



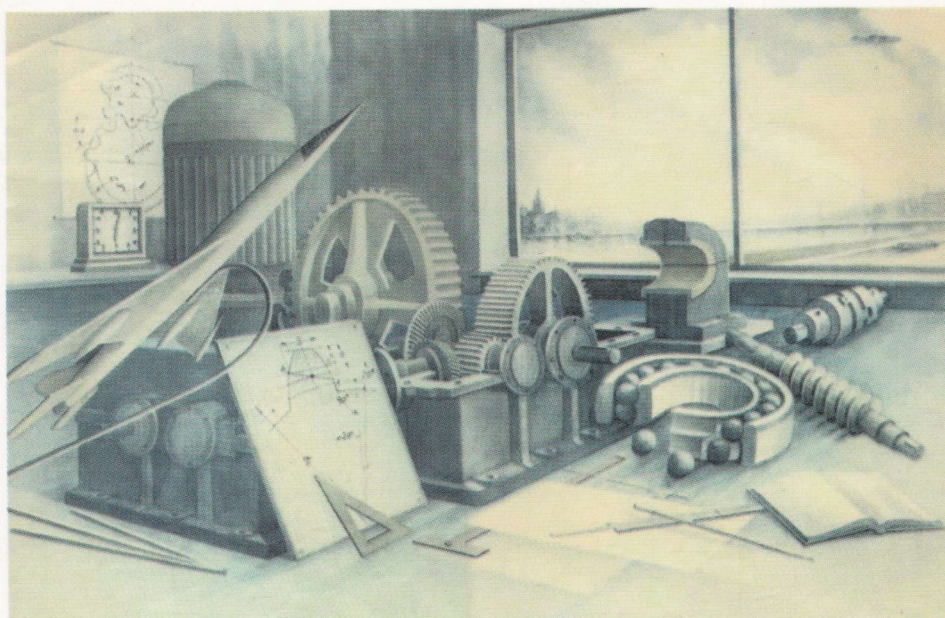
**JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO
ZA MAŠINSKE ELEMENTE I
KONSTRUKCIJE**

ZBORNİK RADOVA

sa naučno - stručnog skupa

ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH ELEMENTATA I SISTEMA

IRMES 2000

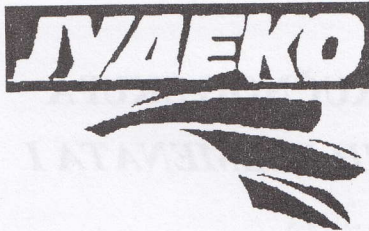


Kotor

13-15, Septembar 2000.



**UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Katedra za konstruisanje**



**JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO
ZA MAŠINSKE ELEMENTE I
KONSTRUKCIJE**

ZBORNİK RADOVA

sa naučno - stručnog skupa

ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH ELEMENTA I SISTEMA

IRMES 2000

Kotor

13-15, Septembar 2000.



**UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Katedra za konstruisanje**

**ZBORNİK RADOVA SA NAUČNO-STRUČNOG SKUPA
ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH ELEMENATA I
SISTEMA**

IRMES 2000

Nosilac: JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MAŠINSKE
ELEMENTE I KOMSTRUKCIJE - *JuDEKO*
Beograd, ul. 27. marta br. 80

Organizator: MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Katedra za konstruisanje
Podgorica, Cetinjski put bb

Glavni i odgovorni urednik: Prof.dr Radoš Bulatović

Pokroviteljstvo i finansijska podrška:

- SAVEZNO MINISTARSTVO ZA RAZVOJ, NAUKU I ŽIVOTNU SREDINU
- MINISTARSTVO PROSVETE I NAUKE CRNE GORE, SEKTOR ZA NAUKU I UNIVERZITET
- MINISTARSTVO ZA NAUKU I TEHNOLOGIJU SRBIJE

Tiraž: 200 primjeraka

Štampa:
PROFI PRINT Novi Beograd, Otona Župančića 28/48

PROGRAMSKI ODBOR

Prof. dr Vojislav Miltenović - predsjednik

Prof. dr Milosav Ognjanović

Prof. dr Radoš Bulatović

Prof. dr Siniša Kuzmanović

Prof. dr Vladeta Radović

Prof. dr Svetislav Jovičić

Prof. dr Zoran Perović

Prof. dr Momir Šarenac

Prof. dr Vuk Čulafić

Prof. dr Radan Durković

ORGANIZACIONI ODBOR

Prof.dr Radoš Bulatović - predsjednik

Prof.dr Vladeta Radović

Prof.dr Vuk Čulafić

Prof.dr Zoran Perović

Prof.dr Milan Vukčević

Mr Janko Jovanović

Mr Darko Bajić

Dipl.inž. Radoslav Tomović

Dipl.inž. Veljo Vasiljević

Počasni predsjednik skupa IRMES 2000 Profesor emeritus Zoran Savić

SADRŽAJ

PLENARNA SJEDNICA

Savić Z.: JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MAŠINSKE ELEMENTE I KONSTRUKCIJE - JUDEKO OD 1973. DO 2000.GODINE.....	1
Radović V.: ZNAČAJ ISTRAŽIVAČKO RAZVOJNE FUNKCIJE NA OSTVARIVANJE KVALITETA PROIZVODA	11
Miltenović V.: INTEGRALNI RAZVOJ PROIZVODA	17
Šarenac M.: ZNANJE KAO RESURS U RAZVOJU ZEMLJE.....	23
Ognjanović M.: EKSPERIMENTALNE METODE U KONSTRUISANJU	29

Sekcija A TEORIJA KONSTRUISANJA

Tomović R., Radović V., Prodanić B.: STANJE, POLOŽAJ I PREDVIĐANJE BUDUĆEG RAZVOJA MAŠINSKE INDUSTRIJE U REPUBLICI CRNOJ GORI.....	35
Tomović R.: MJESTO I ULOGA FUNKCIJE PROJEKTOVANJA I KONSTRUISANJA U CRNOJ GORI, SA OSVRTOM NA POTREBE BUDUĆEG RAZVOJA.....	41
Nikolić S.: OPTIMIZACIJA INVESTICIONIH ULAGANJA U RAZVOJ KVALITETA MAŠINSKIH KONSTRUKCIJA	47
Milivojević LJ., Paulić A.: FLEKSIBILNOST TEHNOLOŠKIH SISTEMA.....	53
Ćučilović M., Golubović D., Čurčić S.: STRUKTURNO MODELIRANJE PLANETARNIH POVRATNIH MEHANIZAMA ZA REALIZACIJU PERIODIČNIH KRETANJA.....	59
Stefanović-Marinović J., Vulić A.: MOGUĆNOSTI PRIMENE MORFOLOŠKE ANALIZE KOD PLANETARNIH PRENOSNIKA	65

Miltenović V., Milčić D.: KONCIPIRANJE ZUPČASTIH PRENOSNIKA SNAGE PRIMENOM NEURONSKE MREŽE.....	71
Marinković A., Rosić B., Janković M.: OPTIMIZACIJA PARAMETARA PRI PRORAČUNU KLIZNIH LEŽIŠTA.....	77

Sekcija B RAZVOJ MAŠINSKIH SISTEMA I KOMPONENATA

Kuzmanović S., Radaković J., Temunović J., Medojević B.: PRAVCI RAZVOJA UNIVERZALNIH ZUPČASTIH MOTORNJIH REDUKTORA	83
Radojčić D.: OBODNI POGON BRODSKIH PROPELERA KOJI SE NALAZE U CEVIMA.....	89
Marinković Z., Marković S., Đorđević T., Mijajlović D.: RAZVOJ FAMILIJE POJEDINAČNIH ELEKTRO- -HIDRAULIČKIH SPREDERA.....	97
Petrović T., Ivanović I.: AUTONOMNE POGONSKE UGRADNE JEDINICE ZA OSTVARIVANJE PRAVOLINIJSKOG KRETANJA (LINEARNI AKTUATORI).....	103
Marković S., Marinković Z.: ANALIZA BRZINA I UBRZANJA KOD DIZALIČNIH MEHANIZAMA SA ZAZOROM	109
Ćučilović M., Golubović D., Čurčić S.: KINEMATIČKA SINTEZA ZUPČANIČKO-BREGASTIH MEHANIZAMA ZA GENERISANJE PERIODIČNIH KRETANJA.....	115
Stojanović B.: SPECIFIČNOSTI PRORAČUNA ZUPČANIKA NA HABANJE.....	121
Rakanović R., Jevtić J., Nešović J.: ODREĐIVANJE RADNE SPOSOBNOSTI PRSTENASTE OPRUGE ODBOJNIKA VAGONA	127

Sekcija C MODELIRANJE, SIMULACIJA I CAD-SISTEMI

Jovanović J., Bulatović R.: OBJEKTNO ORJENTISANI PRISTUP PRORAČUNU I MODELIRANJU MAŠINSKIH ELEMENTATA	133
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Durković R., Damjanović M., Simović S.: HIDRAULIČKI POZICIONI POGON	139
Jovanović M., Marinković Z., Marinković D.: PARAMETARSKO MODELIRANJE-MCAE KONCEPT FAMILIJE PROIZVODA	145
Aleksić Ž., Arsenić Ž.: PROJEKTOVANJE MENJAČKOG PRENOSNIKA	151
Babić A., Maneski T., Miodragović G.: MODELIRANJE U ANALIZI PONAŠANJA OBRRTNIH POSTOLJA ŽELEZNIČKIH KOLA	157
Živanović S.: MODELI TEHNOLOŠKIH MODULA SA PARALELNIM MEHANIZMOM	163
Jovanović S., Petrović T.: OPTIMALAN PI REGULATOR SISTEMA AKTIVNOG OSLANJANJA VOZILA	169
Radonjić R., Radonjić D.: PROUČAVANJE RADNIH PROCESA FRIKCIONE SPOJNICE	175
Nestorović T., Nikolić V.: PROJEKTOVANJE I SIMULACIJA DIGITALNOG SISTEMA PRAĆENJA SA REKONSTRUKTOROM REDUKOVANOG REDA ZA HIDRAULIČKI SISTEM ZA POZICIONIRANJE	178
Đurović–Petrović M., Voronjec D., Radojković N., Stevanović Ž.: MATEMATIČKI MODEL STACIONARNE PRIRODNE KONVEKCIJE JEDNOFAZNOG FLUIDA SA DVODIMENZIONIM POLJEM BRZINE U POROZNOM SLOJU IZOLACIONOG MATERIJALA	187

Sekcija D PRENOSNICI SNAGE I KRETANJA

Stamboliev D.: POGODNI ZUPČASTI PAROVI	193
Šarenac M.: UTICAJ TAČNOSTI LEŽAJA NA TAČNOST OBRRTANJA	199
Tanasijević S.: O NEKIM KARAKTERISTIKAMA KONTAKTNIH POVRŠINA MEHANIČKIH PRENOSNIKA	205
Ianici S.: HOCHUNTERSETZENDES GETRIEBE T.A.D.....	211

Nikolić V., Cvejić (Atanasovska) I.: PRORAČUN KRUTOSTI SPREGNUTIH ZUBACA I NJEN UTICAJ NA RASPODELU OPTEREĆENJA NA ISTOVREMENO SPREGNUTE PAROVE ZUBACA	217
Đurđević M., Tica M.: RASPODJELE OPTEREĆENJA PO DODIRNIM LINIJAMA BOKOVA ZUBACA ZA GRANIČNE VRIJEDNOSTI ODSUPANJA MJERA I OBLIKA ZUPČANIKA	223
Dašić P.: PROJEKTOVANJE KONUSNO SPIRALNIH I HIPOIDNIH ZUPČANIKA TIPA OERLIKON POMOĆU RAČUNARA	229
Nojner V., Zlatković M.: PRISTUP RAZVOJU INDUSTRIJSKIH ZUPČATIH PRENOSNIKA SNAGE.....	235

Sekcija E PLANETARNI PRENOSNICI

Marković S., Jovičić S., Mihailović D.: VIRTUALNA KINEMATSKA ANALIZA PLANETNOG REDUKTORA.....	241
Vulić A., Mijajlović R., Marinković Z., Velimirović M.: PLANETARNI PRENOSNICI U POGONSKIM MEHANIZMIMA GRAĐEVINSKIH DIZALICA.....	247
Arsić M., Milovanović A., Sedmak S., Aleksić V.: EKSPERIMENTALNA ANALIZA OPTEREĆENJA I RADNE ČVRSTOĆE PLANETARNOG REDUKTORA SNAGE 900 KW ZA POGON ROTORA BAGERA SR _s 1300.26/5.0	253
Arsić M., Aleksić V., Milovanović A.: TEORIJSKA ANALIZA RADNE ČVRSTOĆE PLANETARNOG REDUKTORA SNAGE 900 KW ZA POGON ROTORA BAGERA SR _s 1300.26/5.0	259
Šelmić R., Mijailović R.: PRIMENA I MODELIRANJE TALASNIH ZUPČASTIH PRENOSNIKA	265
Krstić B.: ANALIZA KARAKTERISTIKA AUTOMATSKIH PRENOSNIKA SNAGE SA HIDRODINAMIČKOM KOMPONENTOM	271

Sekcija F
DINAMIKA MAŠINSKIH SISTEMA

- Subić A.:** EKSPERIMENTALNA MODALNA ANALIZA ROTACIONE STRUKTURE ZUPČASTOG PRENOSNIKA 277
- Hedrih (Stefanović) K., Cvetković S., Knežević R.:** OSOBINE FUNKCIJE OSETLJIVOSTI PLANETARNOG PRENOSNIKA.... 285
- Ognjanović M., Ćirić-Kostić S.:** UTICAJ KUĆIŠTA NA EMISIJU VIBRACIJE I BUKE ZUPČASTOG PRENOSNIKA..... 291
- Petrović P., Marković LJ.:** SMANJENJE BUKE MOTORA PRIMENOM ALTERNATIVNIH MATERIJALA..... 297
- Lalović D., Jovanović S.:** DINAMIČKO PONAŠANJE VOZILA PRI KOČENJU 303
- Šelmić R., Đurović V.:** DINAMIČKA ANALIZA LANSIRNOG SISTEMA..... 309
- Jovanović D., Grujić N., Šaler D., Pantić D.:** UTICAJ OBLIKA KOFICE I GEOMETRIJE ZUBA NA DINAMIČKO OPTEREĆENJE ROTORNIH BAGERA 315
- Velimirović M., Milenković D., Pavlović R., Aleksić Ž., Tanasić N.:** ANALIZA UZROKA OTKAZA VRATILA DVOSTRUJNE PUMPE ZA HLAĐENJE VISOKE PEĆI 321
- Pavlović T. N., Pavlović D. N.:** GRANICE OSTVARLJIVOSTI DINAMIČKIH ZAHTEVA KOD LISNATIH OPRUGA KAO POGONSKIH ELEMENATA 327
- Mihajlović G., Golubović D.:** URAVNOTEŽENJE INERCIONIH SILA VIBRACIONO-NJIHAJUĆIH OSCILATORNIH PLATFORMI POMOĆU LISNATIH OPRUGA 333

Sekcija G
POUZDANOST MAŠINSKIH SISTEMA

- Jovičić S., Ćatić D.:** PRIMENA ANALIZE NAČINA I POSLEDICA OTKAZA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI 339
- Papić LJ.:** UTICAJ SIGURNOSTI NA EFEKTIVNOST TEHNIČKIH SISTEMA..... 345

Bulatović R., Jovanović J.: ANALIZA UTICAJA RADNOG OPTEREĆENJA NA POUZDANOST POPREČNO OPTEREĆENE ZAVRTANJSKE VEZE.....	351
Marinković Z., Mijajlović R., Jovanović M.: VEROVATNOSNI PRITUP U PRORAČUNU RADNOG VEKA ELEMENATA.....	357
Stamenković D.: ANALIZA UTICAJA RELEVANTNIH FAKTORA NA NOSIVOST PRESOVANIH SPOJEVA.....	363
Dašić P.: ODREĐIVANJE POUZDANOSTI KOMPONENTI TEHNIČKIH SISTEMA NA OSNOVU KOMPARATIVNE ANALIZE RAZLIČITIH TEORIJSKIH RASPODELA.....	371
Živković M., Golubović D., Mihajlović G.: NAČIN IZRADE KAO FAKTOR SIGURNOSTI SKLOPA UŠKA-KLIPNJAČA.....	377
Krstić B.: ODREĐIVANJE GRANICA OPTIMALNE PERIODIČNOSTI PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA KOČNICA TOČKA VOZILA SPECIJALNE NAMENE.....	383

Sekcija H MATERIJALI I TERMIČKA OBRADA

Hrisafović N.: ODREĐIVANJE OSNOVNIH KARAKTERISTIKA NOVIH KOMPOZITNIH MATERIJALA ZA POTREBE KONSTRUKTIVNIH BIROA.....	389
Milovanović M., Radisavljević M.: PRIMENA NOVIH MATERIJALA U CILJU POVEĆANJA KRUTOSTI.....	395
Babić M., Rac A., Ninković R.: ZnAl LEGURE - NOVI KONSTRUKCIJSKI MATERIJAL ZA TRIBOLOŠKE KOMPONENTE	401
Gligorijević R., Jevtić J.: UTICAJ NEKIH FAKTORA NA DINAMIČKU IZDRŽLJIVOST RADILICA OD NODULARNOG LIVA.....	407
Burzić Z., Burzić M., Čurović J., Momčilović D., Janković D.: UTICAJ SLAGANJA VLAKANA NA KARAKTERISTIKE MEHANIKE LOMA I ENERGIJE UDARA KOMPOZITA UGLJENIČNA VLAKNA-EPOKSIDNA SMOLA	413
Radić V.: POBOLJŠANJE SVOJSTAVA ZUPČANIKA OD POLIMERA	419

Jovanović D., Jovanović M.: STANJE NAPONA I STANJE ENERGIJE DEFORMACIJE U OKOLINI ELIPTIČNE PRSLINE	425
Milovanović M., Lišanin R., Šubara N.: PROCENA VEKA RADA OBRITNOG POSTOLJA	431

Sekcija I NAPONSKA STANJA I RAZARANJA

Perovic Z.: METODE PRORAČUNA ZAVARENIH SPOJEVA IZLOŽENIH OPTEREĆENJU SA PROMJENLJIVOM AMPLITUDOM.....	437
Bajić D., Čulafić V.: PRIMJENA EPRI METODE PRI PROCJENI ČVRSTOĆE POSUDE POD PRITISKOM OSLABLJENE PRSLINOM.....	443
Jovanović D., Jovanović M.: SAMOPREŽIVLJAVAJUĆI SISTEM SA AKTIVNIM I PASIVNIM ODGOVOROM NA PROMENU STANJA	449
Šaletić S., Zeković S., Vukasojević R.: EFIKASNOST ADAPTACIJE MREŽE KONAČNIH ELEMENATA U NAPONSKO-DEFORMACIONOJ ANALIZI.....	455
Savićević S., Đogović V., Šaletić S.: O SAVIJANJU CILINDRIČNE LJUSKE OPTEREĆENE KONTINUALNIM SPREGOM PO ZAVOJNOJ LINIJI.....	461
Janošević D., Jevtić V.: ANALIZA OPTEREĆENJA ELEMENATA ZA VEZU AKSIJALNOG LEŽAJA HIDROULIČKIH BAGERA	467
Mitić V.: PRORAČUN NOSIVOSTI VRATILA PO KRITERIJUMU ČVRSTOĆE	473
Pejić D., Stojiljković D.: KONCEPT NOVOG TENZOMETRA PREĐE	479

Sekcija J
EKSPLOATACIJA MAŠINSKIH SISTEMA

Bulatović M.: PRORAČUN ELEMENATA I TEHNIČKIH SISTEMA U FUNKCIJI EFEKTIVNOSTI	485
Gajić A., Krsmanović LJ., Stevanović K., Predić Z., Makivić Z.: DINAMIČKE KARAKTERISTIKE HE PERUĆICA ODREĐENE ISPITIVANJEM U PRIRODI	491
Marković S., Josifović D.: MOGUĆNOSTI OCENE KVALITETA ELEMENATA KLIPNIH MEHANIZAMA MOTORA SUS	497
Petrović R., Jankov R.: REZULTATI MERENJA STATISTIČKE I FFT ANALIZE PARAMETARA RADNOG PROCESA KLIPNO-AKSIJALNE PUMPE.....	503
Radovanović M.: LASERSKE MAŠINE ZA SEČENJE LIMA.....	509
Lazarević R., Šekularac S.: EKSPLOATACIJA I ISKUSTVA U PRIMJENI SCENSKE MEHANIKE POZORIŠTA.....	515
Ćurčić S., Ječmenica R., Ćučilović M.: REINŽENJERING AUTOMATSKIH PROIZVODNIH LINIJA U INDUSTRIJI PRERADE METALA U FUNKCIJI KVALITETA S OBZIROM NA IZBOR REŽIMA RADA	521
Ćurčić S., Slavković R., Ćučilović M.: REINŽENJERING AUTOMATSKIH PROIZVODNIH LINIJA U INDUSTRIJI PRERADE METALA U FUNKCIJI FLEKSIBILNOSTI S OBZIROM NA IZBOR SENZORA.....	527



EKSPERIMENTALNA ANALIZA OPTEREĆENJA I RADNE ČVRSTOĆE PLANETARNOG REDUKTORA SNAGE 900 KW ZA POGON ROTORA BAGERA SRs 1300.26/5.0

M. Arsić¹, A. Milovanović¹, S. Sedmak², V. Aleksić¹

U radu je na bazi statističkih karakteristika rezultata merenja angažovane snage na pogonu rotora bagera i ostvarenog kapaciteta utvrđena međusobna zavisnost. Takođe, na osnovu rezultata merenja realnih specifičnih otpora kopanju utvrđena je funkcija raspodele. Dati su i rezultati merenja deformacija na pogonskom vratilu rotora bagera, odnosno utvrđen je spektar opterećenja na osnovu kog je određena radna čvrstoća prenosnika pogonskog reduktora.

Izvršene analize su pokazale da konstruktivno rešenje planetarnog reduktora za pogon rotora ne zadovoljava zahteve u uslovima rada rotornog bagera na otkopu sive gline i okamenjenih stenskih masa.

1.Uvod

Postojeći dinamički modeli noseće konstrukcije, mehanizama i pogona rotornih bagera, odnosno modeli spoljnog opterećenja izazvanog otporom kopanju, ne omogućavaju kompleksno sagledavanje njihovog uticaja na dinamičko ponašanje rotornog bagera. Za poznavanje uticaja sopstvenih niskofrekventnih oscilacija i nestacionarnosti režima opterećenja na radnu čvrstoću nosećih konstrukcija i odgovornih sklopova rotornih bagera neophodna su eksperimentalna ispitivanja opterećenja u različitim uslovima eksploatacije.

2.Eksperimentalna ispitivanja

Ispitivanjem mašina i konstrukcija u radnim uslovima dobijaju se neophodni podaci za upoređenje kvaliteta i ocenu mašina i konstrukcija, za ocenu uticaja prostornog rada pojedinih elemenata na nosivost, kao i za određivanje efekta zajedničkog rada pogonskih uređaja i konstrukcije.

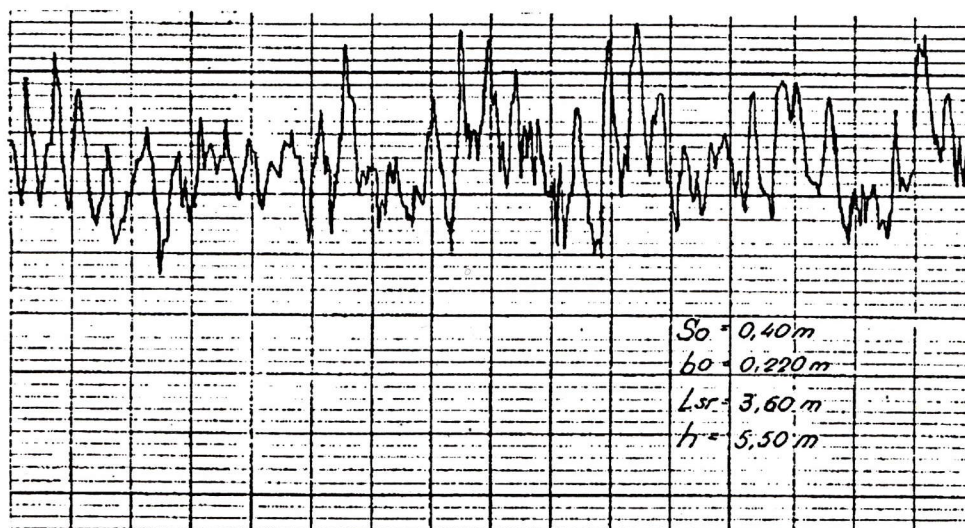
Za realizaciju eksperimentalnog ispitivanja, koje se sastoji iz mernog programa, izvođenja merenja i određivanja mernih veličina, potreban je sistem mernih uređaja koji obuhvata karakteristična svojstva raspodele opterećenja i naprezanja tokom vremena. Funkcija sistema mernih uređaja u suštini je obrada signala. Tu učestvuju uglavnom elektronski uređaji, koji su jednim delom u vezi sa računarom.

2.1. Merenja angažovane snage

Za određivanje potrebne snage za pogon radnog točka u zavisnosti od ostvarenog kapaciteta i specifičnog otpora kopanju, korišćenjem odgovarajućih uređaja firme AEG, izvršena su merenja i snimanja jačine struje /1/. Potrošnja električne energije je posledica savlađivanja svih otpora, koji se javljaju u procesu kopanja.

Merenja su izvršena pod radnim opterećenjem bagera u različitim otkopnim sredinama. Na sl.1 prikazan je jedan od zapisa promene jačine struje sa osnovnim karakteristikama odreska, a na sl.2 prikazan je zapis na kome označene tačke predstavljaju:

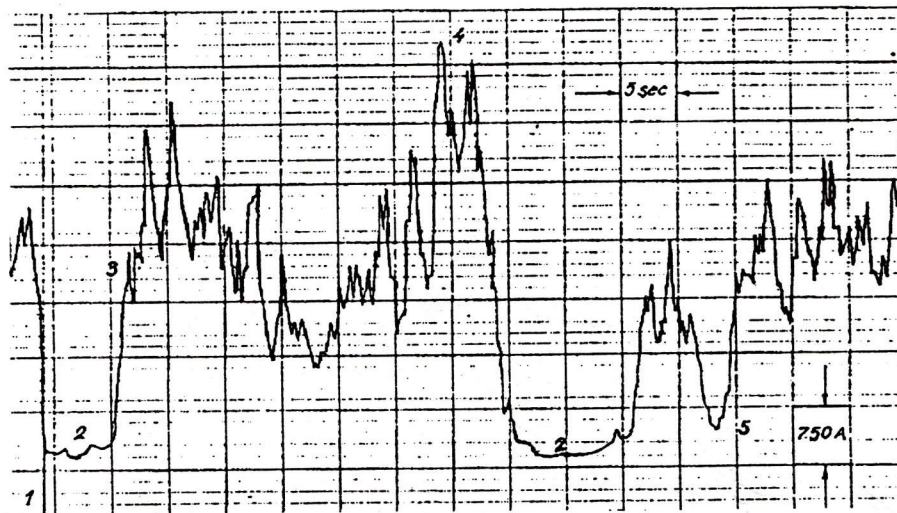
- tačka 1 - jačina struje u momentu uključenja motora za pogon radnog točka,
- tačka 2 - jačina struje pri okretanju radnog točka na prazno,
- tačka 3 - jačina struje pri otkopavanju,
- tačka 4 - maksimalno zabeležena jačina struje obuhvaćena na dijagramu.



Slika 1. Prikaz dela zapisa promene jačine struje sa osnovnim karakteristikama odreska

Analizom histograma empirijske raspodele, kumulativnih funkcija učestanosti i statističkih karakteristika došlo se do zaključka da se za matematički opis slučajnih veličina specifičnog otpora kopanju (k_L) može koristiti normalni zakon raspodele.

Parametri normalnog zakona raspodele specifičnog otpora kopanju za maksimalno izmerena opterećenja i za ukupna merenja određeni su grafičkom metodom, da bi se izbegle ekstremne vrednosti /2,3/. U tab.1 date su vrednosti parametara normalnog zakona raspodele specifičnog otpora kopanju i rezultati provere prihvatljivosti zakona na bazi koeficijenta varijacije.



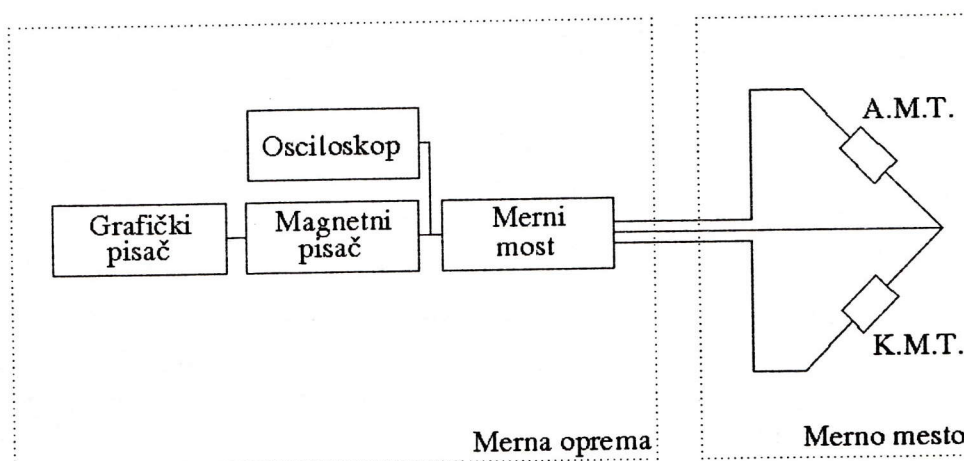
Slika 2. Prikaz zapisa promene jačine struje sa označenim tačkama za karakteristična opterećenja radnog organa

Tabela 1. Parametri normalnog zakona raspodele specifičnog otpora kopanju

	Normalna raspodela		$f_i = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{k_L - \bar{k}_L}{\sigma} \right)^2 \right]$	
	Srednja vrednost	Standardno odstupanje	Varijacija	Provera ekstremnih vrednosti
	\bar{k}_L (kN/m)	σ	$V = \sigma / k_L$	$\bar{k}_L \pm 3\sigma$
Za maksimalno izmerena opterećenja	86.3	23.2	0.27	zadovoljava
Za ukupno merenje	68.2	19.1	0.28	zadovoljava

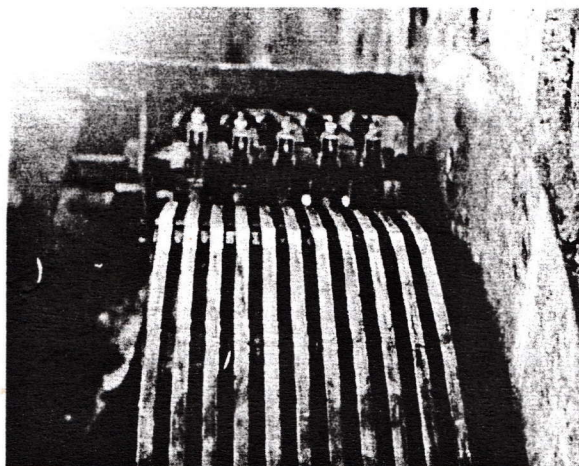
2.2. Merenja deformacija i definisanje spektra opterećenja

Struktura raščlanjenog mernog sistema, koji je korišćen pri tenzometrijskom merenju na pogonskom vratilu rotora prikazana je na sl.3.



Slika 3. Struktura mernog sistema
(A.M.T.-aktivna merna traka, K.M.T.-kompenzaciona merna traka)

Merenja deformacija na pogonskom vratilu rotora bagera su izvršena sa četiri merne trake tipa XY-120-HBM, koje su podesne za merenje deformacija izazvanih obrtnim momentom na vratilu. Prenos električnog signala izvršen je pomoću specijalno izrađenih kliznih bakarnih prstenova, koji su postavljeni na vratilu i kontaktnih grafitnih četkica, postavljenih na stacionarnim nosačima, sl.4.



Slika 4. Mesto postavljanja bakarnih prstenova i kontaktnih četkica

Zahvaljujući svojstvima merne opreme, merenja su izvršena pri višestrukome ponavljanju različitih režima opterećenja. U tab.2 date su vrednosti maksimalno izmerenih napona za svaki od praćenih režima opterećenja.

Tabela 2. Maksimalni naponi za različite režime opterećenja

Redni broj	Simulirani režim rada bagera	Izmereni napon (MPa)
1	Pokretanje rotora na prazno	110
2	Opterećenje pri radu u rastresitom materijalu	110
3	Prosečno opterećenje (mešoviti sloj otkopne mase)	140
4	Rad u kompaktnoj sivoj glini	160
5	Udarna opterećenja	220

Na osnovu rezultata ispitivanja režimi opterećenja su razvrstani u 3 klase, za koje je na osnovu statističkih podataka izračunato procentualno učešće opterećenja u ukupnom radu bagera, tab.3.

Tabela 3. Statistički podaci o vremenu rada bagera za razmatrana opterećenja

Opterećenje	U transportu	Prosečno	Siva glina
Trajanje opterećenja (%)	4	60	36

Grafičkim i analitičkim metodama teorije verovatnoće i matematičke statistike utvrđeno je da je za prikaz raspodele amplituda radnih napona najpogodnija Vejbulova raspodela /4/. Prihvatljivost Vejbulovog zakona raspodele utvrđena je testom Kolmogorov-Smirnova, odnosno d-testom, u obliku:

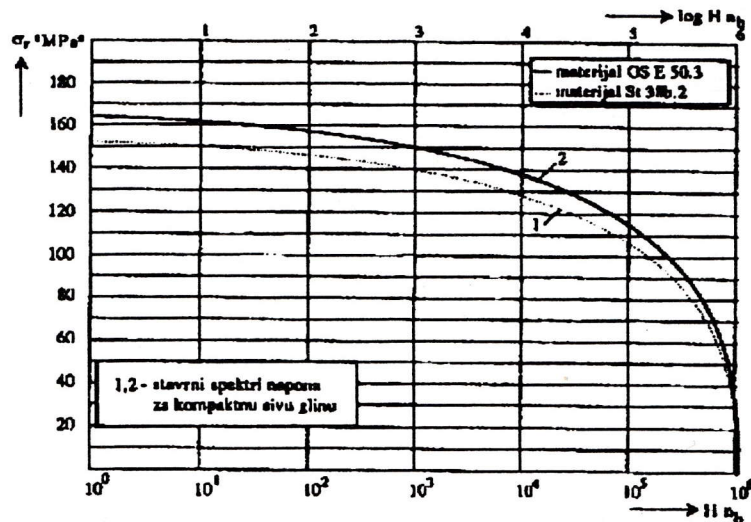
$$D_{\max} = |F_e(t) - F_t(t)| = \frac{dx}{\sqrt{k}} \quad (1)$$

gde je D_{\max} - maksimalno dozvoljeno odstupanje empirijske ($F_e(t)$) i teorijske funkcije raspodele ($F_i(t)$), a $d\alpha$ - dozvoljeni koeficijent poverenja d - testa za broj pojava k i nivo rizika α .

Na osnovu podataka o režimima rada i njihovom udelu (tab.3) izvedena je kombinovana funkcija napona u obliku /4/:

$$H(\sigma_r) = 1 - F(\sigma_r) = 0.04 \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{52}\right)^{2.6}\right] + 0.60 \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{73}\right)^{3.2}\right] + 0.36 \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{68}\right)^{2.0}\right] \quad (2)$$

Ukupni spektar raspona napona dobija se unošenjem i napona pri ekstremnim-vršnim opterećenjima, sl.5 /4/, koji se definišu ekstrapolacijom raspodele ekstremnih vrednosti. Ta opterećenja, koja praktično dovode do zaustavljanja radnog točka u procesu rada, čine 0.05-0.10 % ukupnog vremena opterećenja, a mogu biti veća do tri puta od opterećenja u punom rezu, sl. 5 /4/.



Slika 5. Ukupni spektar napona

3.Zaključak

Proces projektovanja i razvoja konstrukcije reduktora za pogon rotora bagera uvek je praćen predviđanjem njegove sigurnosti u radu i predviđanjem veka korišćenja.

Analiza rezultata merenja angažovane snage za pogon radnog točka u zavisnosti od ostvarene časovne proizvodnje i statističkih karakteristika specifičnog otpora kovanju pokazale su da tehničko-tehnološke karakteristike TAKRAF-ovog bagera SRs 1300.26/5.0 u potpunosti zadovoljavaju, pa čak i nadmašuju zahteve pri radu bagera na otkopu prelaznih zona između dva bloka sive gline i u rastresitim zanama kosovskog ugljenog basena, ali ne zadovoljava u uslovima rada bagera na otkopu kompaktne sive gline, zbog značajnih udarnih opterećenja koja se javljaju u radu bagera.

Proučavanje ponašanja zavarenih spojeva mora da obuhvati znatno veći broj parametara nego što je potrebno pri proučavanju čelika u vidu ploča, profila ili otkovaka, jer heterogenost strukture zavarenog spoja uslovljava različito ponašanje metala šava i osnovnog materijala pri dejstvu promenljivog opterećenja. Kod zavarenih spojeva dolazi do uticaja i koncentracije napona, ne samo od promene geometrijskog oblika, već

i od prisutnih grešaka u zavarenim spojevima, od kojih neke ostaju u konstrukciji i prepuštanja u eksploataciju.

Obrtna veza gornjeg obrtnog i hodnog dela bagera predstavlja u poređenju sa radnom strelom i balans strelom sa tegom relativno malu osnovu za stabilan rad konstrukcije u području niskofrekventnih oscilacija, pri čemu postoji opasnost da frekvencija sopstvenih oscilacija bude u blizini frekvencija oscilacija izazvanih periodičnim delovanjem spoljnog opterećenja, što može dovesti do pojave rezonance i do otkaza najnapregnutijih preseka.

S obzirom da ovim ispitivanjima nisu šire obuhvaćena granična opterećenja, koja se javljaju pri radu bagera u bloku kompaktne sive gline, ne može se odrediti granica korisnog opterećenja.

Literatura

1. Elaborat o dokazivanju kapaciteta rotornog bagera SRs 1300.26/5.0, Rudarski institut, Beograd, 1988.
2. Arsić M., Ljamić D., Ćirković B.: Eksperimentalna analiza radnog opterećenja pogona radnog točka rotornog bagera, Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema "IRMES 95", Niš, 1995, str.346.
3. Arsić M., Sedmak S., Ćirković B.: Analiza uzroka havarije zavarenog nosača satelita reduktora za pogon rotora bagera SRs 1300.26/5.0, Međunarodno savetovanje "Zavarivanje 96", Beograd, 1996, str.29.
4. Arsić M., Sedmak S.: Definisane spektra opterećenja za zamorna ispitivanja zavarenih spojeva na rotornom bageru, Međunarodno savetovanje "Zavarivanje 94", Novi Sad, 1994.

EXPERIMENTAL ANALYZE OF LOAD AND SERVICE STRENGTH OF PLANETARY GEAR POWER 900 KW FOR DRIVING ROTAR OF ESCAVATOR SRs 1300.26/5.0

In this scientific paper upon the basis of statistical characteristics of results which are given by measuring occupied labor force on driving rotary of escavator and planning capacity, it is found inter-causality. Also upon the basis of measuring results of real specific digging resistance it is notified, function of assignment. Measuring results of deformation of driving shaft rotary of escavator are given, apropos it is notified loading spectrum upon it is found service strength carrier of driving gear.

Performing analyze showed that construction solution of planetary gear for driving rotary is not satisfied requirements in working conditions for rotary escavator during digging gray clay and petrification of rocking mass.

¹ Dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, Mr Andra Milovanović, Mr Vujadin Aleksić
GOŠA Institut, Milana Rakića 35, Beograd,

² Prof Stojan Sedmak (u penziji), Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu,
Karnegijeva 4, Beograd