



YU ISSN 0350-1027
УДК 621+629(05)-861/6

Моторна
Возила
Мотори

'94

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

ГРУПА ЗАСТАВА
ИНСТИТУТ ЗА АУТОМОБИЛЕ

ОСМИ СИМПОЗИЈУМ
THE EIGHT SYMPOSIUM
МВМ КРАГУЈЕВАЦ '94

3., 4., 5. ОКТОБАР 1994.
OCTOBER

САОПШТЕЊА
PAPERS

КРАГУЈЕВАЦ – ЈУГОСЛАВИЈА

OSMI SIMPOZIJUM

M V M

Kragujevac '94

Motorna
Vozila
Motori

Naučni odbor:

- Prof. Dr. Miroslav Demić, Mašinski fakultet, Kragujevac, predsednik
Zoran Radošević, Mašinski fakultet, Kragujevac, sekretar
Snežana Milanović, Mašinski fakultet, Kragujevac
Prof. Dr. Dušan Simić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Prof. Dr. Stevan Veinović, Mašinski fakultet, Kragujevac
Prof. Dr. Rajko Radonjić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Prof. Dr. Dragoljub Radonjić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Doc. Dr. Aleksandra Janković, Mašinski fakultet, Kragujevac
Doc. Dr. Aleksandr Grujović, Mašinski fakultet, Kragujevac
Dr. Radivoje Pešić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Doc. Dr. Ružica Nikolić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Prof. Dr. Dimitrije Janković, Mašinski fakultet, Beograd
Dr. Milan Milovanović, Institut za automobile, Kragujevac
Mr. Vitomir Pijavac, Fabrika automobila, Priboj
Dr. Gojko Dunkić, Institut za automobile, Kragujevac
Dušan Unković, NIS, Beograd
Dr. Bogdan Veselinović, IMR, Beograd
Doc. Dr. Božidar Krstić, Zastava kamioni, Kragujevac
Doc. Dr. Srećko Žeželj, Saobraćajni fakultet, Beograd

Organizacioni odbor:

- Dr. Milan Milovanović, Institut za automobile, predsednik
Branislav Stojadinović, Institut za automobile, zamenik
Dejan Jegdić, Institut za automobile, Kragujevac, sekretar
Vladeta Miletić, Načelnik Šumadijskog okruga
Radovan Nikolić, Predsednik Reg. privredne komore ŠIP
Dragič Lazić, Podpredsednik IO Skupštine Grada Kragujevca
Dušan Mandić, Podpredsednik IO Skupštine Grada Kragujevca
Radomir Radulović, Direktor ugostiteljstva UTP Kragujevac
Borislav Baralić, Zastava kamioni, Kragujevac
Aleksandar Davinić, Mašinski fakultet, Kragujevac
Snežana Milanović, Mašinski fakultet, Kragujevac
Dušan Nestorović, Institut za automobile, Kragujevac
Aleksandar Sarić, Institut za automobile, Kragujevac
Aleksandar Lazarević, Institut za automobile, Kragujevac
Aleksandar Soldatović, Institut za automobile, Kragujevac
Snežana Vrekić, Institut za automobile, Kragujevac
Jelena Milovanović, Institut za automobile, Kragujevac
Milan Marković, Protokol Zastave, Kragujevac
Miloš Radisavljević, Institut za automobile, Kragujevac
Zdenko Stanišić, Institut za automobile, Kragujevac
Dragiša Mišović, JUMV, Beograd

Okrovitelji

- Ministarstvo za nauku i tehnologiju Srbije
Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet
Centar za naučna istraživanja SANU
"Zastava automobili" D.D. - Institut za automobile
"Zastava kamioni" D.O.O.
Internacionalni časopis "Mobility & Vehicle mechanics"

14014			
	D. Stojanović	MECHATRONICS ENGINEERING STUDY AT TECHNICAL FACULTY OF KRAGUJEVAC UNIVERSITY	95
	D. Golubović	STUDIJA MEHATRONIKE NA TEHNIČKOM FAKULTETU UNIVERZITETA U KRAGUJEVCU	
14015			
	D. Golubović	MODELIRANJE DINAMIČKOG SISTEMA VOZAČ-VOZILO- -OKRUŽENJE SA ASPEKTA EKSPERIMENTALNOG ISPITIVANJA STABILNOSTI UPRAVLJANJA VOZILA MODELING DYNAMIC SYSTEM DRIVER-VEHICLE- -ENVIRONMENT FROM THE ASPECT OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF VEHICLE CONTROL STABILITY	100
14016			
	D. Golubović	THE DEVELOPMENT OF METALOCERAMIC ELEMENTS IMPLEMENTING CERAMICS BY PLAZMA TECHNOLOGY WITH VEHICLES	106
14017			
	D. Rakićević	ANALIZA POBOLJŠANJA DISTRIBUCIJE OPTEREĆENJA	111
	D. Manevski	LESTVIČASTOG OKVIRA PRIKLJUČNIH VOZILA	
	D. Janković	ANALYSIS OF IMPROVED LOAD DISTRIBUTION IN LADDER FRAME OF TRAILED VEHICLES	
14018			
	D. Torović	JEDAN PRILAZ CELISHODNOJ ANALIZI TEORIJSKIH	117
	D. Antonić	CIKLUSA MOTORA SUS	
	D. Šešić	AN APROACH TO A MORE APPROPRIATE ANALYSIS OF THORETICAL CYCLES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES	
14019			
	D. Antonić	MATEMATIČKI MODEL ODREĐIVANJA I NORMIRANJA	123
	D. Torović	POTROŠNJE GORIVA U AUTOMOBILSKOM TRANSPORTU	
	D. Šešić	MATHEMATICAL MODEL OF FUEL CONSUMPTION AND STANDARDIZATION IN ENGINE VEHICLE TRANSPORTATION	
	D. Sovilj		
14020			
	D. Milosavljević	MANEVARSKE SPOSOBNOSTI VOZILA U FUNKCIJI KRITERIJUMA ZA PROJEKTOVANJE OPERATIVNIH POVRŠINA VEHICLES MANOEVRING ABILITIES DEPENDING OF CRITERIA FOR MANOEVRING AREAS DESING	129
14021			
	D. Medar	METODOLOGIJA PRAĆENJA TROŠKOVA ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA METHODOLOGY FOR HANDLING VEHICLE FLEET MAINTENANCE COSTS	135

94022			
A. Stefanović	NEKI TEHNIČKI ZAHTEVI ZA KVALITETNO SAGOREVANJE	141	
V. Stefanović	ULJA REPICE KAO ALTERNATIVNOG GORIVA MOTORA SUS SOME TECHNICAL REQVIREMENTS QUALITY COMBUSTION RAPE-SEED OIL AS ALTERNATIVE FUEL FOR ENGINES		
94023			
A. Grujović	SOLEOIDNI PULZIRAJUĆI AKTUATOR NA KARBURATORU	147	
D. Taranović	I NJEGOVE KARAKTERISTIKE		
A. Savčić	SOLENOID AKTUATORS ON CARBURETOR AND THEIR		
M. Ravlić	PERFORMANCES		
M. Novaković			
94024			
A. Rac	MAZIVA ZA MOTORNA VOZILA	153	
	AUTOMATIVE LUBRICANTS		
94025			
A. Grujović	STRATEGIJA I MOGUĆNOSTI OPTIMIRANJA ELEKTRO-	159	
D. Taranović	NSKOG UPRAVLJANJA FUNKCIJAMA KARBURATORA		
A. Savčić	STRATEGY AND POSSIBILITIES OF ELEKTRONICALLY		
M. Ravlić	CONTROLLED CARBURETOR FUNCTION OPTIMIZATION		
94026			
M. Demić	ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAOKRETANJA U CILJU	166	
V. Pijevac	POBOLJŠANJA STABILNOSTI TERETNIH MOTORNIH		
S. Milanović	VOZILA ANALYSIS OF TURNING POSSIBILITIES IN ORDER TO IMPROVING INDUSTRIAL VEHICLES STABILITY		
94027			
M. Pušonja	PRISTUP MATEMATIČKOM MODELIRANJU I IZRA-	172	
R. Živaljević	ČUNAVANJU POVRŠINE I ZAPREMINE TELA SLOŽENE GEOMETRIJE AN APPROACH MODELLING AND CALCULATION OF AREA AND VOLUME OF A COMPLEX GEOMETRY BODY		
94028			
A. Stefanović	ANALIZA MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA TRAKTORSKIH	178	
D. Živković	DIZEL MOTORA ZA POGON MOBILNIH ELEKTROAGREGATA THE ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF TRACTOR DIESEL ENGINES USE FOR MOVABLE ELECTRIC-AGGREGATES OPERATION		
94029			
M. Milosavljević	JEDAN KONCEPT KRITERIJUMA ZA OCENU EFIKASNOSTI	184	
Lj. Marković	KOČNICA		
Č. Duboka	A BRIEF CONCEPT OF CRITERIA FOR ASSESSMENT OF BRAKES EFFECTIVENESS		

94030

P. Petrović

PRIKAZ REZULTATA MERENJA VIBRACIJA VOZILA
"UAZ-469" SA BENZINSKIM I DIZEL MOTOROM, SA
POSEBNIM OSVRTOM NA KOMFORNOST VOZAČA
REVIEW OF RESULTS OF VIBRATION MEASUREMENT ON
"UAZ-469" VEHICLES WITH PETROL OPERATED AND
DIZEL ENGINE, WITH A SPECIAL ACCENT ON DRIVERS
COMFORT

191

94031

Ž. Petrović
P. Petrović
B. Rodić

PRILOG RAZVOJU METODE ISPITIVANJA TORZIONIH
OSCILACIJA DIZEL MOTORA
CONTRIBUTION TO DEVELOPMENT OF THE DIESEL
ENGINE TORSIONAL VIBRATION

197

94032

Lj. Marković
P. Petrović
M. Skakavac

ANALIZA UTICAJA ULAZNIH PARAMETARA REŽIMA
RADA AUTOMATSKOG ZAGREJAČA NA NJEGOVE
IZLAZNO TEHNIČKO FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE
ANALYSIS OF AUTOMATIC COLDSTARTING AID MODE
OF OPERATION INPUT PARAMETERS INFLUENCE ON ITS
TECHNICAL AND FUNCTIONAL OUTPUT CHARACTERISTICS

203

94033

V. Šušteršič
S. Stojković
I. Šušteršič

PREDLOG OPTIMALNE KONCEPCIJE AUTOMATSKOG TURBO
PLANETARNOG MENJAČA ZA GRADSKI I PRIGRADSKI
AUTOBUS
SUGGEST OPTIMAL CONCEPTION AUTOMATIC TURBO-GEAR
DRIVERS FOR CITY AND INTERCITY BUSES

211

94034

N. Marjanović

IZBOR OPTIMALNOG PRENSNOG ODNOSA GLAVNOG
PRENSNIKA PRIMENOM METODA MATEMATIČKOG
PROGRAMIRANJA
SELECTION OF OPTIMAL FINAL DRIVE RATIO BY
APPLYING METHODS OF MATHEMATICAL PROGRAMING

219

94035

V. Radović
R. Ščepanović

ODREĐIVANJE KOEFICIJENATA KONCENTRACIJE ZA
KRUŽNE I ELIPSASTE OTVORE RAVANSKIH PROBLEMA
DETERMINING THE STRAIN CONCENTRATION
COEFFICIENTS FOR CYCLIC AND ELLIPTIC HOLES OF
THE PLANE PROBLEMS

226

94036

R. Durković

UPRAVLJANJE I REGULACIJA U POGONSKIM SISTEMIMA
MOBILNIH RADNIH MAŠINA SA HIDROSTATIČKIM
PRENSNICIMA
CONTROL AND REGULATION OF DRIVING SYSTEMS OF
MOBILE MACHINES WITH HYDROSTATIC TRANSMISSION

232

94037	S. Fijalkowski K. Nakonieczni	EXERGETIC ANALYSIS OF LOSSES ARISING IN THE EXHAUST SYSTEM OF TURBOCHARGED DIESEL ENGINE	238
94038	N. Janićijević	MOGUĆNOSTI ZA AUTOMATIZACIJU ZUPČANIČKIH MENJAČA SA NEPOKRETNIM OSAMA VRATILA	244
94039	M. Radetić M. Pantić	NEKE SPECIFIČNOSTI HIDROMEKANIČKIH TRANSMISIJA ZA BRZOHODNA GUSENIČNA VOZILA SA HIDRODINAMIČKIM PRENOSNIKOM U PERALELNOJ VEZI SOME PARTICULARITIES OF HIGH-SPEED TRACKED VEHICLES HYDROMECHANICAL INSTALLED HYDRODYNAMICAL TORQUE CONVERTER	250
94040	M. Pantić M. Radetić	ANALIZA KINEMATSKIH ŠEMA PLANETARNIH MENJAČA NEKIH POSTOJEĆIH TRANSMISIJA SA ASPEKTA PRISUSTVA I VELIČINE CIRKULIRAJUĆE SNAGE ANALYSIS OF KINEMATIC SCHEMES OF PLANETARY GEARBOXES OF SOME EXISTING TRANSMISSION WITH ASPECT OF OCCURENCE AND MAGNITUDE OF CIRCULATING POWER	256
94041	R. Nikolić R. Gligorić Z. Popović	OPRAVDANOST FORMIRANJA HODNIH SISTEMA TRAKTORA SA GUMENIM GUSENICAMA THE JUSTIFICATION OF FORMING THE TRACTOR MOTION SYSTEMS WITH RUBBER TRACKS	262
94042	M. Šiljak	NEKI ASPEKTI DEFINISANJA MIKROKLIME KABINSKOG PROSTORA TERETNIH MOTORNIM VOZILA SOME ASPECTS OF THE DEFINING THE MICROCLIMATE OF THE CABIN SPACE ON THE FRIEGHT MOTOR VEHICLES	268
94043	M. Šiljak	SMERNICE ZA IZBOR I UGRADNJU USMERIVAČA VAZDUHA (SPOJLERA) NA TERETNIM MOTORNIM VOZILIMA DIRECTIVES FOR THE CHOICE AND BUILDING-IN OF THE AIR DIRECTER (SPOYLER) ON FREIGHT MOTOR VEHICLES	273
94044	J. Kowal Z. Kiernicki G. Szymański	THE TECHNICAL CONDITION OF CHOSEN SUB-ASSEMBLIES OF FARM TRACTOR DRIVES ANALYSIS	281

94045			
M. Miljković	MOGUĆNOST SMANJENJA TOKSIČNE EMISIJE		287
B. Petrović	DIZEL MOTORA NAKNADNIM TRETMANOM IZDUVNIH		
M. Tomić	GASOVA		
B. Obradović	THE POSSIBILITIES OF DIESEL ENGINE EMISSIONS		
Boško Grbić	REDUCTION BY EXHAUST GAS AFTERTREATMENT		
Bogdan Veselinović			
94046			
M. Tomić	EFEKAT PRIMENE BIO-ULJA NA POGONSKE		294
S. Petrović	KARAKTERISTIKE I IZDUVNU EMISIJU DIZEL MOTORA		
M. Miljković	THE EFFECTS OF THE APPLICATION OF BIO-OIL		
B. Obradović	FUEL ON DIESEL ENGINE PERFORMANCES AND		
Bogdan Veselinović	EXHAUST EMISSIONS		
94047			
R. Pešić	MOTORI ZA VOZILA MINIMALNE POTROŠNJE		303
S. Veinović	LOW CONSUMPTION AUTOMOTIVE ENGINES		
D. Rađonjić			
94048			
M. Vorkapić	PREDLOG TEHNIČKIH I MEDICINSKIH NORMATIVA		311
Ž. Milić	ZA SANITETSKA VOZILA		
D. Milosavljević	RECOMMANDATION TECHNICAL AND MEDICAL STANDARD		
S. Ignjatović	FOR AMBULANCE VEHICLE		
Č. Prokić			
M. Stanković			
94049			
L. Belić-Vojvodić	PRIOLOG OPTIMIZACIJI KONSTRUKCIJE NISKOPROFILNIH		319
Z. Grebnar	TUBLESS PNEUMATIKA LAKIH PRIVREDNIH VOZILA		
Ž. Milić	SUPPLEMENT TO DESIGN OPTIMISATION OF THE LOW		
Z. Grbović	PROFILE TUBLESS TYRE LIGHT COMMERCIAL VEHICLE		
M. Marković			
94050			
P. Jakovljević	ODREĐIVANJE SREDNJEG NIVOVA BUKE I ZAKONA		327
	RASPODELE UNUTAR TERENSKOG VOZILA		
	STATISTIČKOM METODOM		
	DETERMINATION OF THE MIDDLE NOICE LEVEL		
	AND LAW CONCERNS DISTRIBUTION IN THE ROAD		
	VEHICLE STATISTICAL METHOD		
94051			
B. Krstić	TURBOPRENOSNICI SNAGE - VRSTE, KARAKTERISTIKE		333
	I PRIMENA		

7	94052			
	B. Krstić	ISTRAŽIVANJE POUZDANOSTI TRANSMISIJE MOTORNOG VOZILA		339
	94053			
	R. Gligorijević M. Ognjanović M. Tomić	POVEĆANJE DINAMIČKE IZDRŽLJIVOSTI NITRIRANJEM KLIPNJAČA OD NODULARNOG LIVA FATIGNE IMPROVEMENTS OF NITRIDED NODULAR CAST IRON CONNECTING RODS		345
	94054			
	D. Lalović M. Đukić	UTICAJ TORZIONIH STABILIZATORA NA POPREČNU STABILNOST VOZILA INFLUENCE OF TORSION STABILIZER BARS IN THE VEHICLE TRANSFERSAL STABILITY		350
	94055			
	R. Radonjić D. Radonjić	ANALIZA TORZIONIH OSCILACIJA PRENOSNIKA SNAGE MOTORNOG VOZILA VEHICLE DRIVELINE TORSIONAL VIBRATION ANALYSIS		360
	94056			
	R. Radonjić	PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA UPRAVLJANJE MOTORNOG VOZILA SAGLASNO REGULACIONO-TEHNIČKIM KARAKTERISTIKAMA VOZAČA DESIGN OF VEHICLES STEERING SYSTEM IN ACCORDANCE WITH DRIVER CONTROL CAPIBILITIES		366
	94057			
	V. Nikolić G. Bogdanović	UTVRĐIVANJE NAPONSKOG STANJA KOD ZUPČASTIH PRENOSNIKA PRI STATIČKOM I DINAMIČKOM NAPREZANJU DETERMINATION OF THE STRESS STATE OF GEAR DRIVE AT STATIC AND DYNAMIC LOADINGS		372
	94058			
	V. Nikolić Z. Đorđević S. Jovanović	ISTRAŽIVANJE KONCENTRACIJE NAPONA KOD VRATILA PRENOSNIKA INVESTIGATION OF THE STRESS CONCENTRATION OF SHAFTS		378
	94059			
	S. Janković M. Stikić	SMANJENJE ZVUČNE SNAGE SERVOUPRAVLJAČA REDUCTION OF SOUND POWER OF THE HYDROSTATIC STEERIG UNIT		384

- 94060
P. Ružičić UPRAVLJANJE PROCESOM ODRŽAVANJA DINAMIČKE STABILNOSTI RADNOG POLOŽAJA ČOVEČIJEG TELA 390
CONTROLLING THE PROCESS OF MAINTAINING DYNAMIC STABILITY OF WORKING POSITION OF A HUMAN BODY
- 94061
T. Torović MATEMATIČKI MODEL INDIKATORSKOG PROCESA U 396
Ž. Antonić MOTORIMA SUS
Ž. Šešić MATHEMATICAL MODEL OF INDICATED PROCESS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINE
- 94062
D. Golubović PRILOG RAZVOJU NELINEARNIH MODELA ZA OCENU 402
STABILNOSTI UPRAVLJANJA VOZILA
A SUPPLEMENT TO NONLINEAR MODELS FOR EVALUATING STABILITY OF VEHICLE CONTROLLABILITY
- 94063
D. Golubović MEHANOTRONIČKA MAŠINA ZA PROGRAMIRANO 411
D. Stojanović NAPREZANJE I KALIBRACIJU
S. Randić MECHATRONIC MACHINE FOR PROGRAMMED STRAIN AND CALIBRATION
- 94064
B. Stojadinović DEFINISANJE REŽIMA OPTEREĆENJA ZA 417
A. Živadinović LABORATORIJSKA ISPITIVANJA SISTEMA ZA
P. Milenković UPRAVLJANJE AUTOMOBILA
R. Radonjić DETERMINATION OF LOADING CONDITONS FOR
A. Savčić VEHICLE STEERING SYSTEM LABORATORY TESTING
- 94065
D. Simić ANALITIČKO ISPITIVANJE OKVIRA ZA NOVO 423
V. Nikolić PRIVREDNO VOZILO 2,5 - 3 t
B. Baralić ANALYTICAL RESEARCHES ON FRAME FOR NEW
S. Božović COMMERCIAL VEHICLE 2,5 - 3 t
- 94066
D. Borak PRILOG ISTRAŽIVANJU NAPONSKIH STANJA NA BLOKU 432
CILINDARA DIZEL MOTORA
CONTRIBUTION RESEARCH OF THE STATE OF STRESS ON THE DIESEL ENGINE CYLINDER BLOCK
- 94067
D. Borak PRODOR BUKE DIZEL MOTORA U KABINI TERENSKOG 439
S. Janković VOZILA
P. Petrović DIESEL ENGINE NOISE PENETRATION INTO THE
D. Zrnić OFF-ROAD VEHICLE CAB

94
H.
D.
R.
A.
R.
Z.
B.
J.
M.
94
A.
B.
94
A.
D.
B.
B.
9
A.
A.

0 94068			
S. Veinović	AKTUELNE TEME U RAZVOJU VOZILSKIH DIZEL		446
D. Radonjić	MOTORA		
R. Pešić	ACTUAL TOPICS IN DEVELOPMENT OF CAR		
A. Davinić	DIESEL ENGINES		
R. Pavlović			
Z. Radošević			
B. Veselinović			
J. Mrđa			
M. Milošević			
94069			
A. Janković	REKONSTRUKCIJA SUDARA VOZILA		454
S. Milanović	METHOD OF RECONSTRUCTION TWO VEHICLE		
	COLLISION		
94070			
A. Janković	MATEMATIČKO MODELIRANJE ČEONOG UDARA U		460
D. Simić	BARIJERU		
S. Joković	MATHEMATICAL MODELING OF THE FRONTAL		
B. Nikolić	IMPACT		
94071			
A. Sarić	NEKI ASPEKTI PRIMENE CAD-CAM TEHNOLOGIJE		466
A. Lazarević	U FABRICI "ZASTAVA AUTOMOBILI" DD		
	SOME ASPECTS OF APPLICATION OF CAD-CAM		
	TECHNOLOGY IN "ZASTAVA" CAR FACTORY		
94072			
M. Radisavljević	IDENTIFIKACIJA DOMINANTNIH IZVORA NIVOVA BUKE		473
Z. Pantelić	KOD AUTOMOBILA MERENJEM ZVUČNOG INTENZITETA		
Ž. Petronjević	IDENTIFICATION OF VEHICLE NOISE LEVEL DOMINANT		
	SOURCES BY MEASURING SOUND INTENSITY		
94073			
Ž. Arsić	VOŽNJA U KOLONI		479
	DRIVING IN A COLUMN		
94074			
M. Kojić	ODREĐIVANJE DINAMIČKOG ODZIVA POGONSKE GRUPE		484
D. Obradović	VOZILA USLED DEJSTVA NERAVNINA PUTA		
Z. Bogdanović	DETERMINATION OF THE VEHICLE PROPULSION GROUP		
	UNDER A ROAD ROUGHNESS ACTION		
94075			
M. Kojić	PRORAČUN H-OSOVINE ZA OSLANJANJE VOZILA		490
R. Slavković	KAO DEFORMABILNE STRUKTURE		
D. Obradović	ANALYSIS OF THE H-VEHICLE SUPPORTING		
Z. Bogdanović	MECHANISM AS A DEFORMABLE STRUCTURE		
D. Begović			

94076

S. Veinović
R. Pešić
M. Stanojević
Z. Građin

MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA MEHANIČKOG STEPENA
KORISNOSTI MOTORA SUS
POSSIBILITIES OF IMPROVING OF ENGINE
MECHANICAL EFFICIENCY

497

94077

Ž. Arsenić
J. Todorović

OCENA EFIKASNOSTI KOČENJA MOTORNOG VOZILA
METODOM SIMULACIJE
ESTIMACION OF MOTOR VEHICLE BRAKING
PERFORMANCE BY A SIMULATION METHOD

504

94078

Ž. Arsenić
D. Mišović

KONTROLA KVALITETA OBLOGA ZA KOČNICE
MOTORNIH I PRIKLJUČNIH VOZILA
QUALITY CONTROL OF BRAKE LININES FOR MOTOR
VEHICLES AND TRAILERS

510

Vanja Sušteršič, dipl. maš. ing., Mašinski fakultet, Kragujevac
Dr Svetislav Stojković, red. prof., Mašinski fakultet, Kragujevac
Ivan Sušteršič, dipl. maš. ing., Autosaobraćaj, Kragujevac

PREDLOG OPTIMALNE KONCEPCIJE AUTOMATSKOG TURBOPLANETARNOG MENJAČA GRADSKI I PRIGRADSKI AUTOBUS

REZIME: Rad obuhvata kritičku analizu postojećih rešenja u oblasti automatskih turboplanetarnih menjača koji se primenjuju u gradskim i prigradskim autobusima. Na osnovu postojećih rešenja je izvršeno teorijsko razmatranje i analitičko istraživanje, i dat predlog proračuna takvog automatskog turboplanetarnog menjača koji bi zadovoljio potrebe ostvarivanja zajedničkog rada menjača i motora pri svim uslovima eksploatacije.

Cilj ovog rada je da se dođe do poboljšanja radnih karakteristika menjača za gradske i prigradske autobuse, a time i do njegove veće primene u savremenim gradskim i prigradskim autobusima. Konkretizacija rešenja bi se kasnije sprovela u saradnji sa firmom Ikarbus - Beograd.

Ključne reči: automatski turboplanetarni menjač.

SUGGEST OPTIMAL CONCEPTION AUTOMATIC TURBO-GEAR DRIVES FOR CITY AND INTERCITY BUSES

ABSTRACT: This paper include critical analysis existing construction at field automatic turbo-gear drives wich use at cyti and intercyti buses. On the basis existing construction is execute teoretical discuss and analitical research, and make a suggestion estimate this automatic turbo-gear drives. This turbo-gear drives has to satisfy a need realization together work turbo-gear vdrives and engine at all use condition. The finish line of this paper could get to improvement active characteristics turbo-gear drives for city and intercity buses, and his big aapplied on modern buses. Its make concrete decision will be execute at cooperationwith firm Ikarbus - Beograd.

Key words: automatic turbo-gear drives.

1.0 UVOD

Danas se, sa povećanjem saobraćaja u našim gradovima, postavlja uslov fleksibilnijeg i prijatnijeg javnog transporta putnika. S obzirom na brzinu, pouzdanost, bezbednost i komfor, umesto klasičnih menjača sve više se uvode automatski turbozupčasti menjači. Zbog toga je, u zadnje tri decenije intenziviran razvoj automatskih turbozupčastih menjača kao najprogresivnijeg tipa prenosnika koji ne samo da ispunjavaju ove zahteve, već poboljšavaju i mnoge druge eksploatacione karakteristike kao što su: bolja dinamička svojstva autobusa, jednostavnije upravljanje, veća pouzdanost u radu, smanjenje šuma, udarnih opterećenja i vibracija itd.

KORIŠĆENE OZNAKE

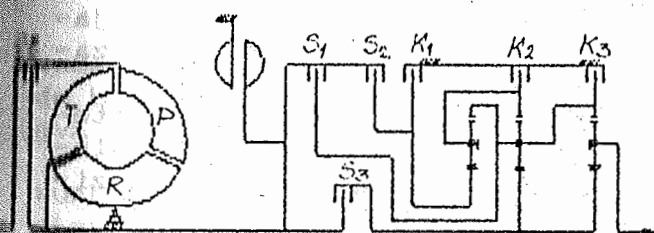
- λ_M - koeficijent obrtnog momenta;
- i_h - hidraulični prenosni odnos;
- i_m - prenosni odnos menjača;
- i_o - prenosni odnos glavnog prenosnika;
- M_p - obrtni moment na pumpnom kolu;
- M_t - obrtni moment na turbinskom kolu;
- M_m - obrtni moment motora;
- η - stepen korisnog dejstva;
- K - koeficijent promene obrtnog momenta;
- F_o - vučna sila na točkovima;
- r_d - dinamički poluprečnik točka;
- v - trenutna brzina kretanja.
- z_a, z_c - brojevi zuba centralnog i obuhvatnog zupčanika ulaznog seta;

2.0 OSVRT NA NEKA POSTOJEĆA REŠENJA AUTOMATSKIH TURBOZUPČASTIH MENJAČA KOJI SE KORISTE U GRADSKIM I PRIGRADSKIM AUTOBUSIMA

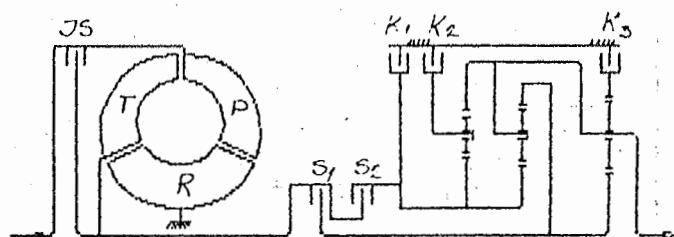
Danas se u svetu, u gradske i prigradske autobuse ugrađuje više tipova automatskih turbozupčastih menjača. Kod svih ovih menjača, u nižim stepenima prenosa (I i II ili samo I) snaga prolazi kroz turbomenjač i kroz mehanički menjač, dok u višim stepenima prenosa snaga prolazi samo kroz mehanički menjač.

U ovom radu će biti razmatrana najnovija rešenja tri vodeće svetske firme iz oblasti automatskih turbozupčastih menjača koji se ugrađuju u autobuse. To su firme Voith (Deutschland), ZF (Zanhradfabrik Friedrichshafen AG) (Deutschland) i Allison (USA).

U menjačima firmi Allison i ZF turbomenjač i mehanički menjač (planetarnog tipa) su vezani redno. Njihovi turbomenjači su kompleksni sa rasporedom lopatičnih kola P - T - R. Na određenom režimu rada ($K = 1, M_t = M_p$) reaktorsko kolo se oslobađa i turbomenjač prelazi na režim rada turbospojnice. Snaga se kroz turbomenjač prenosi samo u I stepenu prenosa. Na sl. 1 i 2 su date kinematske šeme ovih menjača.

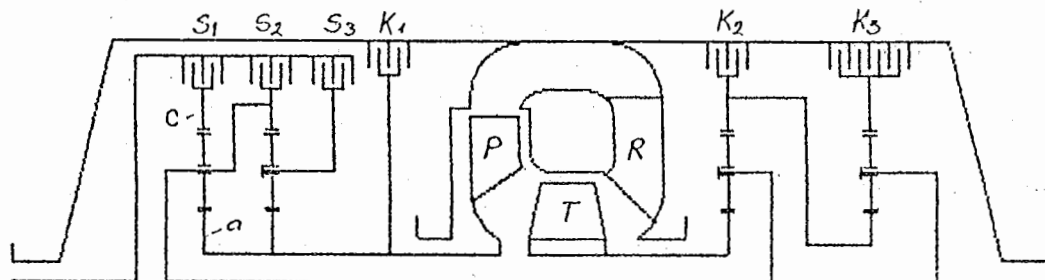


Sl. 1 Kinematska šema ZF-ovog menjača



Sl. 2 Kinematska šema Allison-ovog menjača

U Voith-ovim menjačima snaga se, preko planetarnog seta, koji se nalazi ispred turbomenjača, deli na dva toka, od kojih jedan prolazi kroz turbomenjač, a drugi se prenosi čisto mehaničkim putem, a zatim se preko zupčastog menjača vrši njihovo spajanje. Dalji prenos snage se vrši čisto mehaničkim putem. Voith-ov turbomenjač (sl. 3) ima suprotnosmerno obrtanje, sa rasporedom lopatičnih kola P-R-T i paralelnom vezom sa zupčastim menjačem. Prednost ovakvog načina prenosa snage je u tome što se samo deo snage prenosi kroz turbomenjač, čime se smanjuju opterećenja, a povećava stepen korisnosti.

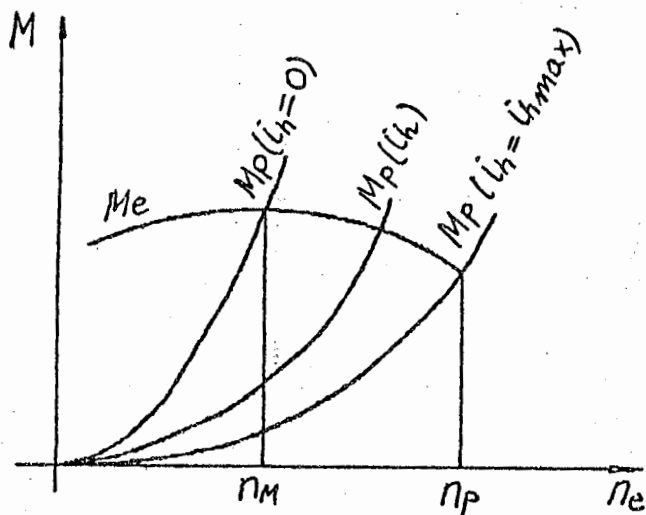


Sl. 3 Kinematska šema Voith-ovog četvorostepenog menjača

3.0 STEPEN USAGLAŠENOSTI RADA MOTORA I TURBOMENJAČA

Radni režimi pokretanog uređaja se menjaju u širokom dijapazonu, dok menjač mora da obezbedi uspešno ostvarivanje potrebnog izlaznog momenta pri povoljnim radnim uslovima pogonskog motora. Turbomenjač je podesan za elastično prilagođavanje u relativno širokom dijapazonu radnih režima. Ipak, u najvećem broju slučajeva, uspešno rešenje potrebnih transformacija parametara snage ostvaruje se primenom višestepenog hidrodinamičkog ili hidromehaničkog prenosnika.

Moment motora SUS se, kao što znamo, prikazuje u f -ji njegovog broja obrtaja. Osnovni zadatak pri usaglašavanju rada motora SUS i turbomenjača je uspostavljanje energetske ravnoteže između njih, na odgovarajućim radnim režimima. Pošto se radi o transmisijama za vozila, koja trpe česte i velike promene opterećenja, teži se da se iskoriste dobre brzinske karakteristike motora, a one se nalaze u intervalu od broja obrtaja pri maksimalnom momentu (n_M) do broja obrtaja pri maksimalnoj snazi (n_P).



Sl. 4 Usaglašavanje rada motora i turbomenjača

Zajednički rad motora i turbomenjača mora da obezbedi:

- dobro iskorišćenje radnog dijapazona i nominalne snage izabranog motora;
- dovoljne vučne sile pri startovanju i savladavanje maksimalnih uspona pri približnim brzinama kao i mehanički menjač;
- visoke srednje brzine kretanja i kretanje sa maksimalnom brzinom;
- mogućnost ravnomernog kretanja u teškim uslovima bez pregrevanja radne tečnosti itd.

3.1. VUČNE KARAKTERISTIKE SPREGE MOTORA I TURBOZUPČATIH MENJAČA KOJI SE UGRADJUJU U GRADSKIE I PRIGRADSKIE AUTOBUSE DOMAĆE PROIZVODNJE

U autobuse domaće proizvodnje ("IKARUS" - Beograd) ugrađuje se više tipova Diesel motora inostrane proizvodnje kao što su:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) M. A. N. D 2866 UM | $C_{Pe} = 177 \text{ kW} / n_p = 2200 \text{ o/min};$
$M_e = 865 \text{ Nm} / n_M = 1200-1400 \text{ o/min};$ |
| b) RABA - M. A. N. D 2356 HM 6U | $C_{Pe} = 177 \text{ kW} / n_p = 2200 \text{ o/min};$
$M_e = 765 \text{ Nm} / n_M = 1600 \text{ o/min};$ |
| c) RABA - M. A. N. D 2156 HM 6U | $C_{Pe} = 141 \text{ kW} / n_p = 2100 \text{ o/min};$
$M_e = 697 \text{ Nm} / n_M = 1300 \text{ o/min};$ |

U ovom radu je analizirana sprega motora M. A. N. D 2866 UM i menjača firme ZF i Voith. Analiza sprege Allison-ovog menjača sa datim motorom je identična sa ZF-ovim, jer se u oba slučaja radi o rednoj vezi turbomenjača i planetarnog menjača, a i karakteristike ova dva menjača su veoma slične.

Od pravilnog izbora parametara i geometrijskih veličina automatskog turbozupčastog menjača zavise vučne karakteristike izabranog vozila.

Određivanje parametara turbomenjača se vrši na osnovu jednakosti momenata motora i pumpnog kola za tri režima:

- startnom režimu pri $i_h = 0$;
- režimu maksimalne snage $i_h = i_{hmax}$ i
- režimu maksimalnog stepena korisnog dejstva, tj. prelazak na režim rada turbospojnice.

Početni podaci koji su korišćeni za dobijanje vučne karakteristike su sledeći:

- maksimalna težina autobusa $G = 220\ 000 \text{ N}$;
- čeon površina $A = 6 \text{ m}^2$;
- koeficijent otpora kotrljanja $f = 0,02$;
- dinamički poluprečnik pneumatika $r_d = 0,519 \text{ m}$;
- prenosni odnos glavnog prenosnika $i_o = 6,56$;
- stepen korisnosti transmisije $\eta = 0,89$;

- gustina $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$;

- aktivni prečnik cirkulacije $D_a = 350 \text{ mm}$.

Interesantno je posmatrati vučne sile u onim stepenima prenosa kada snaga ide i kroz hidraulični i kroz mehanički deo. U nastavku će biti dati izrazi za vučne sile, obrtne momente i ugaone brzine za ova dva menjača.

Pošto je kod ZF-ovog menjača ostvarena redna veza između turbomenjača i zupčastog menjača, a pretpostavlja se da je motor direktno spojen sa pumpnim kolom tj.

$$n_m = n_p \quad i \quad M_m = M_p = \lambda_M \cdot \rho \cdot D_a^5 \cdot \omega_p^2 \quad (5)$$

brzina i vučna sila na točkovima se računaju na sledeći način:

$$v = \frac{0 \cdot n_p \cdot i_h}{i_{zm} \cdot i_o} \cdot \frac{3,6}{60} \quad [\text{km/h}] \quad (6)$$

$$F_o = \frac{M \cdot K \cdot i_{zm} \cdot i_o \cdot \eta}{r_d} \quad [\text{N}] \quad (7)$$

gde je i_{zm} - prenosni odnos zupčastog dela turbozupčastog menjača.

Kod Voith-ovog menjača je nešto drugačije. Pošto se ovde radi o paralelnoj vezi tj. o grananju snage, brzina kretanja i vučna sila su f-je broja obrtaja odnosno momenta na izlaznom vratilu:

$$v = \frac{0 \cdot n_2}{i_b} \cdot \frac{3,6}{60} \quad [\text{km/h}] \quad (8)$$

$$F_o = \frac{M \cdot i_o \cdot \eta}{r_d} \quad [\text{N}] \quad (9)$$

gde se broj obrtaja izlaznog vratila računa pomoću jednačine:

$$n_2 = n_m \cdot \frac{i_h}{i_h + \frac{z_a}{z_c} \cdot (i_h + i_{zm})} \quad (10)$$

a obrtni moment izlaznog vratila po formuli:

$$M_2 = M_m \cdot \left[1 + \frac{z_a}{z_c} \cdot (1 + K \cdot i_{zm}) \right] \quad (11)$$

Odnos z_a/z_c se dobija iz prenosnog odnosa planetarnog seta koji je postavljen ispred turbomenjača.

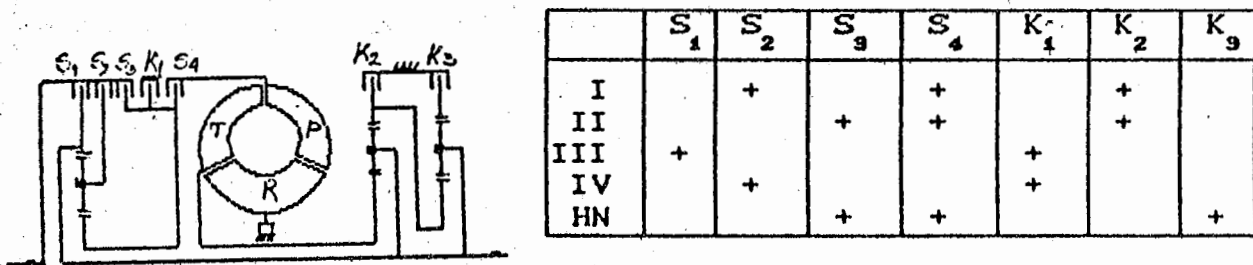
$$i_{pl} = 1 + \frac{z_a}{z_c} = 1,43 \quad (12)$$

Na sl.6 i 7 su date bezdimenzionane karakteristike, a na sl.8 i 9 vučni dijagrami za ova dva menjača.

Analizirajući uporedne vučne karakteristike motora M.A.N. D 2866 UM autobusa IK 111 u sprezi sa ZF-ovim i Voith-ovim turbozupčastim menjačem se vidi da je ukupni stepen korisnosti hidromehaničke sprege viši kod redne nego kod paralelne veze zbog postojanja cirkulacije snage. Međutim, i kod jednog i kod drugog tipa menjača snaga prolazi samo u I stepenu prenosa kroz turbomenjač, pa je zbog dinamičkih svojstava koje treba da ostvari autobus predložen takav automatski turbozupčasti menjač koji predstavlja paralelnu vezu

turbomenjača (P - T - R) i diferencijala, a čija je kinematska šema i šema uključivanja pojedinih stepeni prenosa data na sl.5. Njegove bezdimenzione karakteristike su takođe date na sl. 6 i 7 odakle se i primećuje da ovaj menjačima relativno visok stepen korisnog dejstva u širokom intervalu prenosnih odnosa. Takođe, i njegova konstrukcija je nešto pojednostavljena smanjenjem za jedan planetarni set, dok je ostvaren prenos snage kroz hidraulični deo i u I i u II stepenu prenosa čime se ostvaruje veća pouzdanost u radu, bolja dinamička svojstva autobusa, smanjuju se udarna opterećenja, vibracije itd.

Vučni dijagram ovog menjača je dat na sl.10.



Sl.5 Kinematska šema i šema uključivanja pojedinih stepeni prenosa za predloženi menjač

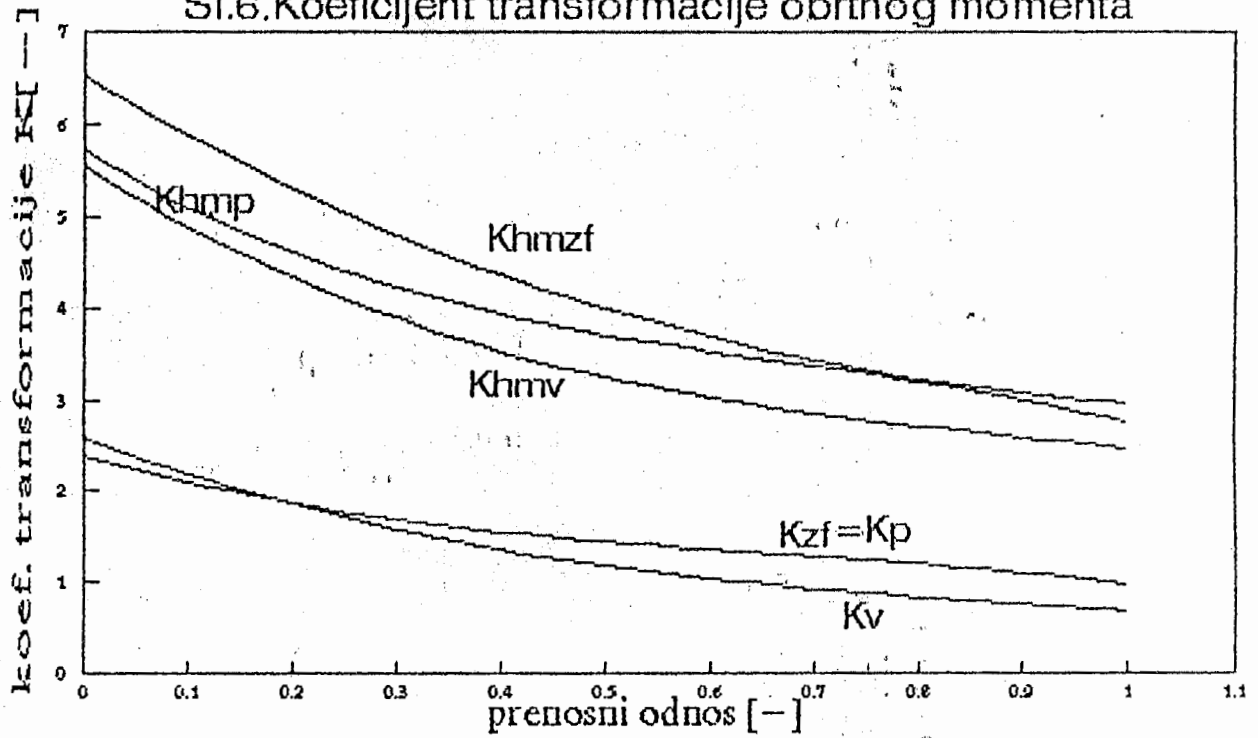
4.0 ZAKLJUČAK

U radu su proučena vučna i dinamička svojstva, koja se zahtevaju od autobusa za gradsku i prigradsku vožnju, identifikovane su relevantne karakteristike raznih tipova turbomenjača i diferencijala i izvršena je sinteza turbozupčastog menjača za ugradnju u automatski turboplanetarni menjač gradskog i prigradskog autobusa. Sintezom je koncipiran turbozupčasti menjač sa dva toka snage, tako da je obezbeđen, uz kontinualnu varijaciju parametara snage potreban gradijent promene vučne sile i širok interval prenosnih odnosa sa relativno visokim stepenom korisnog dejstva. Ovakav automatski turbozupčasti menjač sa četiri stepena prenosa optimalno usaglašava karakteristike pogonskog dizel motora i dinamičke sposobnosti gradskog i prigradskog autobusa uz visoku ekonomičnost rada pogonske grupe.

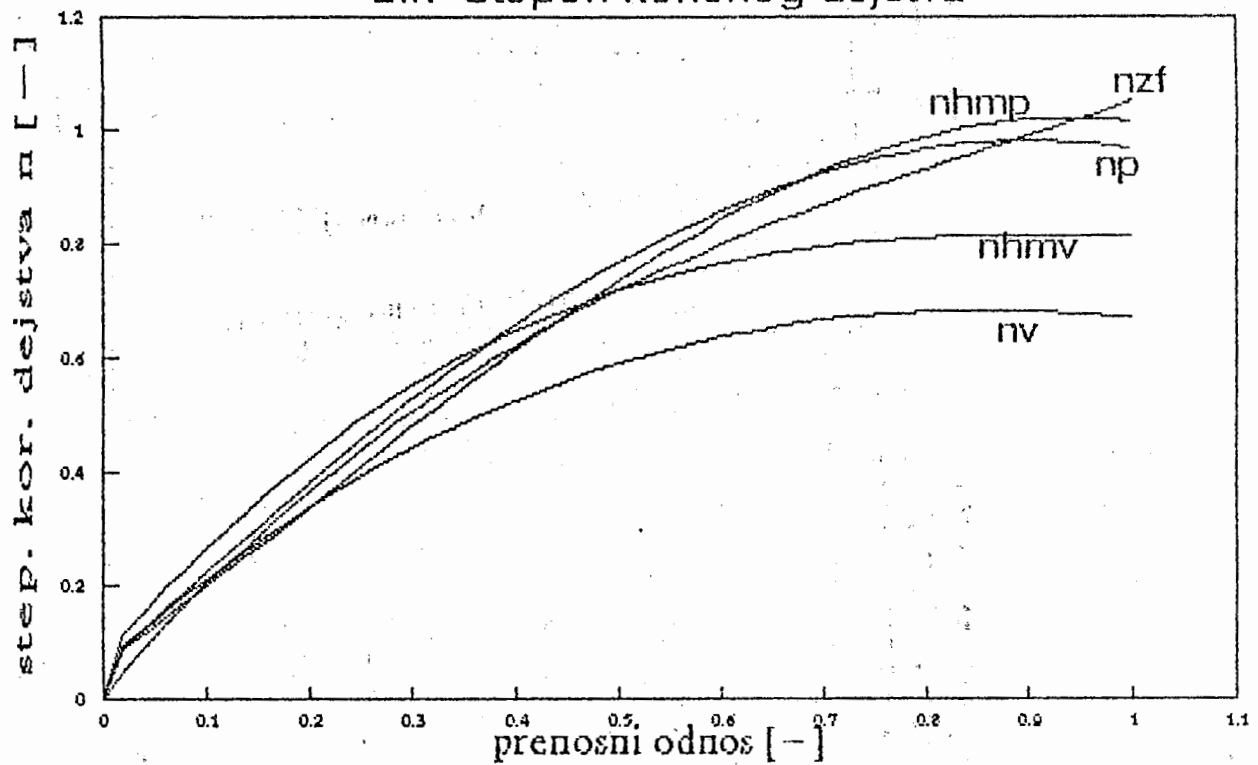
LITERATURA

- [1] Prospekti firmi Voith, ZF i Allison.
- [2] Voith: Hydrodynamics in Power Transmission Engineering, Heidelberg, 1988.
- [3] V. I. Lapidus: Avtomobiljne gidrotransformatori, Mašinstroenie Moskva, 1971.
- [4] A. S. Antonov: Silovne predači kolesnih i guseničnih mašin, Mašinstroenie, Lenjingrad, 1967.

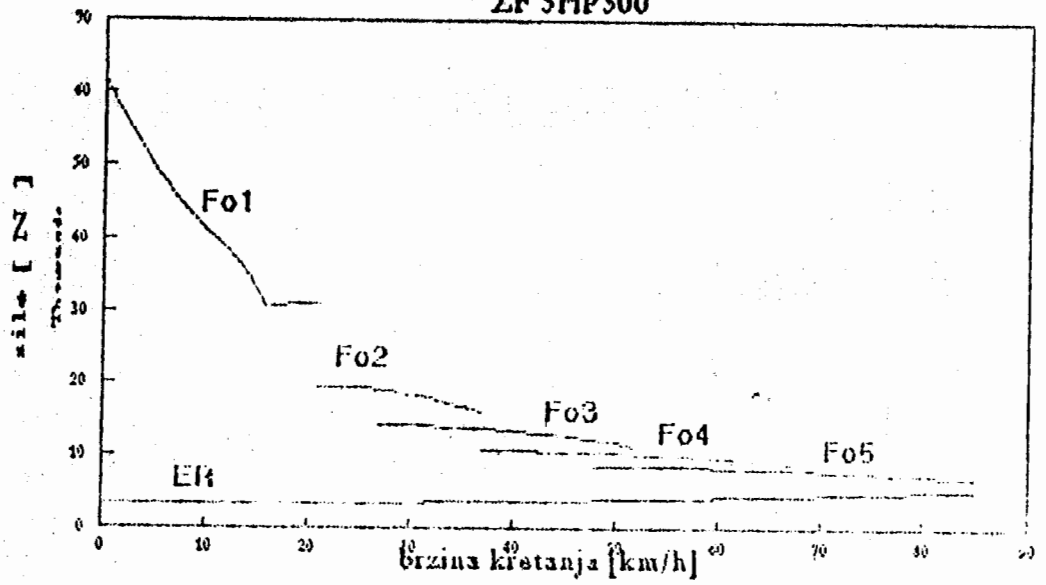
Sl.6. Koeficijent transformacije obrtnog momenta



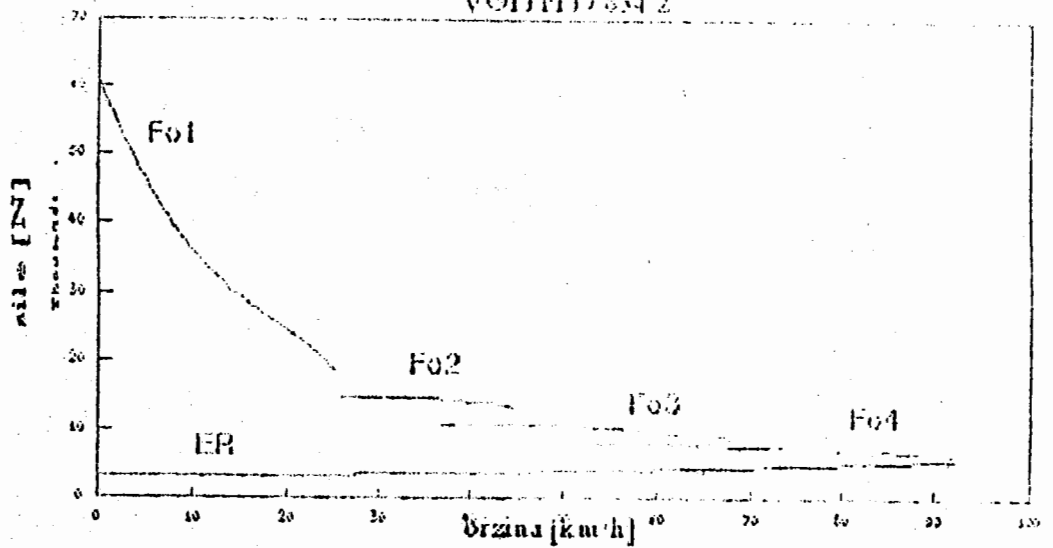
Sl.7. Stepen korisnog dejstva



Sl.8 Vucna sila za menjanje
ZF 5HP500



Sl.9 Vucna sila za menjanje
VOITH 554 2



Sl.10 Vucna sila za menjanje
domaća konstrukcija

