

**Božica Tomrlin, Miroslav Felja, Tomislav Anić, Željka Džajkić**

ISSN 0350-350X

GOMABN 39, 4, 245-261

Izlaganje sa znanstvenog skupa/Conference paper

UDK 621.892:621.833 : 620.169 : 629.114.6

## **PRODUŽENJE INTERVALA IZMJENE ULJA ZA AUTOMATSKE MJENJAČE U AUTOBUSIMA GRADSKOG PRIJEVOZA**

(Ispitivanja učinjena u INA d.d. MAZIVA ZAGREB u suradnji sa ZET-om Zagreb)

### *Sažetak*

*Tijekom posljednjih nekoliko godina došlo je do razvoja kvalitete ulja za automatske mjenjače što je utjecalo na promjenu preporuke proizvođača mjenjača za razdoblje izmjene ulja. Tako su neki od vodećih europskih proizvođača automatskih mjenjača produljili rokove izmjene ulja s 30.000 prijeđenih km na 60.000 km. Praktična ispitivanja ulja za automatske mjenjače kvalitete Dexron II u autobusima gradskog prijevoznika ZET u Zagrebu provedena prije 7 godina, potvrdila su tadašnje preporuke za razdoblje izmjene ulja od 30.000 prijeđenih kilometara.*

*Nastavku praktičnih ispitivanja iste kvalitete ulja za automatske mjenjače u autobusima gradskog prometa istog prijevoznika, koja su nedavno završena, bio je cilj ocijeniti mogućnosti produženja intervala izmjene ulja do 60.000 prijeđenih kilometara. U radu su prikazani rezultati laboratorijskih ispitivanja reprezentativnih uzoraka ulja dobivenih iz automatskih mjenjača tijekom eksploatacije u različitim unaprijed dogovorenim vremenskim intervalima.*

## UVOD

Maziva ulja za automatske prijenose prihvaćena su kao sredstva za podmazivanje u širokom spektru primjene. To uključuje osim automatskog prijenosa u putničkim vozilima i autobusima i servoupravljačke mehanizme cestovnih i necestovnih vozila, sinkronizirane ručne mjenjače, hidrauličke prijenosnike snage, pokretnu hidrauličku opremu, te brodske hidrauličke uređaje. Tako široka primjena temelji se na visokoj kvaliteti ATF ulja. Ostale primjene: hidraulika necestovnih vozila, traktori, ručni mjenjači, hidraulika brodova.

## 2. RAZINA KVALITETE ZAHTJEVI PROIZVOĐAČA OPREME

Razinu kvalitete ulja za automatske prijenose isključivo definiraju proizvođači opreme kao što su: GENERAL MOTORS, FORD, VOITH i ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN.

### 2.1 Intervali izmjene

Važan čimbenik za pravilan rad tih sustava su intervali izmjene, koje također preporučuju proizvođači opreme.

Tablica 1: Intervali izmjene ATF ulja u automatskim mjenjačima

Table 1: ATF oil fill intervals in automatic transmission

| ATF tip/ ATF type                            | Najveći interval izmjene ulja i filtra /km/ The longest oil fill and filter change interval /km/<br>Najveći interval izmjene ulja i filtra /po godinama/ The longest oil fill ... /per years/ |   |
|--|---|---|
|  | normalni uvjeti/normal conditons  | otežani uvjeti/heavy duty conditions              |
| mineralna osnova<br>minerally based          | 30.000 km<br>1x godišnje/once a year  | 20.000 km<br>1x godišnje/once a year              |
| djelomično sintetička<br>partially synthetic | 60.000 km<br>1x svake 2 godine/Once every 2 years   | 45.000 km<br>1x svake 2 godine/Once every 2 years |
| potpuno sintetička<br>completely synthetic   | 120.000 km<br>1x svake 2 godine/Once every 2 years  | 90.000 km<br>1x svake 2 godine/Once every 2 years |

### 2.2 Specifikacije

Danas na tržištu postoji nekoliko prihvaćenih specifikacija za proizvodnju ATF ulja a to su: GM Tip A SUFFIX A GM DEXRON, TASA, FORD i dr. Sa slike 2 je vidljivo da se najveća količina ATF ulja danas u Europi proizvodi po DEXRON specifikacijama.

Slika 1: Procjena uporabe ATF ulja na području Europe prema mjestu primjene  
Figure 1: Estimate of ATF oils use in Europe per application spots

Other applications 25%      Automatic transmission 40%      Power steering systems 35%

Slika 2: Proizvodnja ATF ulja u Europi s obzirom na postojeće specifikacije  
Figure 2: ATF oils European production with regard to the existing specifications

Others 32%

### **3. TEMELJNA SVOJSTVA ATF ULJA**

Sve navedene specifikacije definiraju zahtjeve za radne karakteristike tekućina za automatske prijenosnike s obzirom na specifičnosti konstrukcije, promjenama u materijalima i radnih uvjeta prijenosnika. Da bi se osigurale zadovoljavajuće radne karakteristike u svim navedenim primjerima ova ulja moraju imati:

- odgovarajuće karakteristike trenja
- oksidacijsku i termičku stabilnost
- zaštitu od korozije
- kompatibilnost s raznim materijalima
- odgovarajuću viskoznost
- zaštitu protiv trošenja i otpornost na povišene tlakove
- malu tendenciju pjenjenja
- dobra detergentno-disperzantna svojstva

Sva ova svojstva su obuhvaćena u svim prethodnim specifikacijama.

#### **3.1 Svojstva trenja**

Jedna od najvažnijih radnih karakteristika koja bitno utječe na efektivni vijek trajanja tekućine i strojnih dijelova je koeficijent trenja. Tekućina s neodgovarajućim koeficijentom trenja može izazvati trošenje i porast temperature na površini spojke tijekom rada. Svojstva trenja ovise podjednako o kvaliteti maziva kao i o vrsti materijala od kojeg je napravljena spojka. Svakako treba postići dobru kompatibilnost.

Na svojstva trenja u automatskom mjenjaču utječu:

- konstrukcija prijenosnika
- materijali iz kojih je izrađen prijenosnik
- tlak u prijenosniku
- kvaliteta maziva

Praktično trenje se odražava na:

- stvarni osjećaj vozača kod uključivanja i isključivanja spojke
- kapacitet odvajanja spojke
- sposobnost prenošenja snage na kotače

Nepoželjne posljedice su:

- nedopušteno proklizavanje
- prijevremeno istrošenje obloga lamele
- nemogućnost održanja prijenosa snage

### **3.2 Termička i oksidacijska stabilnost**

Cilj određivanja oksidacijske stabilnosti tj. starenja ulja je procjenjivanje vijeka uporabe i ponašanje mazivog ulja u eksploataciji. Kod tih testova je najvažnije simulirati uvjete iz primjene. Kao mjera oksidacijske stabilnosti kod većeg broja metoda koristi se razlika između određenih karakterističnih svojstava svježeg i oksidiranog ulja ili čak njihova apsolutna vrijednost.

Čimbenici koji direktno bitno utječu na brzinu starenja ulja jesu:

- radna temperatura
- radni tlak
- katalizatori oksidacije
- prisutnost vode
- prisutnost kisika

Radna temperatura je bitan čimbenik za brzinu starenja ulja. Povećanjem temperature iznad optimalne za 10°C, brzina oksidacije se povećava dva puta. Sadržaj metala kao katalizatora oksidacije je veoma kompleksan parametar, te svaki metal utježe različito na oksidaciju ulja.

Na radnu temperaturu ulja u automatskom mjenjaču nepovoljno utječu sljedeći čimbenici:

- povećanje snage motora
- ugradnja retardera
- poboljšana aerodinamika vozila
- izolacijski materijali za smanjenje buke

Termička stabilnost se karakterizira kao temperatura razlaganja mazivog ulja u pravilu bez prisutnosti kisika. Termička degradacija ulja može dovesti do:

- povećanja viskoznosti
- povećanja kiselinskog broja
- nastajanja nepoželjnih nusprodukata (talozi i lakovi)

### **3.3 Viskoznost**

Viskoznost je jedna od najvažnijih karakteristika mazivog ulja koja se za cijelo vrijeme eksploatacije mora održati na određenoj razini vrijednosti. Potrebno je održati elastohidrodinamički sloj maziva u cijelom području radnih temperatura. Kinematička viskoznost kod 100° C ne smije pasti ispod 5.5 mm<sup>2</sup>, jer postoji mogućnost naglog povišenja temperature u sustavima primjene. Dinamička viskoznost kod -40°C ne smije biti veća od 50.000 mPa. Viskoznost ulja kod niskih temperatura je značajna zimi i u hladnim klimatskim područjima.

### **3.4 Korozijska stabilnost**

Mineralna ulja su sklona da na površinama čvrstih tijela stvaraju hidrofobne filmove, tj. pokazuju prirodno antikorozijsko djelovanje. Sama mineralna ulja napadaju metale tek kad u sebi sadrže veće količine protona koji se pojavljuju kao produkti starenja ulja ili se nalaze u aditivima. Prirodno zaštitno djelovanje mineralnih ulja danas ne zadovoljava, te se u njega dodaju inhibitori korozije. Inhibitori korozije za maziva ulja moraju djelovati u sustavu koji sadrži i ostale aditive, te se moraju međusobno podnositi. Ispitivanje korozijske stabilnosti također predstavlja uvjete eksploatacije. Reproducibilnost ispitivanja zaštite od korozije ovisi o mnogim čimbenicima, te se mora prihvatiti šire rasipanje rezultata. Obično kombinacija različitih ispitivanja, koja dovoljno dobro simuliraju uvjete iz prakse, omogućuju željeno procjenjivanje.

Osnovni materijali iz kojih je izrađen mjenjač su različiti metali, odnosno njihove legure (čelik, silumin, bakar, mjed, bronca), te je upravo zato potrebno na takvim materijalima provesti ispitivanje korozijske stabilnosti.

Oksidacijska korozija je najizraženija na pločicama okvirnog ležaja u prijenosniku, te općenito na svim spojevima u prijenosniku (hladnjaci).

### **3.5 Kompatibilnost s brtvenim materijalima**

Dobro brtvljenje osigurava zadržavanje potrebne količine maziva u sustavu. Uzrok propuštanja može biti promjena tvrdoće i/ili promjena volumena brtvi. Važno je koristiti originalne, kvalitetne materijale za brtve. Materijali za izradu brtvi su: buna N, razni poliakrilati, silikoni i fluoroelastomeri. Postoje specifičnosti u pogledu podnošenja s mazivima.

### **3.6. Ostala svojstva**

Sva ostala navedena svojstva se također provjeravaju raznim testovima koji najbolje simuliraju stvarno stanje u primjeni.

## **4. ISPITIVANJE ATF ULJA**

Ispitivano ATF ulje zadovoljava specifikacije GM DEXRON IID, MERCEDES BENZ blatt 236.6, VOITH DIWA, DETROIT DISESEL, ALLISON C2/C3, ZF TE-ML 09, ZF TE-ML 14.

#### 4.1 Cilj praćenja

- potvrditi mogućnost produljenja intervala izmjene za domaće ATF ulje/preporuka VOITH-a na 60 000 km/
- potvrditi kvalitetu ATF ulja u odnosu na postavljene kriterije tvrtke VOITH za ocjenu uporabljivosti u DIWA prijenosnicima
- utvrditi ponašanje komercijalnog ATF ulja domaće proizvodnje u MERCEDES BENZ-ovim mjenjačima

#### 4.2 Prethodna ispitivanja

Važno je napomenuti da su ispitivanja ATF ulja rađena kod istog prijevoznika na njegovim autobusima prije 7 godina. Tada je potvrđen preporučeni interval izmjene domaćeg ATF ulja od 30.000 km. Ovaj rad je nastavak tih ispitivanja.

#### 4.3 Sadašnja ispitivanja

##### 4.3.1 Objekti na kojima su ispitivanja provedena

Ispitivanja su provedena na

- MAN autobusima s VOITH mjenjačem- tip DIWA 851- 4 kom
- MERCEDES BENZ autobusima s MERCEDES BENZ mjenjačima
- tip mjenjača W3D080/2 - 3 kom

Važno je napomenuti da se starost mjenjača kretala između 15-17 godina

##### 4.3.2 Plan uzorkovanja

Plan uzimanja uzoraka:

- prvi uzorak na 30.000 km, a zatim
- svakih 5000 km sve do 60.000 km

Tablica 2: Tipična fizikalno kemijska svojstva svježeg ATF ulja

Table 2: Typical physico-chemical properties of fresh ATF oil

| Svojstvo/Property   | Metoda ispitivanja/Test method | Tipične vrijednosti/Typic.values                  |
|---|--------------------------------|---|
| Kinematička viskoznost kod 100°C,mm <sup>2</sup> /s/Kin.visc.                       | ISO 3104                       | 7.65  |
| Plamište, °C/Flash point  | ISO 2592                       | 198   |
| Indeks viskoznosti  | ISO 2909                       | 155   |
| Neutralizacijski broj, mgKOH/g/Neutralization no                                    | ISO 6619                       | 0.93  |
| Korozija na Cu,na 150°C/3 h/Corrosion on Cu   | ISO 2160                       | 1a  |
| Sadržaj vode i mehaničkih onečišćenja, %<br>Water and mechanical impurities content | ISO 3734                       | ne sadrži u mjerljivoj količini<br>not measurable |

Tablica 3: VOITH-ov kriterij za ocjenu kvalitete ATF ulja

Table 3: VOITH's criterion for evaluating ATF oil quality

| Svojstvo/Property  | Metoda/Method | Kriterij/Criterion |
|--|---------------|--------------------|
| Kinematička viskoznost na 100°C, mm <sup>2</sup> /s min./Kin. viscosity at | ISO 3104      | 5.5                |
| Sadržaj Fe, ppm maks./Fe content max.                                      | ICP           | 200                |
| Sadržaj Pb, ppm maks./Pb content max.                                      | ICP           | 700                |
| Neutralizacijski broj mgKOH/g maks./Neutralization No                      | ISO 6619      | 3.0                |

## 5. REZULTATI ISPITIVANJA ATF ULJA

Određivanjem fizikalno kemijskih svojstava ATF ulja dobiveni su sljedeći rezultati.

Tablica 4: Viskoznost kod 100°C, mm<sup>2</sup>/s

Table 4: Table 4: Viscosity at 100°C, mm<sup>2</sup>/s

| Prijedeni km/Covered km      | Mjesto uzimanja uzorka/Sampling spot |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                              | 61                                   | 65   | 66   | 73   | 706  | 707  | 708  |
| nakon 30.000 km/after ... km | 5.77                                 | 5.67 | 5.62 | 5.66 | 6.03 | 5.74 | 5.81 |
| nakon 35.000 km              | 5.80                                 | 5.68 | 5.68 | 5.61 | 5.90 | 5.76 | 5.71 |
| nakon 40.000 km              | 5.80                                 | 5.62 | 5.66 | 5.68 | 5.93 | 5.83 | 5.85 |
| nakon 45.000 km              | 5.70                                 | 5.63 | 5.65 | 5.65 | 5.65 | 5.73 | 5.96 |
| nakon 50.000 km              | 5.75                                 | 5.58 | 5.55 | 5.58 | 5.65 | 5.73 | 5.96 |
| nakon 55.000 km              | 5.82                                 | 5.64 | 5.67 | 5.52 | 5.74 | 5.72 | 5.74 |
| nakon 60.000 km              | 5.61                                 | 5.59 | 5.61 | 5.77 | 5.78 | 5.77 | 5.96 |

Tablica 5: Pregled ostalih svojstava

Table 5: A review of other properties

| Svojstvo od/Property                                  | Mjesto uzimanja uzorka/Sampling spot |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|   | 61                                   | 65                          | 66                          | 73                          | 706                         | 707                         | 708                         |
| 30.000-60.000 km                                      |                                      |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| Ind.eks viskoznosti                                   | 119                                  | 119                         | 122                         | 126                         | 121                         | 121                         | 120                         |
| Plamiste, °C/Flash point                              | 194                                  | 198                         | 194                         | 196                         | 196                         | 196                         | 200                         |
| Sadržaj vode, %/Water cont.                           | 0                                    | 0                           | 0                           | 0                           | 0                           | 0                           | 0                           |
| Sadržaj meh. onečišć, %<br>Mechan. impurities content | trag                                 | <0.05g                      | <0.05                       | trag                        | <0.05                       | <0.05                       | <0.05                       |
| Neutral. broj, mg KOH/g<br>Neutralizacijski broj      | 1.17                                 | 1.09                        | 1.34                        | 1.70                        | 1.46                        | 1.46                        | 1.41                        |
| IIR-snimka/IR shot                                    | zadovoljava<br>satisfactory          | zadovoljava<br>satisfactory | zadovoljava<br>satisfactory | zadovoljava<br>satisfactory | zadovoljava<br>satisfactory | zadovoljava<br>satisfactory | zadovoljava<br>satisfactory |
| Korozija na Cu -150°C/3h<br>Corrosion on Cu           | 1a                                   | 2a                          | 1b                          | 1a                          | 1b                          | 1b                          | 2a                          |



Tablica 6: Usporedba sadržaja metala u ispitivanom ulju za dvije vrste mjenjača

Table 6: Comparison of metal content in tested oil for two types of transmission

| Metali,ppm | VOITH-mjenjač/Transmission |        |        | MERCEDES-BENZ mjenjač/Transmission |        |        | S-35 |
|------------|----------------------------|--------|--------|------------------------------------|--------|--------|------|
|            | Broj km/No of km           |        |        | Broj km/No of km                   |        |        |      |
|            | 30 000                     | 45 000 | 60 000 | 30 000                             | 45 000 | 60 000 |      |
| Zn         | 21                         | 27     | 36     | 116                                | 137    | 128    | 5    |
| Fe         | 25                         | 29     | 37     | 51                                 | 92     | 134    | 1    |
| Cr         | <1                         | <1     | <1     | <1                                 | <1     | <1     | <1   |
| Mo         | <1                         | <1     | <1     | <1                                 | <1     | <1     | <1   |
| Sn         | 7                          | 10     | 12     | 6                                  | 2      | 1      | <1   |
| Pb         | 9                          | 9      | 12     | 27                                 | 28     | 30     | 3    |
| Cu         | 156                        | 170    | 206    | 96                                 | 104    | 129    | <1   |
| Na         | 25                         | 25     | 28     | 8                                  | 9      | 11     | 4    |
| Mg         | 3                          | 3      | 3      | 10                                 | 20     | 20     | 3    |
| Al         | 5                          | 6      | 6      | 7                                  | 7      | 8      | 1    |
| V          | <1                         | <1     | <1     | <1                                 | <1     | <1     | <1   |
| Si         | 6                          | 6      | 7      | 19                                 | 23     | 25     | 6    |
| Ni         | 1                          | 1      | 1      | <1                                 | 1      | 1      | <1   |
| Mn         | <1                         | <1     | 1      | 1                                  | 1      | 1      | <1   |
| Li         | <1                         | <1     | <1     | <1                                 | <1     | <1     | <1   |

Slika 3: Promjena sadržaja željeza u ATF ulju u odnosu na prijeđene km

Figure 3: Change of ATF oil iron content with regard to kilometers covered

Iron content, ppm    Initial value 1 ppm    Max. quantity 200 ppm    No of kilometers covered

Slika 4: Promjena sadržaja olova u ATF ulju u odnosu na prijeđene km  
Figure 4: Change of ATF oil lead content with regard to kilometers covered

Lead content, ppm    Initial value 3 ppm    Max. quantity 700 ppm    No of kilometers covered

SDobiveni rezultati ispitivanja pokazuju da:

- KINEMATIČKA VISKOZNOST na 100°C padne naglo na početku eksploatacije, kasnije se stabilizira, te nije pala ispod dopuštene vrijednosti od 5,5 mm<sup>2</sup>/s ni u jednom mjenjaču. Primijećeno je da su vrijednosti viskoznosti imale manji relativni pad kod MERCEDES BENZ mjenjača u odnosu na VOITH mjenjače.
- KOLIČINA olova i željeza u ispitivanom ulju bila je daleko ispod maksimalno dopuštene količine, propisane VOITH kriterijem.
- Primijećen je POVEĆAN SADRŽAJ bakra, što se može tumačiti starošću mjenjača.
- SADRŽAJ VODE: voda se nije pojavila niti u jednom ispitnom uzorku.
- MEHANIČKE NEČISTOĆE: nisu prelazile dopuštenu granicu od 0.05%.
- IR-snimaka: pokazuje da nije došlo do bitnih promjena na spektru/nema vidljivih pikova oksidacije.
- OSTALA SVOJSTVA, kao što su plamište, korozivnost na bakru, neutralizacijski broj, izgled i boja nisu se bitno mijenjale tijekom cijelog razdoblja eksploatacije.

## 6. ZAKLJUČAK

Primjensko ispitivanje domaćeg komercijalnog ATF potvrdilo je da nije došlo do bitnije degradacije ulja, te se potvrđuje predviđeni interval izmjene od 60.000 km.

Svi parametri fizikalno kemijskih karakteristika nalazili su se unutar granica koje je postavio VOITH.

Ispitivano ATF ulje se može koristiti i u MERCEDES mjenjačima s intervalom izmjene od 60.000 km.

## AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID LIFE INCREASE IN CITY BUSESSES

Tests performed at INA Maziva Zagreb in Co-operation with the ZET Zagreb

### *Abstract*

*Over the past few years, there has been a development in the quality of automatic transmission fluids, which has caused transmission manufacturers to change their recommendations referring to oil fill life and change intervals. Some leading European automatic transmission manufacturers have thus prolonged oil fill life from 30,000 to 60,000 km covered. Tests performed 7 years ago on Dexron II automatic transmission fluids used in the buses owned by the Zagreb public transportation company ZET have confirmed the former recommendations for oil fill change after 30,000 km covered. The purpose of the tests continued on the same quality automatic transmission fluid used in the buses of the same owner that have recently been completed was to explore the possibility of prolonging the oil fill life up to 60,000 km covered. The paper presents the results of laboratory tests performed on representative oil samples obtained from automatic transmission during exploitation at various previously determined intervals.*

## **INTRODUCTION**

Automatic transmission lubricant oils have been accepted as lubricants for a wide variety of applications. This includes, apart from automatic transmission in passenger vehicles and buses, also the power steering mechanism of both road and off-road vehicles, synchronized manual transmission, hydraulic power transmission, mobile hydraulic equipment, as well as marine hydraulic devices. Such a wide application is based on the high performance of ATF oils. Other applications: Off-road vehicle hydraulics, tractors, manual transmission, marine hydraulics.

## **2. QUALITY LEVEL - Equipment manufacturers' requirements**

The automatic transmission oils quality level is determined exclusively by equipment manufacturers, such as: GENERAL MOTORS, FORD, VOITH, and ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN.

### **2.1 Oil Fill Change Intervals**

Oil fill change intervals, also recommended by equipment manufacturers, come as an important factor for the proper functioning of these systems.

### **2.2 Specifications**

There are several adopted specifications for the production of ATF oils on the market today, as follows: GM Type A SUFFIX A GM DEXRON, TASA, FORD, and others. It may be observed on Figure 2 that the largest volume of ATF oils in Europe is currently produced in compliance with DEXRON specifications.

## **3. THE BASIC PROPERTIES OF ATF OILS**

All the above specifications define requirements for the performances of automatic transmission fluids with regard to specific transmission designs, as well as changes in material and operating conditions. In order to ensure satisfactory performances in all of the above cases, these oils must have:

- specific friction properties
- oxidation and thermal stability
- corrosion protection
- compatibility with different materials
- appropriate viscosity
- antiwear protection and high load carrying capacity

- low foaming tendency
- good detergent/dispersant properties

All of these properties are incorporated in the above specifications.

### **3.1 Friction Properties**

One of the most important performances significantly impacting the actual service life of the fluid and of the machine parts is the friction coefficient. A fluid with an improper friction coefficient may cause wear and increased temperature on clutch surface during operation. Friction properties are equally dependent on lubricant quality, as well as on the type of clutch material: One must obtain good compatibility between the two.

Friction properties in automatic transmission are influenced by:

- transmission design
- materials out of which transmission is made
- transmission load
- lubricant quality

In practical terms, the friction has impact on:

- the driver's real feeling when engaging and disengaging the clutch
- the clutch's separation capacity
- the capacity of transmitting power to the wheels.

Undesirable consequences are:

- impermissible sliding
- premature plate lining wear
- impossibility to maintain power transmission

### **3.2 Thermal and Oxidation Stability**

The purpose of determining oxidation stability i.e. oil ageing is to estimate the lubricant oil's service life and behaviour in exploitation. The most important thing in these tests is to simulate application conditions. As a measure of oxidation stability in the case of a larger number of methods, we use the difference between certain properties of fresh and oxidated oil, or even their absolute value.

The factors having a significant and direct impact on the speed of oil ageing are as follows:

- operating temperature
- operating pressure
- oxidation catalysts
- presence of water

- presence of oxygen.

The operating temperature is an important factor for the speed of oil ageing. By increasing the temperature 10<sup>0</sup>C above the optimal one, oxidation speed is increased twice. Metal content as oxidation catalyst is a very complex parameter, since each metal has a different effect on oil oxidation.

The following factors have an unfavourable influence on the automatic transmission operating temperature:

- increased engine power
- retarder installation
- improved vehicle aerodynamics
- noise reduction insulation materials.

Thermal stability is determined as lubricant oil degradation temperature, usually without oxygen presence. The oil's thermal degradation may lead to the following:

- Viscosity increase
- Acid number increase
- Creation of undesirable byproducts (sludge and lacquer).

### **3.3 Viscosity**

Viscosity is one among the most important lubricating oil properties which has to be maintained on a certain level throughout exploitation. The elastic/hydrodynamic lubricant film has to be maintained throughout the entire operating temperature range. Kinematic viscosity at 100<sup>0</sup>C must not drop below 5.5. mm<sup>2</sup>, due to the possibility of abrupt temperature increase in application systems. Dynamic viscosity at -40<sup>0</sup>C must not exceed 50,000 mPa. Oil viscosity at low temperatures is significant in wintertime and in cold climates.

### **3.4 Corrosion Stability**

Mineral oils are prone to forming hydrofobic films on solid body surfaces i.e. to show natural anticorrosion activity. The mineral oils themselves attack metals only when they contain large proton volumes appearing as oil ageing products or contained in additives. The natural protective activity of mineral oils does not satisfy today's requirements, which is why they have to be added corrosion inhibitors. Corrosion inhibitors for lubricant oils must act within a system containing other additives as well, which means that they have to be mutually compatible. Corrosion stability testing also presents exploitation conditions. The possibility of reproducing corrosion protection

tests is dependent on many factors, which is why we have to be prepared to accept a rather wide range of results. The combination of various tests well simulating field conditions usually enable the desired estimation.

The basic materials out of which transmission is made are various metals i.e. their alloys (steel, silumine, copper, brass, bronze). This is why corrosion stability tests have to be performed with these materials. Oxidative corrosion is the most pronounced on the frame bearing plates in the transmission, and, generally, on all the transmission joints in coolers.

### **3.5 Compatibility with Seal Materials**

Good sealing ensures the keeping of lubricant quantity within the system. The cause of leakage may be the change in the hardness and/or the volume of the seals. It is important to use original, good quality materials for the seals. Materials for making seals are as follows: buna N, various polyacrylates, silicones, and fluoroelastomers. There are certain specific points in terms of their tolerance with the lubricants.

### **3.6 Other Properties**

All of the other above mentioned properties are also checked by various tests simulating the best the actual application conditions.

## **4. TESTING OF ATF OILS**

The tested ATF oil complies with the following specifications: GM DEXRON IID, MERCEDES BENZ blatt 236.6, VOITH DIWA, DETROIT DIESEL, ALLISON C2/C3, ZF TE-ML 09, ZF TE-ML 14.

### **4.1 The Purpose of Monitoring was:**

- to confirm the possibility of prolonging oil fill life for the local ATF oil conforming VOITH recommendation, to 60,000 km
- to check the ATF oil quality with regard to criteria established by the VOITH company for usability evaluation in DIWA transmission systems
- to establish the behaviour of locally produced ATF oil in transmissions manufactured by MERCEDES BENZ.

### **4.2 Previous Tests**

It is important to mention that the ATF oil tests were performed 7 years ago on the buses owned by the same transportation company. The recommended oil fill life of locally produced ATF oil in the amount of 30,000

km had been confirmed at that time. The present paper is a continuation of these tests.

### **4.3 The Present Tests**

#### **4.3.1 The test were performed on:**

- MAN buses with VOITH transmission - type DIWA 851 - 4 units
- MERCEDES BENZ buses with MERCEDES BENZ transmission
- transmission type W3D080/2 - 3 units.

It is important to note that transmissions were 15-17 years old.

#### **4.3.2 The Sampling Plan**

The sample taking plan was as follows:

- first sample at 30,000 km, and then
- each 5,000 km, all the way to 60,000 km.

## **5. RESULTS OF TESTING ATF OIL**

By determining the physico-chemical properties of ATF oil, we have obtained the results presented in tables 4,5,6 and figures 3,4.

The results obtained show that:

- KINEMATIC VISCOSITY at 100<sup>0</sup>C decreases abruptly at the beginning of exploitation, is stabilized later, and has not dropped below the permissible value of 5.5 mm<sup>2</sup>/s in either transmissions. It has been observed that viscosity levels had a smaller relative decrease in the case of MERCEDES BENZ transmission when compared to that manufactured by VOITH.
- Lead and iron VOLUME in the tested oil was far below that maximally permissible as prescribed by VOITH's criterion.
- We have observed an increased copper content, which may be explained by the transmission age.
- WATER CONTENT: There has been no water in any of the test samples.
- MECHANICAL IMPURITIES: They did not exceed the permissible limit of 0.05%.
- IR shot: It shows that there have been no major changes of the spectrum/there are no visible oxidation peaks.
- OTHER PROPERTIES, such as flash point, corrosion on copper, neutralization no, appearance, and colour, did not change considerably throughout the exploitation period.



## **CONCLUSION**

Field test of the locally manufactured commercial ATF has confirmed that there has been no major oil degradation, and that the envisaged oil fill life of 60,000 km may also be confirmed.

All the parameters of physico-chemical properties were within the limits set by VOITH.

The tested ATF oil may also be used in MERCEDES' transmission with the fill life in the amount of 60,000 km.

## **Literatura / References:**

1. Papay G, "Automatic Transmission Fluids, Dexron II and Beyond", Lubrication Engineering, (1989), **45**, 2. str. 121-128.
2. Papay G., "Formulating Automatic Transmission Fluid". Lubrication Engineering, (1991) **47**, 4., str. 271- 275.
3. Annone, Propis za održavanje DIWA prijenosnika J.M. VOITH GmbH, D-7920 Heidenheim, 1998.
4. Verčon J., "Maziva i podmazivanje", Jugoma, Zagreb, 1986, str. 87-152.
5. Zamberlin I., "Maziva i podmazivanje", Jugoma, Zagreb, 1986, str. 283-297.

ključne riječi:

621.892:621.833 ulje za automatske prijenosnike  
620.169 vijek trajanja, ispitivanje  
629.114.6 autobusi

key words:

automatic transmission fluid  
service life testing  
buses

*Zahvala:*

*Zahvaljujemo se suradnicima iz tvrtke ZET Zagreb na svestranoj pomoći u pripremi ovog rada.*

## **Autori/Authors:**

Božica Tomrlin, Miroslav Felja, Tomislav Anić, Željka Džajkić  
INA d.d. Maziva Zagreb

## **Primljeno/Received:**

02.10.1999.