



UNIVERZITET U BANJOJ LUKI  
MAŠINSKI FAKULTET

"METAL" a.d. BANJA LUKA  
"BANJALUČKI SAJAM"

# ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS



5. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE  
5<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE

---

DEMI 2002

---



**ORGANIZATORI:**

Mašinski fakultet Banja Luka  
Metal sajam Banja Luka

**PROGRAMSKI ODBOR – PROGRAMME COMMITTEE**

*Prof. dr Jovo Mrđa, predsjednik, MF B. Luka*  
*Prof. dr Milentije Stefanović, MF Kragujevac*  
*prof. dr Stevan Veinović, MF Kragujevac*  
*Prof. dr Pavao Bojanić, MF Beograd*  
*Prof. dr Miroslav Plančak, FTN Novi Sad*  
*Prof. dr Krstan Bošnjak, ETF Banja Luka*  
*Prof. dr Milan Šljivić, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Aleksa Blagojević, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Drago Blagojević, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Milan Đudurović, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Velimir Todić, FTP Novi Sad*  
*Prof. dr Veljko Đuričković, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Simo Jokanović, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Ostoja Miletić, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Vid Jovišević, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Miodrag Bulatović, MF Podgorica*

**ORGANIZACIONI ODBOR – ORGANIZING COMMITTEE**

*Prof. dr Ostoja Miletić, predsjednik, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Drago Blagojević, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Milan Šljivić, MF Banja Luka*  
*Prof. dr Jovo Mrđa, MF Banja Luka*  
*Sveto Kovačević g. direktor, Metal*  
*Dragoljub Bojanić, direktor Sajma,*  
*Mr Mladen Todić, MF Banja Luka*

---

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

621+621.3(082)  
531(082)

**МЕЂУНАРОДНО савјетовање о достигнућима електро и машинске  
индустрије (5 ; 2002 ; Бања Лука)**

Zbornik radova / 5. međunarodno savjetovanje o dostignućima  
elektro i mašinske industrije = Proceedings of the 5 International  
Conference on Accomplishments of Eletrical and Mechanical Industries  
; urednik Milan Šljivić. - Banja Luka : Mašinski fakultet, 2002 (Čelinac :  
D&S Design). - 390 стр. : граф. прикази ; 25 cm

На врху насл. стр.: Univerzitet u Banjoj Luci i ODP "Metal" Banja Luka,  
ZDP "Metal sajam". - Радови на срп., рус. и енгл. језику. - Тираж 200.  
- Биљешке уз текст. - Библиографија уз поједине радове. -  
Summaries.

ISBN 99938-623-2-0

ШЉИВИЋ, Милан 340

П.О.: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – Достигнућа, Перспективе –  
Зборници, ЕНЕРГЕТСКО МАШИНСТВО – Ресурси, Потенцијали,  
Достигнућа, Перспективе – Зборници, ИНДУСТРИЈСКИ  
СИСТЕМИ – Зборници

MFN=000732  
Winisis-Библио

## OBAVJEŠTENJE

enda oznaka klasifikacije

Klasifikacija radova, označena na svakom radu u desnom gornjem uglu strane rada izvršena je primjenom sljedećeg klasifikatora:

MI 05 X<sub>1</sub>X<sub>2</sub> X<sub>3</sub>X<sub>4</sub>

**MI 05** – 5-to međunarodno savjetovanje o dostignućima elektro i mašinske industrije.

– Naziv oblasti kojoj pripada rad

Savremene proizvodne tehnologije, proizvodni procesi i sistemi, mehanika i konstrukcije, sistemi modeliranja, optimizacije i simulacije, kompjuterski podržane tehnologije (CAD/CAM/CAE) termotehnika, energetika, motori i motorna vozila elektronika i telekomunikacije industrijski sistemi, sistemi kvaliteta (TQM modeli, metode i tehnologije)

– Kategorija rada

originalni naučni rad,  
redovno saopštenje,  
pregledni rad,  
 stručni rad.

## SADRŽAJ

## UVODNI REFERATI

1.	Drago Blagojević DETERMINIZAM MEHANIKE HAOTIČNOG KRETANJA.....	15
2.	Miroslav Planček RAPID PROTOTYPING I RAPID TOOLING-EFIKASAN NAČIN SKRAĆENJA „TIME TO MARKET“-A .....	29
3.	Milentije Stefanović OBRADIVOST TANKIH LIMOVA PRI DUBOKOM IZVLAČENJA U USLOVIMA NOVIH TEHNOLOGIJA I PRIMENE SAVREMENIH MATERIJALA .....	43
4.	Vid Jovišević METALNI KOMPLEKS U BOSNI I HERCEGOVINI –STANJE I PERSPEKTIVE RAZVOJA .....	55

01 SAVREMENE PROIZVODNE TEHNOLOGIJE,  
PROIZVODNI PROCESI I SISTEMI

5.	Ostoja Miletić, Mladen Todić UTICAJ OJAČAVANJA PRI SAVIJANJU PROFILISANJEM .....	65
6.	Pantelija Dakić, Branko Pejović PRILOG ISTRAŽIVANJU FUNKCIJE POSTOJANOSTI ALATA PRI PROCESU PERIODIČNE STRUGARSKJE OBRADJE .....	71
7.	B. Sabo, L. Sidanin, J. Dakić, D. Rajnović, M. Stevanović TEHNOLOGIJA NAVARIVANJA I OSOBINE NAVARENOG SLOJA DOBOŠA ZA VUČENJE ŽICE .....	79
8.	Dušan Jočić TRIBOLOŠKE KARAKTERISTIKE IZOTERMIČKIH POBOLJŠANIH NODULARNIH LIJEVOVA NL 420 I NL 600 PRI OSTVARENJU KONTAKTA S UGLJENIČNIM ČELIKOM I SIVIM LIVOM .....	85
9.	Mladen Todić, Ostoja Miletić, Vid Jovišević SIGNIFIKANTNOST PARAMETARA U PROCESU VUČENJA NA MEHANIČKE OSOBINE OSNOSIMETRIČNOG PROFILA.....	91
10.	Đorđe Čupković, Miroslav Plančak, Dragiša Vilotić ISTRAŽIVANJE UTICAJA POLAZNE GEOMETRIJE PRSTENA NA ITALON DIJAGRAM ZA ODREĐIVANJE KONTAKTNOG TRENJA U PROCESIMA PLASTIČNOG DEFORMISANJA.....	97
11.	Predrag V. Dašić, Dmitriy Yu. Skubov, Nataliya V. Vodolazskaya DEPENDENCE APPROXIMATION OF THE PROCESSED SURFACE ROUGHNESS PARAMETERS AND CONCENTRATED TOOLS WEARING FOR TURNING BY THE 3 <sup>RD</sup> POWER POLYNOMIAL .....	103
12.	B. A. Kудряков, A. G. Kalinin НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ.....	109
13.	B. A. Kудряков, A. G. Kalinin ПРИМЕНЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	117

Jordana Jovičić, Dragan I. Milosavljević INFLUENCE OF CHOICE OF LAMINATE PARAMETERS ON EQUIVALENT MACRO-MECHANICAL COMPOSITE LAMINATE CHARACTERISTICS .....	115
Živko Babić, Milan Šljivić PRIMJENA I RAZVOJ „TAILORED BLANKS” U IZRADI DIJELOVA AUTOMOBILA .....	121
Mladimir Milutinović, Dragiša Vilotić, Đorđe Čupković DEFORMACIONA SILA PRI IZRADI KONUSNOG ŽIGA UTISKIVANJEM .....	127
Jordana Lakić Globočki, Bogdan Nedić, Branko Ivković ISPITIVANJE TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA SHP PRI OBRADI ALUMINIJUMA SIMULACIJOM PROCESA REZANJA NA TRIBOMETRU .....	134
Anka Zheglova, Georgi Rashev PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS FROM UNSATURATED POLYESTER RESINS .....	141
Vesna Mandić, Milentije Stefanović ZNAČAJ FIZIČKO-NUMERIČKOG MODELIRANJA PRI PROJEKTOVANJU ALATA ZA ZAPREMINSKU OBRADU .....	147
Mr Mičo Stanojević, Prof. Dr Milan Šlivić IDENTIFIKACIJA UTICAJNIH FAKTORA NA KVALITET POVRŠINE I TAČNOST DIMENZIJA 3D-MODELA POSTIGNUTIH PRIMJENOM 3D MULTI-JET RP-TEHNOLOGIJE .....	153
Milija Krašnik ODREĐIVANJE DEFORMABILNOSTI MATERIJALA PRI SABIJANJU VALJKA SFERIČNIM KALUPIMA .....	159
Dragan Adamović, Milentije Stefanović, Vukić Lazić ISTRAŽIVANJE UTICAJNIH PARAMETARA NA PROCES DUBOKOG IZVLAČENJA SA STANJENJEM DEBLJINE ZIDA.....	166
Miroslav R. Radovanović LASER CUTTING MACHINES .....	173
Miroslav R. Radovanović LASER CUTTING PROCESS .....	179
Vladeta Jevremović, Slobodan Stefanović, Miroslav Stošić DIJAGNOSTIČKA LABORATORIJSKA OPRÉMA ZA KONTROLU PARAMETARA SIROVINA I ŠTAPEL VLAKANA.....	185

## MEHANIKA I KONSTRUKCIJE

Dušan Gordić, Milun Babić, Dobrica Milovanović, Vanja Šušteršić ANALIZA KARAKTERISTIKA STRUJANJA RADNE TEČNOSTI KROZ PRVI ŠTEPEN HIDRAULIČNOG POJAČANJA U STACIONARNOM REŽIMU RADA DVOŠTEPENOG ELEKTROHIDRAULIČNOG SERVORAZVODNIKA.....	193
Milutin Živković, Dragan Golubović SOPSTVENA FREKVENCIJA LINEARNIH SERVO MOTORA .....	199
Darko Knežević, V. Savić, M. Tankosić, M. Jovanović, M. Krajišnik ELASTIČNA SVOJSTVA MINERALNIH ULJA ZA HIDRAULIČNE SISTEME- DEKOMPRESIJA ULJA U CILINDRIMA HIDRAULIČNIH PRESA .....	205
Ljubo Glamočić DIJAGNOSTIKA GLAVNOG VRETENA KOD CNC ALATNIH	

30. Nadežda Šubara, Sloboda Stefanović, Saša Stojković PREOSTALI VRK ELEMENATA KONSTRUKCIJE ŠINSKIH VOZILA U FUNKCIJI ISTORIJE OPTEREĆENJA .....	217
31. Valentina Golubović-Bugarški PROBLEM AMBIJENTALNE BUKE-NOVA EVROPSKA REGULATIVA .....	223
<b>03 SISTEMI MODELIRANJA, OPTIMIZACIJE I SIMULACIJE, KOMPJUTERSKI PODRŽANE TEHNOLOGIJE (CAD/CAM/CAE)</b>	
32. Velimir Todić, Miodrag Milošević, Dejan Lukić MODEL PROGRAMSKOG REŠENJA ZA AUTOMATIZACIJU PROJEKTOVANJA TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE KOŠULJICA CILINDRA .....	231
33. Janko Hodolić, Igor Budak, Anka Đurić, Dušan Šebo JEDAN PRILAZ MODELIRANJA SISTEMA ZA TRETIRANJE ISTROŠENIH SREDSTAVA ZA HLAĐENJE I PODMAZIVANJE U METALOPRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI.....	237
34. Milutin Živković, Dragan Golubović OPTIMIZACIJA KONSTRUKCIJE METALNIH STRUKTURA MEHATRONIČKIH SISTEMA.....	243
35. Nino Jokanović, A. Milašinović, Branislav Jovković CAD/CAM SISTEMI I KONKURENTNO INŽINERSTVO.....	249
<b>04 TERMOTEHNIKA, ENERGETIKA MOTORI I MOTORNA VOZILA</b>	
36. Slavko Sebastijanović, Veljko Đuričković CILJEVI I MOGUĆNOSTI U RAZVOJU KONSTRUKCIJE LOŽIŠTA ZA SAGORIJEVANJE U FLUIDIZIRANOM SLOJU .....	261
37. Radivoje Pešić, Snežana Petković, Jovo Mrda, Steva Veinović RAZVOJ VOZILA I VEZE SA OSTALIM PRIRODNIH NAUKAMA .....	269
38. Rajko Radonjić, Jasna Glišović RAZVOJ KOČNIH MEHANIZAMA TERETNIH VOZILA.....	277
39. Božidar V. Krstić UTICAJ NEKIH FAKTORA NA KARAKTERISTIKE HIDRODINAMIČKIH PRENOSNIKA SNAGE MOTORNIH VOZILA.....	283
40. Božidar V. Krstić ODREĐIVANJE STEPENA UMANJENJA NAPORA RADNIH KOLA HIDRODINAMIČKIH PRENOSNIKA SNAGE .....	291
41. Milan Milovanović, Miroslav Ravlić, Milentije Stefanović RAZVOJ METODA ZA ISPITIVANJE KAROSERIJE U CLJU ZADOVOLJENA PROPISA.....	299
42. Danijela Miloradović, Milan Mićunović NONLINEAR VIBRATION OF MOTOR VEHICLE DUE TO ROAD ROUGHNESS.....	305
43. Nebojša Jovičić, Dobrica Milovanović, Milun Babić, Milan Despotović SIMULATION OF THREE-DIMENSIONAL VENTILATION DUCT FLOW.....	313
44. Rajko Radonjić, Dragoljub Radonjić	

- Globalizacija razvojnih aktivnosti u oblasti nano tehnologija daje nove impulse ne samo po količini već i takvim rezultatima koji se ne mogu ni predviđati.
- Pošto je ugljenik osnovni elementu u strukturi žive materije to sve spoznaje o novim formama u obliku fulerena imaju naročitu važnost za otkrivanje njegovog prisustva u fundamentalnim procesima koji se odvijaju sa učešćem ugljenika u živoj i neživoj prirodi.

## LITERATURA

1. R.E. Smalley: DISCOVERING THE FULLERENES, Nobel Lecture, Dec. 7, 1996. <http://cnst.rice.edu/smalleygroup/Papers/nobel.html>
2. Prof. R. Blume: DIDAKTIK DER CHEMIE ("DC2"- Dissertation Harald Mauser), <http://www2.chemie.uni-erlangen.de>
3. S. Veinović, R. Pešić, S. Petković: POGONSKI MATERIJALI MOTORNIH VOZILA, Mašinski fakultet u Banjoj Luci, 2000.g., Banja Luka-Kragujevac, knjiga od 375 strana
4. R. Pešić: ISTRAŽIVANJA U OBLASTI MOTORA SUS - Laboratorija za motore sus na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu u 2000-, Monografija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, maj 2000., knjiga od 473 strana
5. Zbornici radova sa domaćih skupova: JUMV, JUNG, JUTRIB, DEMI- Banja Luka, IPS- Podgorica, PoMT- Novi Sad, MVM- Kragujevac

5. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE  
O DOSTIGNUĆIMA ELEKTRO  
I MAŠINSKE INDUSTRIJE

BANJA LUKA  
DEMI  
2002  
25/26 APRIL

5<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON ACCOMPLISHMENTS  
OF ELECTRICAL AND  
MECHANICAL INDUSTRIES

## RAZVOJ KOČNIH MEHANIZAMA TERETNIH VOZILA

Dr Rajko Radonjić, mr Jasna Glišović<sup>1</sup>

**REZIME** *Dat je pregled zastupljenosti konstruktivnih rešenja kočnih mehanizama u sistemima kočenja teretnih vozila. Usvojene su karakteristike za ocenu efikasnosti primene doboš i disk kočnih mehanizama saglasno savremenim zahtevima. Sprovedene su uporedne analize eksperimentalnih i teorijskih rezultata istraživanja. Date su prognoze dalje primene disk kočnih mehanizama u vozilima posmatrane kategorije. Ključne reči: doboš, disk kočni mehanizmi, teretna vozila*

**ABSTRACT** *Application review of different constructions of brake mechanisms in brake systems of commercial vehicles is presented in this paper. Characteristics for evaluation of using efficiency of drum and disk brake mechanisms are adopted. Comparative analyses of experimental and theoretical results of investigations are conducted. Prognoses for further use of disk mechanisms in vehicles of this certain category are given here. Key words: drum, disk mechanism, commercial vehicles*

## 1. UVOD

Uvođenje međunarodnih pozitivnih propisa koji definišu kočna svojstva vozila i parametre bezbednosti dovelo je do razvoja kočnih sistema teretnih vozila i to:

- visoke pouzdanosti (mogućnost pojave neispavnosti svedena je na minimum),
- povećane efikasnosti i
- sa mogućnošću regulacije sile kočenja u zavisnosti od opterećenja (ALB) i uslova kotrljanja točka (ABS).

Intenzitet naglog kočenja za teretna vozila mora biti istog reda veličine kao i za putnička vozila zbog homogenosti saobraćaja i zbog povećanja bezbednosti na putevima. Cilj je dobiti na teškim teretnim vozilima usporenje od  $8 [m/s^2]$  kao i kod putničkih vozila. Intenzitet naglog kočenja može se definisati preko prosečnog momenta tokom kočenja do zaustavljanja pri kretanju velikim brzinama.

Izuzimajući usporače, sve vrste kočnica koje se danas koriste na teretnim vozilima funkcionišu na bazi trenja koje se javlja između pokretnih delova vozila (vezanih za točkove) i nepokretnih elemenata (vezanih za noseću strukturu vozila). Na današnjim teretnim motornim vozilima koriste se dva osnovna izvođenja kočnih mehanizama: doboš i disk kočnice i to u različitim izvođenjima. Oba tipa kočnica imaju određene prednosti i nedostatke

<sup>1</sup> Dr Rajko Radonjić, red. prof., Mašinski fakultet, Kragujevac, e-mail:rradonjic@knez.uis.ac.yu

Mr Jasna Glišović, asistent, Mašinski fakultet, Kragujevac, e-mail:juca@knez.uis.ac.yu

koji značajno zavise od kategorije, vrste i namene vozila. Iako su duži niz godina disk kočnice bile više zastupljene kod

putničkih, a doboš kočnice kod teretnih vozila, intenzivan razvoj u ovoj oblasti u svetu doneo je promene u relativnom odnosu primene pojedinih konstrukcija kočnica. Pre desetak godina, izuzimajući teretna vozila malih nosivosti (ukupne mase do 4 ili 5 tona) na kojima su se primenjivale disk kočnice na prednjim osovina (sa hidrauličkim prenosnim sistemom), disk kočnice su sporo prodirale na teretna vozila većih masa. Istraživanja u svim razvijenim zemljama Evrope, SAD-u i Japanu na razvoju disk kočnica za teretna vozila sa hidrauličkim i pneumatskim komandovanjem dala su značajne rezultate.

Sve veća primena disk kočnica sa stegom na svim kategorijama vozila rezultat je brojnih prednosti: *stabilnost koeficijenta trenja* u širokom opsegu radnih temperatura, relativno *jednostavna konstrukcija* sa manje sastavnih elemenata i lako uklapanje sa susednim elementima, *velika površina hlađenja*, a time i bolje odvođenje toplote jer se disk okreće u slobodnom vazduhu, *odsustvo deformacije* (radijalna dilatacija ne utiče na deformaciju ploče diska, a što se tiče širenja po debljini, ono utiče na približavanje frikcionih površina, a ne na njihovo razdvajanje, kao što je to slučaj kod doboš kočnica), *mala osetljivost na vodu* i zagađivače iz okoline, *jednostavno održavanje*, lak uvid i zamena pohabanih pločica, *nedostatak efekta samokočenja* koji može da nastupi kod doboš kočnice, *mala masa* (ovo je značajno zbog tendencije korišćenja malih točkova u koje se disk kočnice svojim gabaritima uklapaju). Tako, na primer, na teretnim vozilima raspoloživi prostor je oko dvanaest puta manji nego kod putničkih vozila za istu veličinu specifične snage kočenja.

Nedostaci disk kočnica sa stegom su sledeći: *visoka opterećenja frikcionih površina* zbog nemogućnosti njenog povećanja preko određene granice, *udarne vrednosti toplotnog fluksa* koji se dovodi kočnom disku i njegova neravnomernost po obimu diska, što izaziva termnapone koji mogu dovesti i do prskanja diska, *velike deformacije stege*, što dovodi do pojave škripe i neravnomernog trošenja frikcionih pločica, *teškoća konstruktivnog rešavanja parkirne kočnice* (potreba ugradnje posebne kočnice za parkimo kočenje), *mala vrednost prenosnog odnosa između sile aktiviranja i sile trenja* koju razvija kočnica. Kako se ne može povećati poluprečnik trenja (ograničen dimenzijama točka), nameće se potreba ugradnje pojačala u prenosni mehanizam.

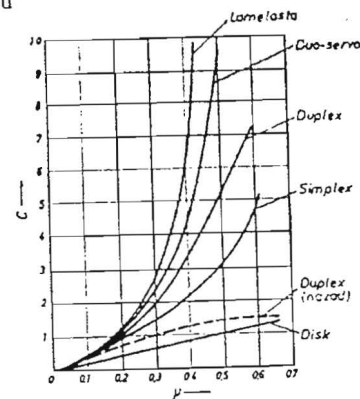
Pomenuti nedostaci su naročito izraženi kod vozila velikih masa. Ovo se posebno odnosi na termičke napone koji dovode do sledećih tehničkih problema: životni vek frikcionih obloga (zahtevan vek za obloge teretnih vozila je više od deset puta duži od onog kod putničkih vozila), termička opterećenja ležajeva i pneumatika, veliki opseg radnih uslova i raspodela kočenja između osovina.

## 2. KARAKTERISTIKE ZA OCENU EFIKASNOSTI KOČNIH MEHANIZAMA

Osnovni zadatak kočnih mehanizama je da ostvare potrebni kočni moment koji deluje na točak vozila, izazivajući njegovo usporavanje, a time i kočenje vozila. Zbog toga kočni moment predstavlja osnovnu karakteristiku svake kočnice, merilo njenih funkcionalnih svojstava ili *performansi*. Radna karakteristika kočnice, koja se često naziva i *C* karakteristika, povezuje silu aktiviranja i moment kočenja kao ulaznu i izlaznu veličinu i obuhvata sve konstruktivne parametre kočnice i raspoloživi koeficijent trenja između frikcionih površina.

Slika 1 prikazuje načelne odnose radnih karakteristika tipičnih konstrukcija doboš i disk kočnica. Sa dijagrama je očigledno da disk kočnica sa stegom ima najmanje vrednosti radne karakteristike, odnosno mogućnosti razvijanja kočnog momenta za određenu silu aktiviranja, a najveće vrednosti imaju servo (odnosno duo-servo) doboš kočnice, dok se na istom

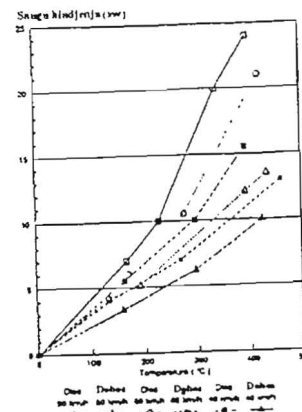
nivou



nalaze i lamelaste disk kočnice sa punim zahvatom. Može se zaključiti da se u slučaju ugradnje kočnica sa visokim radnim karakteristikama ne moraju u prenosni mehanizam ugraditi pojačala ili drugi dopunski izvori energije za kočenje vozila. Znači da sa stanovišta izvršavanja osnovne funkcije kočnog sistema, kočnice sa visokim vrednostima *C* karakteristike imaju značajne prednosti nad konstrukcijama čije su radne karakteristike niske.

Slika 1: Radne karakteristike tipičnih konstrukcija kočnica [2]

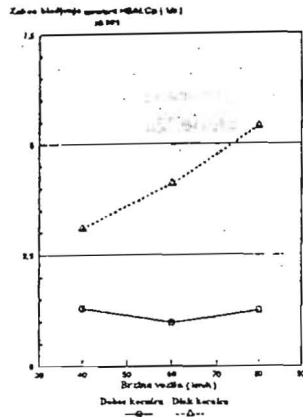
U radnim uslovima u kojima se koeficijent trenja značajno menja, vrednost radne karakteristike kočnice ima neposredan uticaj na kvalitet funkcionisanja kočnice. To se pre svega, odnosi na promenu koeficijenta trenja pod uticajem toplotnih opterećenja, odnosno na tzv. opadanje funkcionalnih svojstava ili karakteristika efikasnosti frikcionih materijala (*brake fade*), koje se gotovo redovno događa sa većinom frikcionih materijala koji se danas koriste na vozilima. Ove osobine kočnica izražavaju se u vidu tzv. *osetljivosti*, koja se definiše kao izvod karakteristike *C* po koeficijentu trenja. U pogledu osetljivosti odnosi između posmatranih kočnica su isti, naime disk kočnica sa stegom je najmanje, a duoservo i lamelasta disk kočnica najviše osetljiva na promenu koeficijenta trenja. Međutim, u ovom slučaju, mala osetljivost disk kočnica je njena bitna prednost, dok visoka osetljivost duoservo i svih drugih kočnica sa visokim vrednostima *C* karakteristike čini njihovu ozbiljnu slabost, koja im znatno sužava domen primene. Zato su disk kočnice sa stegom i pored toga što zbog niskih vrednosti *C* karakteristike skoro redovno nameću ugradnju u prenosni mehanizam servo-pojačala, tako široko prodrle u sve segmente kompleksa motornih vozila.



Slika 2: Snaga kočenja za disk i doboš [4]

U pogledu brzine hlađenja postoji veća razlika između doboš i disk kočnica (slika 3).

Hlađenje diska je do tri puta brže od doboša jer ima manju masu i veću snagu hlađenja.



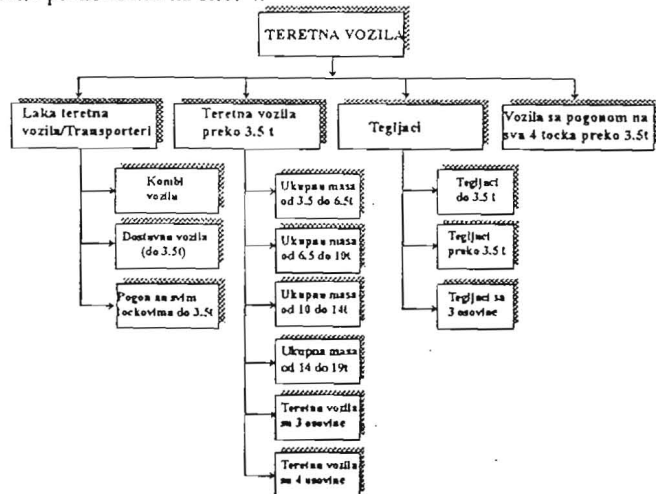
Prednosti disk kočnica su najvažnije u ekstremnim kočnim uslovima: veliki kočni moment pri velikoj brzini. U ovom slučaju disk je sigurniji jer su njegove sposobnosti odvođenja energije na maksimumu i zato je stabilnost momenta najveća. Visoka prosečna temperatura je podržana bez ikakvog važnijeg gubitka momenta. Razlozi za ovo leže u činjenici da pločice deluju simetrično na disk i što širenje diska nije ograničenje za moment.

Slika 3: Brzina hlađenja za disk i doboš kočnice [4]

### 3. STATISTIČKA ANALIZA PRIMENE KOČNIH MECHANIZAMA

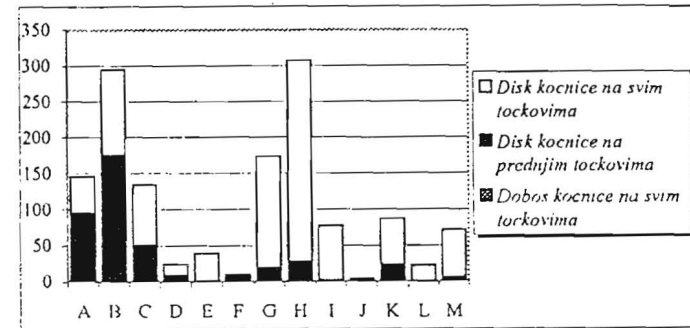
Osnovne definicije kategorija automobila za prevoz tereta su regulisane, najčešće, međunarodnim i nacionalnim standardima pojedinih zemalja (u našoj zemlji JUS M. NO.010 - Drumska vozila. Klasifikacija. Termini i definicije). Pored ove podele često se vrši klasifikacija i prema: najvećoj ukupnoj masi, dužini vozila, šemi pogona, broju osovine, broju prenosnika, položaju motora, prohodnosti, s obzirom na klimatske uslove, vrstu ugrađenog motora, vrsti korišćene transmisije.

U radu je izvršena analiza zastupljenosti konstruktivnih rešenja kočnih mehanizama u kočnim sistemima teretnih vozila. Analizirano je 1808 teretnih vozila, do 19 tona ukupne mase i obuhvatila je 4 proizvođača iz SAD-a, 27 iz Evrope i 6 iz Japana. Kategorizacija ispitivanih vozila je izvršena prema šemi na slici 4.



Slika 4: Kategorije teretnih vozila čiji su kočni mehanizmi analizirani u radu

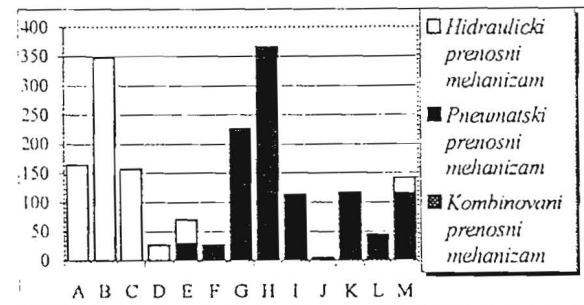
Na slici 5 su prikazani rezultati statističke analize primene disk kočnica na teretnim vozilima ukupne mase do 19t. Vozila su podeljena u klase prema slici 4 pod oznakama od A do F čije je značenje dato na slici 5. Za određen broj vozila nije bio poznat tip kočnog mehanizma, već samo vrsta prenosnog mehanizma. Disk kočnice na svim točkovima su ubedljivo najviše primenjeno rešenje kod većine proučavanih kategorija. Broj vozila sa doboš kočnicama na svim točkovima je 9 od ukupno 1808 proučenih vozila.



- A-Kombi vozila
- B-Teretna vozila do 3.5t ukupne mase
- C-Pogon 4x4 do 3.5t ukupne mase
- D-Teretna vozila od 3.5 do 6.5t ukupne mase
- E-Teretna vozila od 6.5 do 10t ukupne mase
- F-Teretna vozila od 10 do 14t ukupne mase
- G-Teretna vozila od 14 do 19t ukupne mase
- H-Teretna vozila sa 3 osovine
- I-Teretna vozila sa 4 osovine
- J-Šleperi do 3.5t ukupne mase
- K-Šleperi preko 3.5t ukupne mase
- L-Šleperi sa 3 osovine
- M-Pogon 4x4 preko 3.5t ukupne mase

Slika 5: Učešće pojedinih tipova kočnih mehanizama na teretnim vozilima

Kod teretnih vozila se sreću hidraulički, pneumatski ili kombinovani hidro-pneumatski tipovi prenosnih mehanizama. Njihova zastupljenost kod proučenih teretnih vozila je prikazana na slici 6. Kod kategorija A, B, C, D i J teretnih vozila primenjuju se isključivo hidraulički prenosni



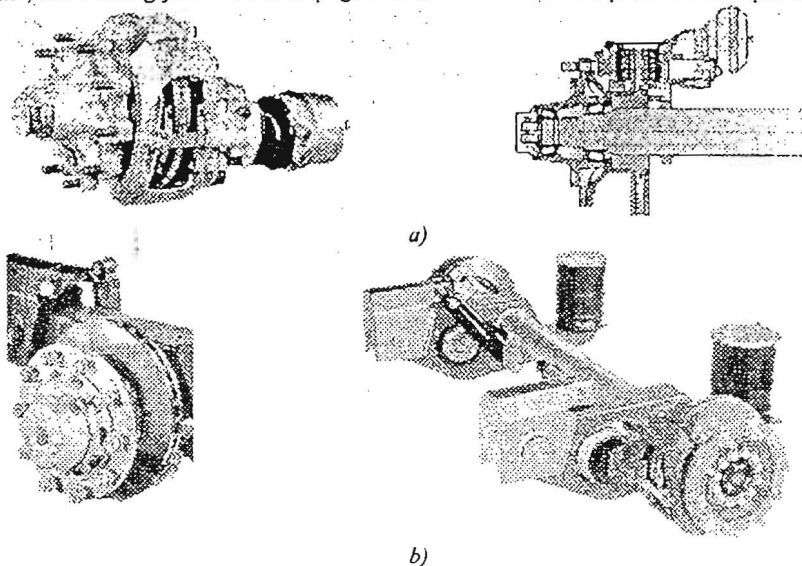
mehanizmi. Kod kategorija većih ukupnih masa najviše su prisutni pneumatski prenosni mehanizmi. Kombinovani hidro-pneumatski mehanizmi su zastupljeni kod teretnih vozila ukupne mase od 3.5 do 10t i vozila sa pogonom na svim točkovima ukupne mase preko 3.5t.

Slika 6: Učešće pojedinih vrsta prenosnih mehanizama

Kao ilustracija trendova razvoja kočnih mehanizama na slici 7 su prikazane Bpw (a) i SAF (b) disk kočnice ugrađene u elektronski pneumatski kočni sistem. Disk Bpw kočnice je prečnika 430mmx45mm i koristi se na teretnim vozilima ukupne mase od 17.5 do 19t. Kočnica SAF se



ugrađuje u vozila Mercedes-Benz marke Actros ukupne mase od 14 do 19t sa tri i četiri osovine, kao i na tegljače i vozila sa pogonom na svim točkovima preko 3.5t ukupne mase.



Slika 7: Disk kočnice Blw i SAF u elektronskim i pneumatskim kočnim sistemima [5], [6]

#### 4. ZAKLJUČAK

Prve disk kočnice su se pojavile 1956. godine (vozilo Citroen DS). Konstruisane su jer doboš kočnice na prednjim točkovima nisu bile u stanju da zaustave vozilo zbog pojave *fading-a*. Ali tek 1988. godine se javlja prva primena disk kočnica na širokom opsegu teretnih vozila. Mali put kočenja, otpornost na pojavu *fading-a* i veće termičko odvođenje su glavne prednosti disk kočnica. Ove karakteristike zajedno sa veoma malom razlikom desni/levi točak daju osećaj komfora i stepen sigurnosti koji ranije nije dostignut na teretnim vozilima. Sve ovo je dovelo do tehničkog progressa u pogledu snage motora koji se primenjuju na teškim teretnim vozilima. Veća cena koštanja disk kočnica nastaje zbog kompleksnosti stege, ali iznad svega, zbog malih proizvedenih količina. Ali treba naglasiti da je dodatna cena u direktnoj relaciji sa povećanjem sigurnosti.

Analiza kočnih mehanizama primenjenih na trenutnoj svetskoj produkciji teretnih vozila, u ovom radu, potvrdila je nezadrživi trend primene disk kočnica koje su potpuno istisle doboš kočnice kod nekih kategorija teretnih vozila. Kod svih vozila većih ukupnih masa prisutan je elektronski sistem kočenja sa punim servo dejstvom, gde vozač pritiskom na pedal samo daje signal kočenja, a zahvaljujući ABS sistemu na svim točkovima se ostvaruje maksimalno moguće sile kočenja ograničene kvalitetom podloge.

#### 5. LITERATURA

- [1] Internationaler Nutzfahrzeug-Katalog, 1998.
- [2] Todorović J.: Kočenje motornih vozila, Naučna knjiga, 1988.
- [3] Benzi, G.: Development and application of air disc brakes for heavy-duty trucks, XXIV FISITA, London, 1992.
- [4] Esteves, A. C., Winocq, L., Berthaud, J.: Disc brakes for trucks: a technical innovation for heavy vehicles, XXIV FISITA, London, 1992.
- [5] Kern, M.: Die Scheibe ist nicht zu bremsen, Lastauto omnibus, N°12, Stuttgart, 1998.
- [6] Griffini, G.: Forse domani li useranno tutti, Tuttotrasporti, N°196, Milano, mart 1998.



#### UTICAJ NEKIH FAKTORA NA KARAKTERISTIKE HIDRODINAMIČKIH PRENOSNIKA SNAGE MOTORNH VOZILA

dr inž. Božidar V. Krstić, vanredni profesor Mašinskog fakulteta u Kragujevcu<sup>1</sup>

*Rezime:* U radu su prikazani neki eksperimentalni rezultati o uticaju oblika i gabarita na karakteristike hidrodinamičke spojnice motornog vozila.

*Ključne reči:* motorno vozilo, hidrodinamički prenosnici snage

#### THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL FACTORS ON THE CHARACTERISTICS OF TURBOTRANSMISSIONS MOTOR VEHICLES

*Abstract:* The paper presents the experimental results concerning the influence of shape, overall size, to the characteristics of hydraulic clutch motor vehicles.

*Key words:* motor vehicle, turbotransmissions

#### 1. UVOD

Od pojave Fettingerovog principa, do danas, razvoj hidrodinamičkih prenosnika snage (HDPS) išao je uzlaznom linijom, sa intenzivnim ili manje intenzivnim periodima razvoja, da bi u poslednjih nekoliko decenija doživeo buran razvoj. U prethodnom periodu, zahvaljujući velikom broju istraživača u ovoj oblasti, razvijeno je mnogo tipova ovih prenosnika i danas je skoro nemoguće nabrojati sve tipove i izrađene modele namenjene za različita mesta njihove primene. Nova shvatanja u tretmanu prenosa snage dovela su do burnog razvoja HDPS. Temeljno analiziran prenos snage HDPS, a ne samo na osnovu trenutno uočljivih karakteristika, dovelo je do stvaranja uslova za masovnu proizvodnju i njihovu široku primenu u svim granama industrije. Takav prilaz dovodi do konačne afirmacije Fettingerovog principa prenosa snage i razvoja, na ovom principu čitavog niza transmisija za najrazličitiju primenu. Mnogobrojna teorijska i eksperimentalna istraživanja u oblasti HDPS, kao i praćenje njihovog ponašanja u eksploataciji potvrdila su značaj i opravdanost njihove primene u skoro svim oblastima tehnike. Povoljne karakteristike ovog vida prenosa snage, potvrđene u eksploataciji, omogućile su im masovnu primenu, te danas skoro ne postoji oblast industrije u kojoj se ne primenjuju ili opravdano ne mogu da primenjuju. Može se zaključiti da velika raznovrsnost izvedenih rešenja HDPS i njihovih karakteristika omogućuje

njihovu masovnu primenu. Samo pravilan izbor hidrodinamičkozupčastog menjača (HDZM), za odredjen pogonski motor, pri gradnji motornog vozila određene namene može dovesti do postizanja željenih eksploataciono-tehničkih karakteristika tog motornog vozila. Racionalno korišćenje snage pogonskog motora je prioritetan zahtev koji ističe eksploatacija motornih vozila. To se najefikasnije postiže kontinualnom automatskom regulacijom brzine i vučne sile, što je aktueliziralo razvoj

<sup>1</sup> dr inž. Božidar V. Krstić, v.profesor MF u Kragujevcu, bkrstic@knez.uis.kg.ac.yu