



## FRIKCIONI FLUIDI ZA PODMAZIVANJE VARIJATORA MOTORNIH VOZILA

**Prof. dr Stevan VEINOVIĆ**, Mašinski fakultet u Kragujevcu  
**Prof. dr Radivoje PEŠIĆ**, Mašinski fakultet u Kragujevcu  
**Asistent mr Aleksandar DAVINIĆ**, Mašinski fakultet u Kragujevcu

### **Rezi me**

Aktuelni trend u oblasti transmisija za motorna vozila je intenzivna primena automatike. To je posebno prisutno kod CVT- mehaničkih transmisija sa kontinualnom promenom prenosa. CVT tome treba da zahvali primeni elektronike i novih gurajućih kaiševa.

Fluidi za CVT moraju biti formulisani za povećano trenje u kontaktima čelik-čelik tj. između čeličnog kaišnika i čeličnog kaiša. Radni uslovi su vrlo teški jer su visoke temperature posledice slabe ventilacije, malih dimenzija cele transmisije, minimalne količine maziva kao i primene retardera kod većih vozila.

**Ključne reči:** automatske transmisije, CVT, frikcionni fluidi, vozila

## FRICITION FLUIDS FOR LUBRICATING CONSTANTLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) FOR VEHICLES

### **Summary:**

The hottest trend in transmissions over the next years will be in automatics. And CVT-Continuously variable transmission is poised for explosive growth soon after. CVT are on the cups of major growth thanks to electronic control and push belts.

Fluid for CVT must be formulated to increase the steel-on-steel friction resulting from higher operating temperatures. More heat occurs due to reduced airflow around aerodynamically enhanced transmissions, smaller components and fluid sump and the use of retarders.

**Key words:** automatic transmission, CVT, friction fluids, vehicle

## 1. UVOD

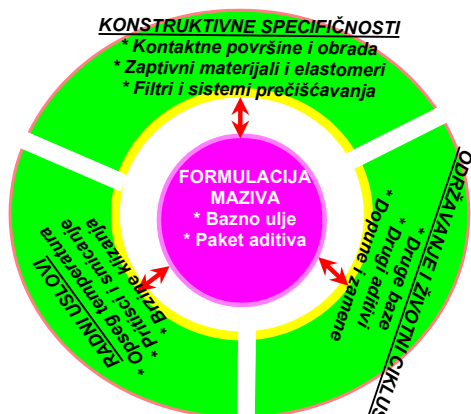
Moderne koncepcije putničkih vozila počivaju na sprezi familija motora i menjača u jedinstvenu arhitektonsku celinu koja se ugrađuje uzdužno ili poprečno, napred ili nazad, a u raznovrsnim modifikacijama vozila. Drugo pravilo je da se u povećanju ekonomičnosti i dostizanju vrhunskih ergonomskih prednosti agregati automatizuju u smislu sprežanja motora i menjača i

prevođenje svih ručnih komandi na inteligentni upravljački sistem koji ima svojstva adaptivnosti prema vozaču, njegovoj tehnici vožnje, uslovima na putu, daljinskoj orijentaciji i sl.

Zahtevi prema menjačkim uljima potiču od razvojnih ciljeva za vozila i uslova njihove eksploatacije. Stalno očekivanje je da se produže servisni intervali i poveća pouzdanost vozila, tabela 1 i slika 1.

**Tabela 1:** Preslikavanje naprednih tehnologija vozila na transmisione fluide /1/

Inicijative u razvoju vozila	Performanse maziva
Produžavanje servisa i perioda intervencija	Termička stabilnost i postojanost
Manja sopstvena težina i veća nosivost	Povećana mehanička i termička opterećenja
Kompaktne konstrukcije	Zaštita nosećih površina
Bezbednost u saobraćaju, retarderi, motori sa funkcijama kočenja	Naizmenična i udarna opterećenja traže podizanje antihabajućih svojstava



**Slika 1:** Kompleksni zahtevi pri formulaciji novih maziva

Promoter CVT je bila holandska firma Van Doornes sa svojim «Variomatic» menjačem 1958.g. Posle dužeg zastoja u primeni 1996. g. japanska Honda se pojavljuje sa modelom «Civic» i usavršenim CVT prenosnikom kod koga kaiš nije vučni već gurajući. To vozilo je bilo na prvom mestu po ekološkim i ekonomičnim svojstvima jer je u gradu imalo ekonomičnost od 31 mpg, a na otvorenom putu 41 mpg (u poređenju sa kalifornijskim propisima od 28 mpg).

Moderna visokoekonomična vozila, **kod kojih potrošnja goriva raste po ekološkom zakonu i to srazmerno povećanju brzine kretanja**, imaju vrlo složenu kompoziciju prenosnika snage: hidrodinamička spojnica + CVT + planetarni reduktori + hidraulička + elektronska kontrola, tabela 2.

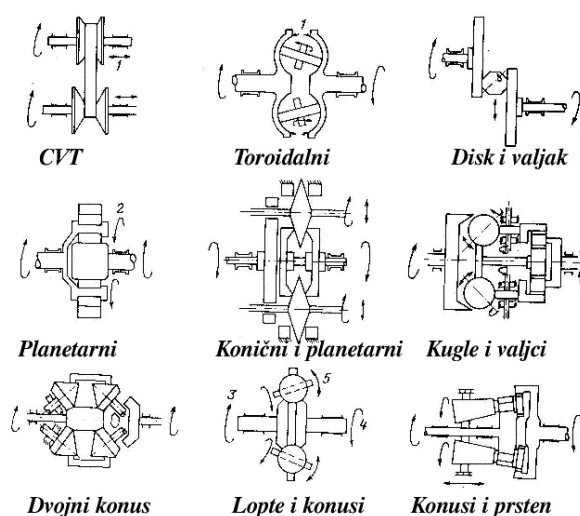
Momenat koji prenose varijatori je funkcija normalnog opterećenja i koeficijenta trenja na mestu kontakta. Fluid ovde ima tracionu ulogu pa vrednosti koeficijenta vuče zavise od izabranih materijala, maziva i stepena proklizavanja.

**Tabela 2:** Poređenje automatizovanih prenosnika snage kod putničkih vozila

Tip menjača	Mehanički	ASG	DKG	CVT
Održavanje	-	±	+	+
Komfor	-	-	±	+
Performanse	±	±	+	+
Cena	+	±	-	-

Oznake i ocene (+ «dobro»; - «nepovoljno»; ± «osrednje») prema ZF [3]:  
 ASG- automatska transmisija sa ručnim biračem prenosa  
 DKG- mehanička transmisija sa dva kvačila  
 CVT- varijator sa gurajućim čeličnim kaišem

Opšti uslov za visoko ekonomična vozila jeste da broj radnih ciklusa u pogonskoj mašini bude što bliži sa brojem obrtaja točka. Tako putničkih vozila postoji sve veća primena frikci- onih varijatora, slika 2.



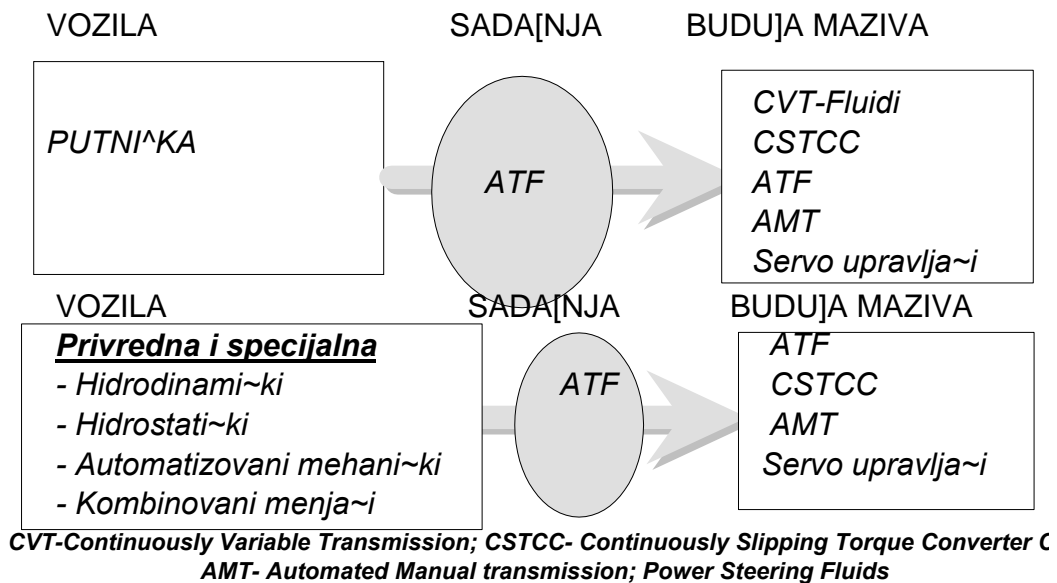
**Slika 2:** Tipični frikcioni varijatori

## 2. FRIKSIONI FLUIDI

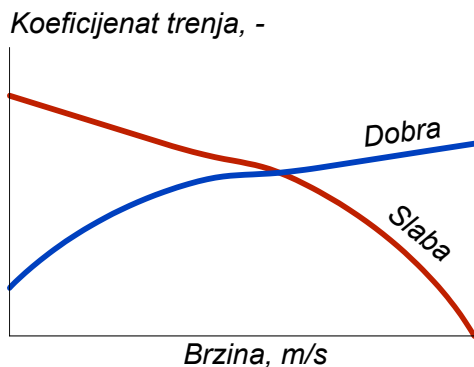
U prvom trenutku su za primenu u CVT transmisija korišćeni fluidi za automatske transmisije (ATF). Globalni zahtevi za povećanjem ekonomičnosti vozila direktno se preslikavaju na konstrukciju automatskih transmisija i poboljšanje kvaliteta ATF fluida prelaskom na API grupe III i IV baznih ulja i nove vrste aditiva, slika 3:

- na autoputu vožnja sa blokiranjem (od 1970.g. čim se pređe 50 milja na sat hidrodinamički menjač se blokira - Lock Up Torque converter Clutch) i
- od 1990. uvodi se hidrospojnica sa kontinualnim proklizavanjem ili modifikovani menjač radi povećanja ekonomičnosti u gradskoj vožnji (Continuously Slipping Torque Converter Clutch).

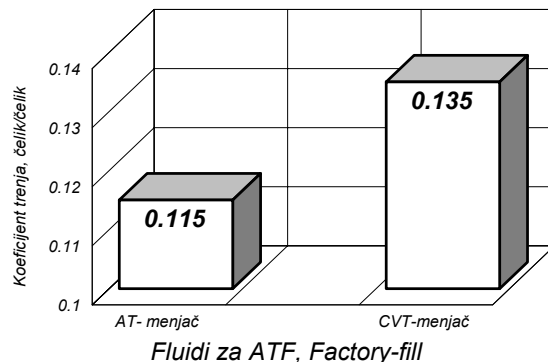
### ( ATF- Automatic Transmissions Fluids)



Slika 3: Nove formulacije ATF maziva



Slika 4a: Frikcione karakteristike ATF



Slika 4b: Poređenje frikcionih karakteristika fluida za ATF i CVT

GM je preformulisao DEXRON-III specifikaciju uz dva nova testa u DEXRON-IV. Zahtevi potiču od novo primenjenih elektronski kontrolisanih hidrodinamičkih spojnica (ECCC- Electronically Controlled Converter Clutch). Testovi su pokazali da je DEXRON-IV osetljiv na frikционе karakteristike fluida. To se ponovilo i sa testom na

istrošenje (SCOWT- Sprag Clutch Oxerrunning Wear Test). Za modelsku 1997. godinu se koristi fabrička oznaka Dexron-IIIIF, a od 1998. Dexron-IIIG.

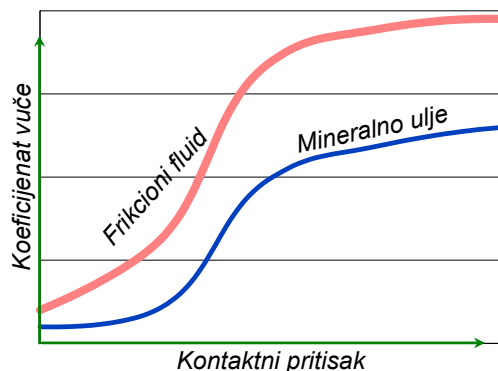
Osnovna slabost automatskih transmisija je pojava podrhtavanja pri niskim brzinama obrtanja, slika 4. U najtežem testu meri se ponašanje diska u

fluidu pri 2 obrtaja u minuti. Neizbalansiranost, pojava trenja ili variranje frikcionih nivoa dovodi do podrhtavanja hidrodinamičkih transmisija. Disk stalno proklizava u fluidu zavisno od spoljašnjeg opterećenja. Zato je postojanost veze između frikcionih diskova i fluida u vremenu odlika smicajnih kvaliteta maziva. Ako se naruši ta stabilnost, usled mehaničkih pobuda ili promene svojstava fluida (*na pr. zbog zagrevanja*), tada se vibracije prenose na vozilo.

Kada se izvrši ispitivanje maziva na smicanje i to ponavlja više puta onda se viskoznost, kao i sve druge karakteristike, maziva menjaju u funkciji vremena. Sintetska ulja imaju zanemarljivu promenu viskoznosti po ATF uslovima: 1.4%; polusintetska nešto veću: 14%; a mineralna najveću: 37%. Dozvoljene vrednosti promena propisuju firme (OEM) prema specifičnostima svojih konstrukcija, fabrički propisanom servisnom periodu i veku zamene fluida: ZF i VW na 6.5; Mercedes na 5.5 mm<sup>2</sup>/s na 100 °C itd. ali sa različitim periodom zamene (*redovno se propisuju vremenski i radni vek*).



Slika 5a: Varijanta CVT za primenu na kamionima



Slika 5b: Poredjenje koeficijenata vuče mineralnih ulja i frikcionih fluida

Frikcioni fluidi moraju imati visok koeficijent trenja uz što manje proklizavanje. Jasno je da takva maziva u ležištima dovode do većih otpora i porasta radnih temperatura. Zato je redosled **frikcionih fluida** po takvom specifičnom kriterijumu: hidraulička maziva naftne osnove, fluidi za automatske transmisije i na kraju (*zbog najnižeg koeficijenta trenja*) motorna ulja.

Čim je primena CVT transmisije prerasla prvi procenat 2000.g. u novoprodučenim vozilima odmah su specifični zahtevi postali neophodan i dovoljan kriterijum za novu formulu tzv. «frikcionih» ili «trakcionih» maziva, slika 5 [2]. Momenat koji prenose varijatori je funkcija normalnog opterećenja i koeficijenta trenja na mestu kontakta. Fluid ovde ima trakcionu ulogu pa vrednosti koeficijenata trenja zavise od izabranih materijala, maziva (*baze + aditiv*) i stepena proklizavanja.

Tabela 3: Fizičko-hemijske karakteristike frikcionih fluida /2/

Viskoznosti	S-50	S-2000	S-2500	S-2500T
mm <sup>2</sup> /s na +40 °C,	33.6	19.1	22.1	21.3
cSt na +100 °C	5.1	3.5	4.0	3.8
mPas na -30 °C	39500	12500	10600	31500
cPoise na -40 °C	3000000	85000	65000	275000
Pad pri smicanju na +100 °C	17.8 %	0	0	0
Koeficijent vuče	0.10	0.08	0.08	0.10

Prodorom frikcionih varijatora u sve vrste vozila stvoren je jak impuls naprednim tehnologijama u oblasti frikcionih fluida, tabela 3. Kao posebno interesantne navodimo rezultate firme NSK/RHP navedene u članku [2] sa «zrnastim» fluidom.

### 3. ZAKLJUČCI

Sve konstruktivne novine se preslikavaju u nove formulacije pogonskih fluida koji time postaju nerazdvojne sastavnice konstruktivnih koncepcija pogonskih agregata za svaku vrstu transmisije i mašine u koju se ugrađuju.

Formulacija frikcionih fluida moraju imati visok koeficijent trenja i dobro prijanjanje uz što manje proklizavanje.

### ZAHVALA

*U ovom radu su prezentirani rezultati istraživanja u toku realizacije projekta "Ekološka i*

*tribološka optimizacija domaćih motora za vozila" koji je finansijski pomoglo Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.*

### LITERATURA

- [1] *S. Veinović, R. Pešić, S. Petković: POGONSKI MATERIJALI MOTORNIH VOZILA, Banja Luka-Kragujevac 2000.g. Knjiga 375 strana.*
- [2] *Roger Bishop: Half toroid runs on glassy film, European Automotive Design, Volume 4, No 5, June 2000. p.28-29*
- [3] *Peter Kopf: Innovative PKW-Getriebsysteme, ATZ 2/2003, Jahrgang 105, s. 110-118.*