova, itd. Autori su u radu istraživali gubitke energije u zoni kontakta tokom sprežavanja zupčastog para duž dodirnice. Uporednom analizom analitičkih i eksperimentalnih rezultata istraživanja došlo se do analitičkog postupka određivanja stepena iskorišćenja. Autori su došli do zaključka da su vrednosti koeficijenta trenja simetrično raspodeljene u odnosu na trenutni pol i da je promena stepena iskorišćenja za vrednosti dobijene eksperimentalnim i analitičkim putem duž dodirnice linearna, saglasno promeni brzine klizanja. Kod prelaska iz dvostruke u jednostruku spregu i obrnuto jasno se uočavaju skokovi, dok je maksimalna vrednost stepena iskorišćenja u kinematskom polu.

Rad 2.1.2. objavljen je u časopisu „TRANSACTIONS OF FAMENA“ koji je na SCI listi i rangiran je u kategoriju M23. U radu je razmatrana pojava oštećenja od pitinga na bokovima zubaca pužno hiperboloidnog zupčastog para, gde je zupčanik izrađen od sinterovanog materijala. Autori konstatuju da savremena tehnologija izrade delova sinterovanjem ima niz prednosti u odnosu na klasični postupak izrade delova u mašingradnji. Prednosti ove tehnologije ogledaju se pre svega u nižoj ceni izrade delova a da pri tome kvalitet delova ispunjava sve zahteve u eksploatacionim uslovima. Posle izrade delova sinterovanjem moguće je izvršiti završnu termičku obradu, gde se utiče na strukturu sinter čelika i na taj način dobija visoka otpornost u odnosu na habanje i piting. U radu su izvršena eksperimentalna istraživanja karakteristika sinter čelika sa različitim završnim obradama. Ispitivanja obuhvataju sledeće karakteristike materijala: hemijski sastav, gustina, tvrdoća, E-modul, Puasonov broj kao i statičke karakteristike čvrstoće. Ispitivanja su pokazala da materijal ima homogenu strukturu i da je sadržaj legirajućih elemenata u predviđenim granicama. Gustina sinter čelika iznosi 7.5 kg/dm^3 što omogućuje da delovi od sinter čelika imaju ne samo dobre mehaničke karakteristike, već i dobru otpornost na habanje. Međutim treba imati u vidu da sa povećanjem gustine raste i opasnost pojave pitinga. Istraživanje kritičnih oštećenja bokova zubaca u eksploatacionim uslovima pokazalo je da su najčešći oblici oštećenja piting i zaribavanje. Piting se javlja u kombinaciji sa drugim vidovima oštećenja. Najopasniji destruktivni piting javlja se kod varijanti materijala sa otvrdnjavanjem vodenom parom kod

podmazivanja mineralnim uljem pri $n_1 = 5000 \text{ min}^{-1}$ i sa otvrdnjavanjem u toku samog procesa sinterovanja kod podmazivanja sintetičkim uljem pri $n_1 = 10000 \text{ min}^{-1}$.

U radu 2.2.1. koji je objavljen u časopisu „Balkan Journal of Mechanical Transmissions – BJMT” razmatrana je granična učestanost obrtanja aksijalnih kugličnih ležajeva za uležištenje navojnih prenosnika. Autori konstatuju da su kotrljani ležaji sastavni delovi svih mašinskih sistema i od njihove radne sposobnosti zavisi pouzdanost i funkcionalnost konstrukcije u kojima su ugrađeni. Osnovni parametri radne sposobnosti ležaja su nosivost i učestanost obrtanja. Nedostatak kotrljajnih ležaja je ograničeni radni vek kod visoke učestanosti obrtanja. Glavni limitirajući faktor pri radu ležaja sa visokom učestanošću obrtaja jeste temperatura odnosno termička stabilnost ležaja. U ovom radu je prikazan postupak određivanja graničnog broja obrtaja aksijalnih kugličnih ležajeva sa kosim dodirom u odnosu na termičku stabilnost uležištenja.

Rad 2.2.2 objavljen je u časopisu FACTA UNIVERSITATIS SERIES: MECHANICAL ENGINEERING, koji ima kategoriju M24. Rad predstavlja deo istraživanja izvršenih u okviru doktorske disertacije kandidata. U radu je prikazana je numerička simulacija termičke stabilnosti pužnog prenosnika. Za određivanje raspodele temperature kao i relevantnih vrednosti koeficijenata prelaza toplote izrađeni su trodimenzionalni FEM modeli elemenata pužnog prenosnika koji sadrži 3D modele svih vratila, ležaja, maziva i elemata kućišta. Odvođenje generisane toplote u prenosniku u okolnu sredinu vrši se preko relativno velike površine kućišta, a deo i preko temelja. Simulacija je urađena za izlazni obrtni moment $T_2 = 21.84 \text{ Nm}$ i za ulazni broj obrtaja $n_1 = 5000 \text{ min}^{-1}$. Vrednosti simulirane temperature kreću se u dijapazonu od $125,2^\circ\text{C}$ do $59,93^\circ\text{C}$. Maksimalna temperatura u zoni sprežanja iznosi $125,2^\circ\text{C}$ i predstavlja trenutnu temperaturu u tački dodira spregnutih bokova. Temperatura mase zupca dobijena termičkom simulacijom iznosi $\theta_M = 92,31^\circ\text{C}$, a eksperimentalno određena temperatura mase zupca iznosi $\theta_M = 89,45^\circ\text{C}$. Prema tome termičkom simulacijom dobijena temperatura mase zupca je u velikoj meri saglasna eksperimentalnom vrednošću. Na ovaj način moguće je sagledati termičko stanje kompletnog prenosnika i ustanoviti kritična mesta sa aspekta zagrevanja i uspešnog ispunjenja radne funkcije prenosnika.

U radu 2.3.1 razmatrana je optimalna geometrija pužnih parova sa aspekta nosivosti. U uslovima ograničenog prostora za smeštaj prenosnika prikazane su mogućnosti povećanja nosivosti bez promene osnovog rastojanja i materijala pužnog para. Varijacijom geometrijskih parametara (napadnog ugla, debljine zupca i prečnika kinematskih cilindara) moguće je znatno uticati na povećanje nosivosti pužnih prenosnika. U radu je postupak dobijanja optimalne geometrije prenosnika sa aspekta nosivosti prikazan u analitičkoj i grafičkoj formi. Autori konstatuju da je na ovaj način moguće povećati nosivost pužnih prenosnika i do 50%.

U radu 2.3.2 razmatrana je spektralna analiza radnih opterećenja pumpnih agregata. Za obezbeđenje pouzdanog rada mašinskih sistema, neophodan je permanentni nadzor njihove radne ispravnosti. Osnova za ovakav pristup je merenje vibracija sistema i dijagnoza stanja njihove radne ispravnosti primenom FFT analize. Istraživanja su izvršena na pumpnim agregatima niškog vodovoda „NAISSUS”, koji ima 115 pumpnih agregata. Rezultati istraživanja služe kao osnova za preventivno održavanje ovih sistema.

U radu 2.4.1 razmatrana je problematika modeliranja pogonskih sistema transportnih i mobilnih mašina i simuliranja njihovog rada. Posebna pažnja je posvećena prelaznim režimima rada, tj. periodima ubrzanja i kočenja, koji se sa stacionarnim režimom povezuju u jedan pokret pogonskog sistema mašine. U tu svrhu se koriste ekvivalentni elasto-kinetički modeli sa konačnim brojem masa, elastičnim vezama između njih i definisanim spoljašnjim

poremećajima (pobudama). Ovi modeli su matematički opisani sistemom nehomogenih diferencijalnih jednačina drugog reda, koji je rešavan analitički u zatvorenom obliku i numerički uz pomoć programskog paketa MATLAB. Grafički prikaz rešenja daje zakone kretanja masa i promene opterećenja u elastičnim vezama modela. Cilj je da se pokaže uspešnost simuliranja dinamičkog ponašanja pogonskih sistema mašina, što je u pojedinim primerima potvrđeno eksperimentalnim zapisima.

Rad pod br. 2.4.2 prikazuje analitički postupak dobijanja funkcija momenta uvijanja, napona uvijanja i napona savijanja vratila zupčastih prenosnika mehanizama mašina na elektromotorni pogon. U tu svrhu iskorišćeni su ekvivalentni elasto-kinetički model sa dve obrtne mase, analiza sila kod zupčastog para i poznate relacije iz Teorije otpornosti materijala. Na osnovu postavljenog algoritma i razvijenih računarskih programa simulirane su uz pomoć računara funkcije opterećenja i radnih napona na primeru jednog vratila kretnog mehanizma dizalice.

U radu 2.4.3 razmatran je problem određivanja spektra opterećenja simulacijom dinamičkog ponašanja pogonskih sistema u eksploatacionim uslovima. Kao rezultat simulacije dobija se tok slučajne funkcije promene opterećenja. Prikazani su programi, gde se na osnovu ove funkcije dobija dvoparametarski spektar opterećenja, kao osnova za proračun nosivosti delova. Ovaj pristup daje najbolje rezultate prilikom diskretizacije usko- i širokopoljnih procesa primenom jedno- i dvo-parametarske diskretizacije. Predloženi digitalni postupak diskretizacije, izdvajanja ciklusa i statističke obrade njegovih obeležja na bazi digitalnih vrednosti procesa i poređenja triju uzastopnih raspona je veoma efikasan, jer se računski programira i automatski realizuje računom.

U radu 2.4.4 prikazan je postupak određivanja merodavnog spektra opterećenja za proračun nosivosti zupčanika. Postupak se bazira na modeliranju i simulaciji dinamičkog ponašanja pogonske mašine, prenosnika i radne mašine i omogućuje dobijanje dijagrama funkcija promene obrtnih momenata, brzine i ubrzanja na relevantnim mestima prenosnog sistema. Simulacijom različitih režima rada radne mašine preko parcijalnih spektra opterećenja, dobijen je ukupni spektar opterećenja zupčanika, koji služi kao osnova za proračun faktora radnih uslova, odnosno nosivosti zupčanika.

U radu 2.4.5 razmatran je problem termičke stabilnosti pužnih prenosnika. Naime pužne prenosnike odlikuje kompaktna konstrukcija ali i veliki prenosni odnos. Zbog velikog klizanja na bokovima zubaca pužnih parova, srazmerno velika količina dovedene energije pretvara se u toplotu. U uslovima neadekvatnog podmazivanja dolazi do neposrednog kontakta spregnutih bokova pužnog para, uvećanog habanja i porasta radne temperature ulja. To dovodi do termičke nestabilnosti u radu prenosnika i skraćanja njihovog radnog veka. U radu je razmatran istorijski razvoj na planu elasto-hidro-dinamičke (EHD) teorije podmazivanja i savremeni pristup u rešavanju ovog problema. Uprkos teorijskom rezultatu da u središnjem području dodira bokova zubaca nema sloja ulja, eksperimentalna istraživanja to ne potvrđuju. Prema tome primena EHD teorije podmazivanja na pužne parove nije u saglasnosti sa eksperimentalnim istraživanjima.

U radu 2.4.6 razmatrana je vibrodijagnostika koja predstavlja značajan alat u utvrđivanju stanja radne ispravnosti mašinskih sistema. Primena frekventno-fazne analize u utvrđivanju stanja radne ispravnosti pumpnih agregata, predstavlja brz i jednostavan način dijagnostike ležaja na osnovu apsolutnih vibracija. Poseban značaj i veliku specifičnu težinu imaju merenja koja utvrđivanjem radne sposobnosti sistema sprečavaju pojavu otkaza sa katastrofalnim posledicama.

U radu 2.4.7 razmatran je uticaj sredstava za podmazivanje na stepen iskorišćenja pužnih prenosnika. Između spregnutih bokova pužnih prenosnika postoji znatno klizanje što za posledicu ima habanje bokova i znatne gubitke energije. Energija se pri tome pretvara u toplotu, koja dovodi do zagrevanja prenosnika, narušavanja njenog ispravnog rada a u kritičnim slučajevima i do zaribavanja. Nastalo povećanje temperature menja viskoznost ulja a to dalje utiče na procese u zoni kontakta. U radu su data eksperimentalna i teoretska istraživanja viskoznosti i radne temperature ulja na stepen iskorišćenja pužnih prenosnika manjih dimenzija. Upoređena su ponašanja ulja D460EP ($v_{40} = 460 \text{ mm}^2/\text{s}$) i GH6 1500 ($v_{40} = 1500 \text{ mm}^2/\text{s}$) u eksploatacionom uslovima i pokazano je da je ulje sa nižom viskoznošću pogodnije za podmazivanje pužnih prenosnika veće učestanosti obrtanja kako u pogledu stepena iskorišćenja tako i u pogledu radne temperature.

U radu 2.4.8 razmatrana je nosivost aksijalnih kugličnih ležajeva za navojna vretena tipa ZKLF2575-2Z i ZKLF50115-2Z proizvođača INA-Schäffler u uslovima granične učestanosti obrtanja. Izložen je analitički postupak određivanja granične učestanosti obrtanja, koji detaljno uzima u obzir konstrukcione uslove ugradnje i eksploatacione uslove.

Rad pod br. 2.4.9 prikazuje određivanje spektra opterećenja pogonskog sistema radnog točka rotornog bagera. S obzirom na eksploatacione uslove, pouzdanost i konstrukciona ograničenja koja su prisutna kod pogonskih sistema radnog točka rotornog bagera, autori konstatuju da ovi sistemi spadaju u veoma zahtevne konstrukcije, za čije projektovanje je neophodna sveobuhvatna analiza svih uticajnih faktora. Jedan od najvažnijih uticajnih veličina je radni napon odnosno opterećenje, koje se javlja u eksploatacionim uslovima u vitalnim elementima konstrukcije. U ovom radu prikazan je postupak određivanja merodavnog spektra opterećenja radnog točka rotornog bagera. Merenje eksploatacionih opterećenja izvršeno je na rotornom bageru TAKRAF SRs 1300 kod otkopa jalovine na kopu Drmno. Na osnovu izvršenih tenzometrijskih merenja, diskretizacijom pomoću metode punih ciklusa definisan je merodavni spektar opterećenja za proračun vitalnih elementa pogonskog sistema u analitičkom i grafičkom obliku. Dobijeni spektar opterećenja odgovara teškom režimu rada.

U radu 2.4.10 prikazana su istraživanja triboloških parametara na bokovima zubaca pužno hiperboloidnog zupčastog para, sa zupčanikom od sinterovanog materijala. S obzirom na nisku proizvodnu cenu zupčanika od sinterovanog materijala, pužno hiperboloidni zupčasti prenosnici primenjuju se kod prenosnika malih snaga namenjenih prvenstveno u automobilskoj industriji za podizanje prozorskih stakala, podešavanje položaja sedišta, pogon brisača, itd. S obzirom na visoku učestanost obrtanja puža, tribološki parametri su veoma kompleksni i mogu dovesti do pojave različitih oštećenja spregnutih bokova kao što su habanje, piting i zaribavanje. U radu su prikazana teorijska i eksperimentalna istraživanja triboloških parametara sa zupčanikom od sinterovanog čelika Fe1.5Cr0.2Mo.

U radu 2.4.11 upoređene su nosivosti kod prenosnika sa pužem i cilindričnim zupčanikom izrađenih od plastike i sinterovanog čelika. Kompaktni prenosnici snage sa ovim zupčanicima se za potrebe industrije prave sa cilindričnim zupčanicima sa kosim zupcima od plastike, ali njih limitira uglavnom nosivost. Upoređeni su eksperimentalni rezultati poput nosivost u odnosu na habanje, ukupni stepen iskorišćenja i temperatura ulja u prenosniku. Autori su pokazali da korišćenjem sinterovanog čelika može da se dobije jeftinije i pouzdanije rešenje.

U radu pod br. 2.4.12 razmatrana je nosivost pužnih parova kompaktne konstrukcije. Autori najpre konstatuju da je nosivost pužnih prenosnika određena je njegovim geometrijsko-konstrukcionim parametrima, tako da je pogodnim izborom ovih parametara moguće uticati na nosivost i stepene sigurnosti pužnog para, a samim tim i prenosnika u

celini. Ovo je naročito od značaja u uslovima radnih ograničenja vezanih za raspoloživi prostor odnosno kod prenosnika kompaktne konstrukcije. U radu je prikazan je postupak optimizacije geometrijskih parametara u cilju povećanja nosivosti i stepena sigurnosti pužnog para. Varirani su geometrijski parametri (ugao profila alata, debljina zupca, način podmazivanja) pri čemu nije menjano osno rastojanje pužnog prenosnika i primenjeni materijal za izradu prenosnika. Dobijeni rezultati prikazani su analitički i grafički. Konstatovano je da je na ovaj način moguće povećati nosivost pužnih prenosnika za 50%.

U radu 2.4.13 izvršena je analiza nosivosti pužnih prenosnika prema DIN 3996-2012 uz varijaciju najbitnih konstrukcionih parametara (prenosnog odnosa, brojeva obrtaja, materijala pužnog zupčanika, osnog rastojanja). Ustanovljeno je da je nosivost pužnih prenosnika mahom ograničena oštećenjima usled habanja, pitinga i povišene radne temperature. Od 81 analiziranog prenosnika, kod 45 prenosnika kritično je habanje, kod 36 piting a kod 18 povišena radna temperatura. S obzirom na međusobnu povezanost graničnih stanja, odnosno pojave oštećenja, očigledno je da najveću pažnju treba posvetiti istraživanjima vezanim za habanje i termičku stabilnost prenosnika. Analiza je izvedena na prenosnicima koji se najčešće primenjuju u eksploataciji, tako da su dobijeni rezultati od značaja za inženjersku praksu.

U radu 2.4.14 prikazani su rezultati istraživanja gubitaka snage i stepena iskorišćenja pužnih prenosnika za ekstremne uslove eksploatacije ($i = 40$; $n_1 = 5000 \text{ min}^{-1}$). Materijal puža je čelik 16MnCr5, cementiran i brušen, pužni zupčanik od kalajne bronzne CuSn12Ni2-C-GCB. Podmazivanje je vršeno veoma kvalitetnim uljem - Klübersynth GH 6/1500. U toku ispitivanja merene su vrednosti obrtnog momenta na ulazu i izlazu iz prenosnika, kao i temperatura ulja i temperatura okoline. Utvrđeno je da se ukupni stepen iskorišćenja prenosnika kreće se u granicama $\eta_{\Sigma} = 0,52 - 0,71$. Trend linija toka promene izlaznog obrtnog momenta pokazuje da sa povećanjem opterećenja raste ukupni stepen iskorišćenja prenosnika. Autori konstatuju da na ovakav tok promene utiču veći broj faktora, kao što su gubici snage u ležajima i zaptivačima, radna temperatura odnosno viskoznost ulja na radnoj temperaturi, trenje i gubici snage u zoni kontakta spregnutih bokova.

U radu 2.4.15 izvršen je proračun nosivosti u odnosu na habanje, piting, lom zupca u podnožju i termičku stabilnost za izabrane reprezentativne familije pužnih prenosnika sa osnim rastojanjima $a = 63 \text{ mm}$, $a = 100 \text{ mm}$ i $a = 250 \text{ mm}$. U cilju sveobuhvatnog sagledavanja nosivosti pužnih prenosnika po različitim kriterijumima varirani su sledeći parametri: osno rastojanje, prenosni odnos, brojevi obrtaja puža, materijal pužnog zupčanika, vrsta ulja i način podmazivanja. Rezultati analize pokazali su da najveća ograničenja nosivosti pužnih prenosnika vezana za habanje, zatim za piting i termičku stabilnost. Autori konstatuju da je sa aspekta iskorišćenja raspoloživih resursa pužnih prenosnika jako je bitno da prenosnik ima sličnu nosivost za sva granična stanja. Rezultati analize pokazuju da je od 81 analiziranih prenosnika samo je kod 23 prenosnika dobijena ujednačena nosivost, kod 13 približno ujednačena, dok 45 prenosnika imaju neujednačenu nosivost. Prema tome maksimalno iskorišćenje raspoloživog resursa postignuto je kod 23 prenosnika, odnosno kod 28% od svih analizom obuhvaćenih prenosnika.

U radu 2.4.16 autori najpre uočavaju prednosti pužnih prenosnika koji se ogledaju u kompaktnoj konstrukciji, velikom prenosnom odnosu, pouzdanosti u radu, mogućnosti prigušenja vibracija, konstrukcione prednosti kod grananja i sumiranja energije, itd. Međutim nedostatak pužnih prenosnika je relativno nizak stepen iskorišćenja što dovodi do velikog zagrevanja, habanja i smanjenog radnog veka. Na osnovu analize nosivosti reprezentativne familije pužnih prenosnika koja je od interesa za inženjersku praksu autori konstatuju da

povećanje nosivosti u odnosu na habanje bitno utiče na nosivost kompletnog prenosnika. S obzirom da postoji međusobna povezanost različitih vrsta oštećenja, može se zaključiti da bi smanjenje habanja bokova zubaca smanjilo gubitke energije, a samim tim i umanjilo ograničenja vezana za termičku stabilnost prenosnika.

U radu 2.5.1 dat je prikaz rešenja opterećenja alata za livenje lanaca, kao nosioca prenosne funkcije. Rad sadrži konkretan pristup rešenju kinematskih veličina i opterećenja alata za poznate polazne parametre. Ustanovljena je i korelaciona zavisnost između obimne brzine, dužine segmenata lančanog sistema alata i proizvodnih uslova vezanih za visoku radnu temperaturu. Na taj način stvoreni su uslovi da alat uspešno ispuni zadatu funkciju u eksploatacionim uslovima.

Rad 2.5.2 razmatra savremene trendove razvoja kotrljajnih ležaja. Osnovni nedostatak kotrljajnih ležaja je ograničen radni vek, naročito kod visoke učestanosti obrtanja. U radu se predlaže da se ovaj problem reši postizanjem uslova za rad u području trajne dinamičke izdržljivosti. U radu su kao osnovni uticajni parametri koje u tom slučaju treba razmatrati navedeni kvalitet i radna temperatura sredstva za podmazivanje, sprečavanje prisustva kontaminanata u sredstvu za podmazivanje, pravilno konstrukciono izvođenje i montaža uležištenja kao i ugradnja signalnih i dijagnostičkih uređaja.

Rad 2.5.3 razmatra nosivost mašinskih elemenata, odnosno vratila. Najznačajniji činilac u pogledu sigurnosti i pouzdanosti mašinskih sistema je nosivost njegovih strukturnih elemenata. Proračun nosivosti se vrši upoređivanjem radnih i kritičnih napona. Veličina radnog napona zavisi od opterećenja, te je prema tome neophodno poznavati stvarne vrednosti opterećenja u eksploatacionim uslovima. Problem određivanja spektara opterećenja u radu je razmatran i rešen simulacijom dinamičkog ponašanja vratila u eksploatacionim uslovima. Kao rezultat simulacije dobija se tok slučajne funkcije promene opterećenja, čijom obradom se dobija spektar opterećenja. Na osnovu spektara opterećenja prikazan je postupak dobijanja spektara radnih napona, pogodnih za proračun nosivosti vratila.

Osnovna istraživanja u magistarskom radu kandidata (2.6) vezana su za identifikaciju veličine, toka promene i učestanosti opterećenja kod pogonskih sistema primenom kompjuterske simulacije dinamičkog ponašanja sistema. Kao rezultat simulacije dobija se tok slučajne funkcije promene opterećenja, a uspostavljanjem korelacione zavisnosti između opterećenja i radnog napona dobija se tok slučajne funkcije promene radnog napona.

Magistarski rad predstavlja doprinos praktičnoj primeni teorijskih istraživanja dinamičkog ponašanja pogonskih sistema, definisanju metoda za dobijanje spektara opterećenja i spektara radnih napona za vitalne elemente u sistemu prenosa i uvećanju tačnosti proračuna nosivosti za konkretne uslove eksploatacije.

U okviru doktorske disertacije kandidata (2.7) izvršena su istraživanja termičke stabilnosti i procesa habanja pužnih parova. S obzirom na svoje karakteristike pužni prenosnici imaju niz prednosti u odnosu na ostale tipove prenosnika. Prednosti se pre svega ogledaju u kompaktnoj konstrukciji, velikom prenosnom odnosu, pouzdanosti u radu, mogućnosti prigušenja vibracija, konstrukcione prednosti kod grananja i sumiranja energije, itd. Imaju široku primenu kod kratkotrajnih pogona alatnih mašina, transportnih uređaja, u vozilima prvenstveno za prenos snage, kao i kod finopodešavajućih i preciznih uređaja za prenos kretanja. Nedostatak pužnih prenosnika je relativno nizak stepen iskorišćenja što dovodi do velikog zagrevanja, habanja i smanjenog radnog veka. Zbog toga su istraživanja u doktorskoj

disertaciji usmerena su na razmatranje i identifikaciju parametara vezanih za termičku stabilnost i procese habanja spregnutih bokova.

Nova saznanja do kojih je kandidat došao u istraživanjima vezana su za:

- Postupak izbora konstrukcionih parametara prenosnika sa najboljim iskorišćenjem njihovog raspoloživog resursa.
- Postupak analitičko-eksperimentalnog istraživanja relevantnih konstrukcionih parametara pužnih prenosnika.
- Postupak numeričke simulacije generisanja toplote pužnog prenosnika.

Teorijski i praktični doprinos doktorske disertacije kandidata:

- Izvršena je detaljna analiza nosivosti reprezentativne familije pužnih prenosnika za relevantna granična stanja. Prikazana grafička interpretacija sprovedene analize i date smernice za praktičnu primenu pruža mogućnost izbora konstrukcionih parametara prenosnika sa najboljim iskorišćenjem njihovog raspoloživog resursa.
- Na osnovu eksperimentalnih istraživanja stepena iskorišćenja i termičke stabilnosti dat je postupak analitičkog određivanja korelacionih zavisnosti između konstrukcionih parametara pužnih prenosnika i opterećenja (gubici snage relevantnih elemenata prenosnika, tok promene koeficijenta trenja pužnog para i tok promene porasta radne temperature ulja).
- Primenom metode konačnih elemenata izvršena je termička simulacija i dobijena raspodela temperature u prenosniku i njegovim elementima uz eksperimentalnu verifikaciju dobijenih rezultata.
- Razrađen je kompletan postupak eksperimentalno teorijskog pristupa, gde su teorijska razmatranja i eksperimentalni rezultati povezani sa FEM termičkom simulacijom. Ovaj postupak omogućuje da se na osnovu eksperimentalnim putem određenih gubitaka snage i koeficijenta trenja odredi raspodela temperature kompletnog prenosnika.
- Primena ovakvog načina proračuna je od značaja za inženjersku praksu jer pruža mogućnost dobijanja relevantnih podataka o prenosniku u fazi konstruisanja za optimalno iskorišćenje njihovog raspoloživog resursa

4. MIŠLJENJE O ISPUNJENOSTI USLOVA ZA IZBOR

Na osnovu priložene dokumentacije i napred iznetog Komisija konstatuje da po Zakonu o Visokom obrazovanju i Statutu Visoke tehnološko umetničke strukovne škole u Leskovcu kandidat dr Đorđe Miltenović, dipl.inž.maš. u potpunosti ispunjava uslove za izbor u zvanje **profesor strukovnih studija za užu oblast Mašinsko inženjerstvo** sa punim radnim vremenom na neodređeno vreme.

5. PREDLOG

Na osnovu napred iznetog i priložene konkursne dokumentacije Komisija za zadovoljstvom predlaže **Nastavnom veću** Visoke tehnološko umetničke strukovne škole u Leskovcu da **dr Đorđa Miltenovića, dipl. inž. maš.** izabere u zvanje **profesor strukovnih studija za užu oblast Mašinsko inženjerstvo** sa punim radnim vremenom na neodređeno vreme.

6. OBRAZLOŽENJE

Na osnovu napred iznetog Komisija konstatuje da kandidat dr Đorđe Miltenović, dipl.inž.maš.:

- Ima urađen magistarski rad iz oblasti Mašinske konstrukcije;
- Ima urađenu doktorsku disertaciju iz oblasti Mašinske konstrukcije;
- Ima 18 godina radnog iskustva u nastavi, gde je do sada pokazao zavidne rezultate;
- Kao autor i koautor ima objavljena 2 rada u časopisima sa SCI liste kategorije M23, 2 rada u časopisima kategorije M53 i M24, 2 rada u monografiji nacionalnog značaja kategorije M45, 3 rada na skupovima nacionalnog značaja kategorije M63 i 17 objavljenih radova na skupovima međunarodnog značaja kategorije M33.
- Izvodio je veći broj kurseva Auto CAD i Solid Works, odnosno ima značajna znanja i veštine u oblasti informacionih tehnologija.

Komisija konstatuje da, shodno Zakonu o Visokom obrazovanju i Statutu Visoke tehnološko umetničke strukovne škole u Leskovcu, kandidat dr Đorđe Miltenović, dipl.inž.maš. ispunjava sve neophodne uslove za izbor u zvanje **profesor strukovnih studija za užu oblast Mašinsko inženjerstvo** sa punim radnim vremenom na neodređeno vreme.

U Nišu i Leskovcu
oktobra 2017. godine

ČLANOVI KOMISIJE

dr Dragoljub Živković, redovni profesor
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu

dr Milan Banić, docent,
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu

dr Novica Stanković, profesor strukovnih studija
Visoke tehn. Umet. strukovne škole u Leskovcu